

O GRUPO SÃO BENTO NO RIO GRANDE DO SUL*

Issa Chaibem Jabur**

RESUMO

O trabalho que realizamos no setor SW do Rio Grande do Sul é uma tentativa, através de métodos estatísticos, de fornecer informações quanto ao direcionamento preferencial dos paleoventos responsáveis pela sedimentação dos corpos dunares do deserto Botucatu.

Paralelamente à coleta de dados para a interpretação dos valores azimutais necessários para a determinação de paleocorrentes dominantes no espaço geográfico estudado, formalizou-se a definição, em termos estratigráficos, da seqüência sotoposta aos sedimentos eólicos.

Este estudo estendeu-se, da mesma forma, às relações de contato das litologias subjacentes, visando a uma melhor identificação das unidades em trabalhos de campo.

Baseando-se nas próprias observações de campo, julgamos necessário usar a denominação de **Formação Caturrita** aos sedimentitos com características fluviais, situados inferiormente aos arenitos eólicos da Formação Botucatu.

Paralelamente, são adicionadas seções geológicas realizadas nos Estados de São Paulo e Paraná, no sentido de se verificar a validade da extensão da divisão estratigráfica adotada e das possíveis correlações existentes entre as unidades estudadas e suas representações no setor norte da bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Geologia e estratigrafia da bacia do Paraná, Formação Caturrita, paleoventos e paleocorrentes.

ABSTRACT

The work that has been done in the South Western sector of the State of Rio Grande do Sul represents, first of all, an attempt to furnish, by means of statistical presentations, information concerning the preferential course of winds responsible for the sedimentation of sand dunes in the Botucatu desert.

Similarly, the compiling of data, necessary for the interpretation of azimuthal values and useful in determining the dominant currents in the geographical area under analysis, has resulted, in stratigraphic terms, in finding the progression inferior to the Aeolian deposits.

Similarly, this study has extended itself to the relationships of subjacent lithologies, foreseeing greater unity among different groups engaged in field work.

Based upon one's observations in the field, one finds necessary to apply the denomination of "Caturrita" Formation to sediments with fluvial characteristics, inferior in position to the aeolian sandstones of the Botucatu Formation.

*Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada em outubro de 1979 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

* * Professor do Dept.^o de Geografia da UEM - área de Geologia

At the same time, this work is related to the study of geological sections in the State of São Paulo and the State of Paraná, making it possible to appreciate more fully the value of the extension of the adopted stratigraphic divisions and the possible existing correlations between the units under study and their image farther north of the basin.

KEY-WORDS: Geology and stratigraphy of Parana Basin, "Caturrita" Formation, paleo winds, paleo currents.

1. INTRODUÇÃO

O escopo do trabalho teve como propósito inicial a coleta de dados para a interpretação de paleocorrentes em estruturas cruzadas, utilizando os métodos estatísticos recomendados por Steimetz (1962) e Agterberg e Briggs (1961), para dados vetoriais.

As primeiras dificuldades surgiram em razão de que, a existência da exposição, em grande escala, de arenitos sotopostos aos sedimentitos eólicos percebidos anteriormente por von Huene e Stahlecker (1931) e Oppenheim (1934) foram considerados por outros autores como parte integrante desta unidade litoestratigráfica.

Esses arenitos, numa análise grosseira, assemelham-se àqueles da Formação Botucatu e às estruturas cruzadas; quando ao nível da topografia regional ou mesmo no leito de estradas confundem, à primeira vista, parecendo produtos de deposição eólica. Assim, uma identificação acurada das feições sedimentares primárias mostra a necessidade de separação destes sedimentitos daqueles realmente pertencentes à Formação Botucatu.

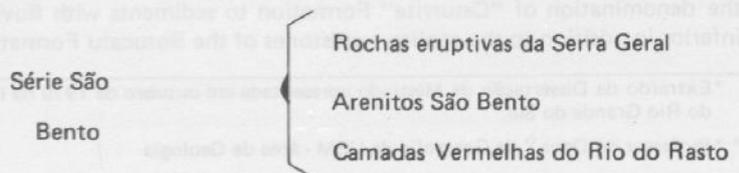
Para melhor definição deste corpo sedimentar e as unidades sotopostas, foram realizados e analisados perfis estratigráficos, nas regiões de São Pedro do Sul e Jaguarí, em razão das boas exposições existentes na área e principalmente pela sua continuidade física.

Posteriormente, usaram-se os mesmos métodos, para o levantamento das seções estratigráficas nos Estados do Paraná e São Paulo (Figs. 1 e 2). No Estado do Paraná, também foram realizadas observações estratigráficas na Formação Botucatu e verificadas suas relações de contato na Serra da Esperança (rodovia, Br-373-km.119) e nas regiões de Jacarezinho e São Jerônimo da Serra.

2. O GRUPO SÃO BENTO NO RIO GRANDE DO SUL

2.1. Relações estratigráficas

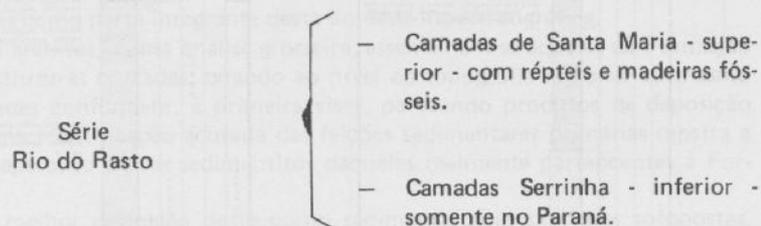
O comportamento estratigráfico no Mesozóico, na Bacia do Paraná, foi pela primeira vez descrito e analisado por White (1908) que propõe, no conjunto gondiânico, a Série São Bento e divide-a em três unidades.



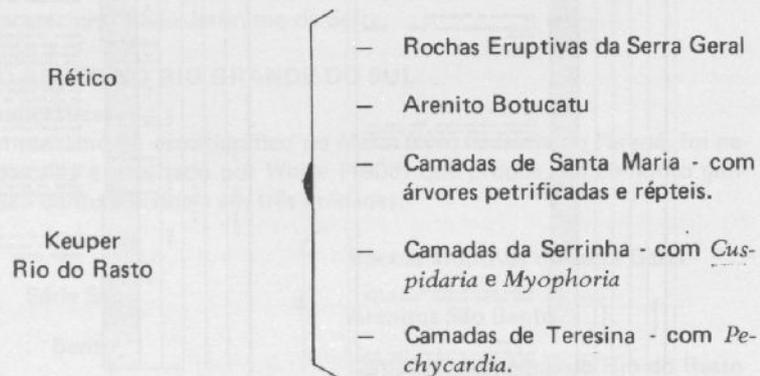
White (op. cit.) estabelece uma equivalência entre as camadas vermelhas do Rio do Rasto, por ele reconhecidas em Santa Catarina, com as camadas vermelhas fossilíferas que afloram na região de Santa Maria e datadas como triássicas por Woodward (apud White, 1908).

Com os subsídios básicos auferidos por White (op. cit.) no clássico "Sistema de Santa Catarina", tem início uma geração de trabalhos, principalmente de cunho lito e bioestratigráfico nos sedimentitos que compõem a referida seqüência. Foram introduzidas novas divisões estratigráficas com o objetivo de elucidar o comportamento das camadas mesozóicas, caracterizando as variações litológicas, assim como as suas relações de contato.

A primeira modificação do esquema, introduzido por White (op. cit.), principalmente relacionada à estratigrafia do Rio Grande do Sul, foi a proposta por Moraes Rego (1930). O autor utiliza pela primeira vez o termo "Camadas de Santa Maria", equivalentes às camadas vermelhas do Rio do Rasto de White (op. cit.) e subdivide o que denomina de Série do Rio do Rasto em:

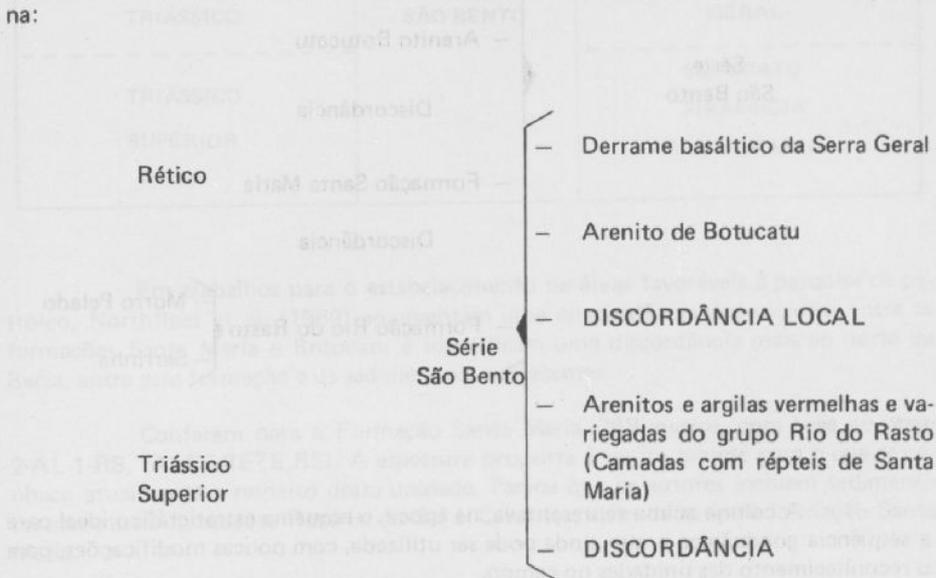


Na mesma época, Oliveira (1930) estabelece a seguinte coluna para as camadas triássicas da Bacia do Paraná.



Cabe salientar que Oliveira (op. cit.), ao subdividir a Série Rio do Rasto, baseou-se principalmente nos pelecípodos por ele descobertos, e estudados por Cowper Reed em 1928 (apud Oliveira, 1930), que atribuiu idade triássica a esses fósseis. Notamos que o autor ratifica a proposição inicial de Gonzaga de Campos (1889), quando se refere ao Arenito Botucatu.

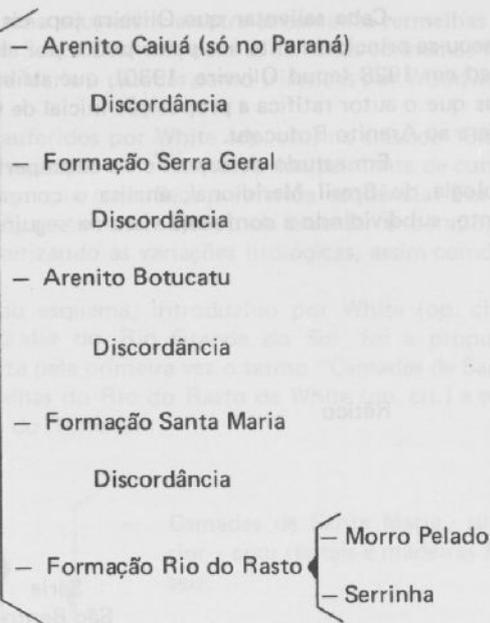
Em estudo de superfície e subsuperfície, Oppenheim (1934), referindo-se à geologia do Brasil Meridional, analisa o comportamento estratigráfico da Série São Bento, subdividindo-a conforme visto na seguinte coluna, para esta parte do Gondwana:



Observa-se que, na revisão estratigráfica proposta, Oppenheim confirma a denominação de arenito Botucatu como uma unidade própria e em discordância com sedimentitos sotopostos. Ademais, no mesmo trabalho, aquele autor refere-se às pesquisas efetuadas por von Huene e Stahlecker (1931) acerca da semelhança apresentada, à primeira vista, dos componentes arenosos do Grupo Rio do Rasto com o arenito Botucatu, o que vem reforçar as observações de campo realizadas no Rio Grande do Sul. Cabe ressaltar que os referidos autores, na época, admitiam como Rio do Rasto todos os sedimentitos que não tivessem características eólicas e sotopostos a estes.

O trabalho de campo desenvolvido por Gordon Jr. (1947), baseado em subsídios do sistema proposto por White (1908), analisa globalmente o comportamento das rochas gonduânicas da Bacia do Paraná, mais precisamente no flanco leste entre São Paulo e Rio Grande do Sul e propõe uma nova classificação estratigráfica para o Mesozóico.

Série
São Bento



A coluna acima representava, na época, o esquema estratigráfico ideal para a seqüência gonduânica e que ainda pode ser utilizada, com poucas modificações, para o reconhecimento das unidades no campo.

Beurlen et al. (1955), reportando-se ao comportamento das formações gonduânicas no Rio Grande do Sul, argumentam que as pesquisas realizadas, principalmente na Série São Bento, foram limitadas, e que pouco poderiam acrescentar ao que já era conhecido; estabelecem duas seções nas regiões de Santa Maria e Candelária: a inferior, com cerca de 150 metros, formada por arenitos vermelhos com estratificações cruzadas e intercalações delgadas ou espessas de siltitos e argilitos vermelhos; a superior, com espessura de aproximadamente 100 metros, que denominam de Arenito Botucatu, indicando para este pacote condições de deposição eólica.

Posteriormente, Sanford e Lange (1960), baseados em dados de superfície e subsuperfície, realizam um estudo completo sobre as condições deposicionais da Baía do Paraná e reconhecem a existência de uma unidade litoestratigráfica intercalada entre as Formações Botucatu e Santa Maria, que denominam de Formação Pirambóia, com ocorrência em São Paulo e no Paraná. Estes sedimentitos já haviam sido reconhecidos por Washburne (1930) e mais tarde por Almeida e Barbosa (1953).

Sanford e Lange (op. cit.) apresentam uma nova coluna que, em parte, reforça as idéias originais de Gordon Jr (1947).

QUADRO 1

PERÍODOS	SÉRIE	FORMAÇÃO
JURÁSSICO	SÃO BENTO	CAIUÁ
JURÁSSICO		LAVAS SERRA
TRIÁSSICO		GERAL
TRIÁSSICO		BOTUCATU
SUPERIOR		PIRAMBÓIA SANTA MARIA

Em trabalhos para o estabelecimento de áreas favoráveis à pesquisa de petróleo, Northfleet et al. (1969) argumentam uma concordância deposicional entre as formações Santa Maria e Botucatu e identificam uma discordância mais ao norte da Bacia, entre esta formação e os sedimentitos subjacentes.

Conferem para a Formação Santa Maria, 768 metros, com base no poço 2-AL-1-RS, (ALEGRETE,RS). A espessura proposta é muito grande para o que se conhece atualmente a respeito desta unidade. Parece que os autores incluem sedimentitos das atuais formações Rosário do Sul e Caturrita, além da própria formação Santa Maria.

De acordo com Katoo (1971), estudando os conchostráceos coletados em dois níveis estratigráficos da formação Santa Maria, mais precisamente na parte inferior, (Passo das Tropas) e revendo estudos também na parte superior ("E") (Bortoluzzi e Barberena, 1967), conclui pela separação desta seqüência em duas formações distintas, sem fazer no entanto nenhuma proposta formal.

Fundamentando-se no progresso gradativo das interpretações estratigráficas, principalmente no flanco leste da Bacia do Paraná e principalmente no comportamento das seqüências mesozóicas, no Rio Grande do Sul, Gamermann (1973) propõe formalmente a designação de Formação Rosário do Sul aos sedimentitos que ocorrem entre a Formação Estrada Nova e Botucatu, indicando duas facies para aquela formação: uma tipicamente fluvial, que denomina Rosário do Sul e outra lacustre; esta, denominada de facies Santa Maria.

Nas suas interpretações, Gamermann (op. cit.) correlaciona os sedimentitos da formação proposta com os termos Pirambóia, de São Paulo, e apresenta uma nova coluna para o Mesozóico do Rio Grande do Sul, correlacionando-a com o Mesozóico de São Paulo.

QUADRO 2

	RIO GRANDE DO SUL	SÃO PAULO
Cretáceo Jurássico	Serra Geral	Serra Geral
Jurássico	Botucatu	Botucatu
Triássico	Rosário do Sul <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> { Facies Santa Maria Facies Fluvial </div>	Pirambóia <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> { Facies Santana Facies Fluvial </div>
Permiano	Estrada nova	Estrada Nova

Não concordamos com o propósito de Gamermann (op. cit.) quando correlaciona a Formação Santa Maria com a facies Santana de Almeida e Barbosa (1953), que definem muito bem o posicionamento deste pacote, intercalado no arenito eólico da Formação Botucatu. No mesmo ano, Almeida (1953), estudando a ocorrência de ventifactos nos arenitos eólicos, no município de Rifaina, no Estado de São Paulo, traça um perfil estratigráfico, onde estabelece o posicionamento da facies Santana, assentada em um espesso pacote de 50 metros, aproximadamente, de sedimentitos da Formação Botucatu e capeada por outro pacote de menor espessura.

Bortoluzzi (1974) analisa detalhadamente o posicionamento estratigráfico das unidades sedimentares, na região de Santa Maria, e propõe formalmente a denominação de Formação Santa Maria, retornando assim, novamente, ao critério original de Gordon Jr. (1947). As pesquisas de campo propiciaram a subdivisão da unidade em duas facies: uma inferior - **Passo das Tropas** - e outra superior - **Alemoa**. No mesmo trabalho, Bortoluzzi (op. cit.) indica para a Formação Botucatu dois processos deposicionais diferentes, sendo um inferior, de caráter fluvial, que denomina de **Membro Caturrita** e outro superior, tipicamente eólico, considerando como Botucatu ss.; e acrescenta que, entre os sedimentitos eólicos e fluviais, ocorre uma passagem gradativa.

Este autor apresenta a seguinte coluna geológica para a Bacia do Paraná, flanco leste:

QUADRO 3

	Idades	Região de Santa Maria-RS Unidades Estratigráficas	Norte da Bacia do Paraná
SÃO BENTO	Cretáceo	Fm. Serra Geral	Fm. Serra Geral
	Jurássico		
	Discordância.	
	Jurássico ?	Fm. Botucatu	Fm. Botucatu
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; width: 20px; height: 40px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-left: 5px;"> Botucatu ss Membro Caturrita </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; width: 20px; height: 40px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-left: 5px;"> + Facies Eólica Facies Fluvial (Pirambóia) </div> </div>
	Discordância.	
Triássico Superior	Fm. Santa Maria Fm. Rosário do Sul ss.	Triássico	
Discordância.		
Permiano	Grupo Passa Dois	Grupo Passa Dois	

A Formação Rosário do Sul, de acordo com Bortoluzzi (op. cit.), não apresenta equivalência mais para o norte da bacia, não concordando, portanto, com os propósitos de Gamermann (1973), correlacionando aquela formação com as facies fluviais (Pirambóia) de São Paulo.

Schneider et. al. (1974), baseados nos abundantes dados de superfície e subsuperfície obtidos em pesquisas realizadas pela PETROBRÁS, apresentam uma proposta de revisão estratigráfica para a Bacia do Paraná. Desse trabalho será transcrita apenas a parte da coluna que se refere ao Mesozóico.

QUADRO 4

	Paraná/Santa Catarina	São Paulo	Rio Grande do Sul
JURO — CRETÁCEO SÃO BENTO	Fm. Bauru	FM. Bauru	
Discordância		
	Fm. Caiuá	Fm. Caiuá	
Discordância		
	Fm. Serra Geral	Fm. Serra Geral	Fm. Serra Geral
Discordância		
	Fm. Botucatu	Fm. Botucatu	Fm. Botucatu
	. . ? . ? . . ?Discordância . . . ? . . ? . ? . . .		
Fm. Pirambóia	Fm. Pirambóia	Mb. S. Maria Fm. Rosário do Sul	
.Discordância . . . ? . . . ? . . .		Discordância	

Cabe salientar o trabalho realizado por Soares (1975), analisando detalhadamente a estratigrafia do Mesozóico no Estado de São Paulo, e definindo a Formação Pirambóia como uma unidade particular de sedimentação fluvial, intercalada entre as formações Botucatu e Corumbataí. Posteriormente, estendeu seus estudos, examinando as seqüências mesozóicas nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul. Neste Estado, Soares (op. cit.), como o fizera Gamermann anteriormente, correlaciona a Formação Pirambóia, por ele proposta, com a Formação Rosário do Sul sendo, portanto, contemporâneas e geneticamente similares. Em seu estudo, Soares (op. cit.) considera como pertencentes à Formação Rosário do Sul os sedimentitos fluviais, sotopostos aos arenitos da Formação Botucatu.

Os dados comparativos acumulados nas diversas incursões realizadas principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná e alicerçados nos trabalhos anteriores de cunho estratigráfico, forneceram elementos que permitiram correlacionar e identificar o comportamento das unidades pertencentes ao Grupo São Bento.

A divisão estratigráfica proposta para a constituição do Grupo São Bento, no Rio Grande do Sul, está no Quadro 5. Procurou-se estender a análise de acordo com as unidades representativas do Grupo, na parte Norte da Bacia.

Buscou-se, nesta classificação, separar as unidades, com base nos dados de campo que evidenciaram nitidamente as características ambientais, permitindo a observância de camadas correlatas em outras áreas da Bacia do Paraná.

QUADRO 5

GRUPO	GEOCRONOLOGIA	RIO GRANDE DO SUL FORMAÇÕES	NORTE DA BACIA FORMAÇÕES
SÃO BENTO	Cretáceo Inf/Médio		Caiuá Interdigitamento
	Cretáceo	Serra Geral Interdigitamento	Serra Geral
	Jurássico Superior	Botucatu Discordância	Botucatu
	Jurássico Inferior	Caturrita Discordância	Pirambóia
	Triássico Superior	Santa Maria Discordância	Hiato
	Permo- Triássico	Rosário do Sul	Morro Pelado

3. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

3.1. Estratigrafia

A área examinada, conforme Mapa 1, apresenta afloramentos das seguintes formações sedimentares: Rosário do Sul, Santa Maria, Caturrita e Botucatu. Como ocorre em outras partes do Estado do Rio Grande do Sul, a Formação Botucatu é recoberta de lavas básicas da Formação Serra Geral que, ao norte e a nordeste da região está parcialmente recoberta por sedimentitos da Formação Tupanciretã. Na continuidade do trabalho, serão descritas as características gerais das formações envolvidas, excetuando-se as formações Serra Geral e Tupanciretã; esta, por não ter sido estudada em sua área de ocorrência; e daquela, apenas citaremos o seu comportamento morfológico na área de estudo.

Os valores analisados para as unidades sotopostas à Formação Serra Geral são basicamente alicerçados em dados de campo.

3.2. Formação Rosário do Sul

3.2.1. Generalidades

A Formação Rosário do Sul foi definida por Gamermann (1973), que estabelece sua seção tipo na BR - 290, nas proximidades da cidade de Rosário do Sul, no Rio Grande do Sul. Esta formação foi dividida em duas facies: uma eminentemente fluvial, com depósitos de transbordamentos, e outra tipicamente lacustre, que constitui a Facies Santa Maria. Observa-se que o autor engloba, na formação proposta, sedimentitos pertencentes às formações Caturrita e Santa Maria.

O conceito de Gamermann (op. cit.) não foge muito daquele proposto inicialmente por Delaney e Goñi (1963), que procuram definir o posicionamento estratigráfico das camadas vermelhas compreendidas entre as formações Estrada Nova e Botucatu, e decidem atribuir aqueles sedimentitos e suas características deposicionais, tanto física como biológica, em uma unidade estratigráfica autônoma, denominando-a de **Formação Rio Pardo**, tendo área tipo localizada nas proximidades da cidade de Rio Pardo.

Assim sendo, englobam, nesta unidade, sedimentitos que correspondem atualmente às formações Santa Maria e Caturrita.

Recentemente, em trabalho de mapeamento realizado entre 1969 e 1970 para a PETROBRÁS, no flanco sudeste da Bacia do Paraná, principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e publicados posteriormente por Tommasi (1973), verifica-se que o autor mantém a designação inicial de Formação Rio Pardo, proposta por Delaney e Goñi (op. cit.), e omite do conceito original destes autores os sedimentitos por eles designados de Santa Maria Inferior e Santa Maria Superior.

Neste seu trabalho, Tommasi (op. cit.) elabora uma seção estratigráfica representativa da Formação Rio Pardo na BR-471 (Pântano Grande — Rio Pardo — Santa Cruz do Sul) e redefine esta formação como uma unidade constituída de "arenitos finos a médios, argilosos, mal selecionados e secundariamente siltitos argilosos, coloração vermelho clara, sendo freqüente a presença de estratificação cruzada planar e acanalada, estruturas de corte e preenchimento com depósitos residuais de canal na base".

Tommasi (op. cit.), com subsídios no mapeamento realizado, também indica uma correspondência no processo deposicional entre a Formação Rio Pardo e o Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto, com exposições ao norte da bacia.

Posteriormente, Bortoluzzi (1974), baseando-se na adiantada fase de conhecimentos do Mesozóico, principalmente no Rio Grande do Sul, identifica a Formação Rosário do Sul de Gamermann (op. cit.), definindo-a como uma unidade estratigráfica própria, e restringindo seu alcance apenas aos sedimentitos essencialmente arenosos, intercalados entre as formações Estrada Nova e Santa Maria, similar àquela já pretendida por Tommasi (op. cit.) para a Formação Rio Pardo.

Neste trabalho, ressalta-se que a Formação Rosário do Sul compreende os sedimentitos de cores avermelhadas, essencialmente arenosos, situados entre as formações Estrada Nova e Santa Maria. Quando esta última não se faz presente, a Formação Rosário do Sul poderá estar em contato direto com a Formação Caturrita.

Aparentemente, nas áreas de Monte Negro e Vila Scharlau BR - 116, os arenitos da Formação Caturrita apoiam-se sobre a Formação Rosário do Sul. Observações, nesse sentido, deverão ser analisadas com maiores detalhes na referida região.

A Formação Rosário do Sul ocorre na área estudada numa faixa com direção E - W, tendo como limite mais oriental o Rio Toropí e ocidental o Rio Jaguarí-Mirim, com ocorrência também ao sul do Rio Ibicuí-Mirim.

Pouco se pode definir desta unidade sedimentar quanto à sua distribuição real e às suas relações de contato na região acima, em virtude da precariedade de afloramentos dispostos para uma análise mais acurada. Com efeito, os sedimentitos da Formação Rosário do Sul, em quase toda a extensão pesquisada, estão recobertos por sedimentos quaternários, amplamente estudados por Veiga (Comunicação Verbal).

Tais sedimentitos dificultam um contato mais direto com a formação, impedindo o seu reconhecimento mais detalhado.

Em razão do exposto, procurou-se analisar com melhores detalhes alguns cortes rodoviários recentemente abertos, principalmente ao longo da rodovia que liga São Vicente do Sul a Jaguarí. Os cortes correspondem às seções superiores da formação e apresentam em média uma espessura de 10 metros.

3.2.2. Litologia

As cores mais indicativas nos afloramentos visitados variam do vermelho escuro ao vermelho claro.

Texturalmente, é constituída essencialmente de arenitos finos a médios, quartzosos e micáceos, com feldspatos subordinados (em muitos casos apresenta manchas esbranquiçadas possivelmente resultantes das alterações dos feldspatos).

A ocorrência de pelitos é pequena ou quase inexistente e normalmente aparecem em outras áreas do Estado em proporções mais significativas; mas as argilas não ultrapassam a 5% (Bortoluzzi, 1974). Os escassos ruditos são do tipo intraformacional, dos quais os fragmentos de pelitos derivam, possivelmente, da erosão de siltitos ou argilitos sotopostos aos arenitos.

A ocorrência de diques e pequenos "sills" foram verificados nas proximidades da cidade de Jaguarí, produzindo maior litificação nos sedimentitos da Formação Rosário do Sul.

3.2.3. Estruturas

As estruturas primárias mais freqüentes são as estratificações cruzadas e plano-paralelas. As primeiras correspondem ao tipo acanalado de médio a grande porte (Conybeare e Crook, 1968); geralmente, os contatos superiores dos estratos cruzados são marcados por uma superfície de truncamento, na qual sobrepõem-se clásticos mais finos, que dificilmente passam de arenito muito fino.

Secundariamente, apontamos ocorrência restrita de concreções carbonáticas de pequenas dimensões e formatos irregulares, que se dispõem de maneira dispersa no corpo arenítico. A ocorrência dessas concreções foi também verificada por Garmann (1973), na seção tipo e Bortoluzzi (1974), na região de Santa Maria.

3.2.4. Relações Estratigráficas

De acordo com a análise bibliográfica revisada e, mais particularmente com base nos autores que mais se dedicaram a estudar o contato inferior da Formação Rosário do Sul, Figueiredo Filho (1972), analisando o comportamento estratigráfico do Grupo Passa Dois, no Rio Grande do Sul, discute este contato e opina sobre uma discordância erosiva, envolvendo um pequeno hiato; mas não afasta a idéia do aparecimento de lentes arenosas no topo da Formação Estrada Nova, com ocorrência de estruturas acanaladas.

Cumprir mencionar que o autor não descarta a possibilidade de uma correlação da Facies Armada (Formação Estrada Nova) com a Formação Rio do Rasto. Posteriormente, Gamermann (1973) afirma que, em seus estudos de campo, observou nitidamente um caráter transicional entre as formações Estrada Nova e Rosário do Sul e afirma que "A zona onde os arenitos se tornam predominantes e acanalados, estabelecemos arbitrariamente como ponto de contato das formações Estrada Nova e Rosário do Sul".

O mesmo caráter transicional é também atestado entre os membros Serrinha e Morro Pelado (Fm. Rio do Rasto), na Serra do Cadeado, no Estado do Paraná.

3.2.5. Idade e fósseis

Tendo em vista a relação do contato inferior da formação, identifica-se, para esta unidade, um início de sedimentação possivelmente no Permiano Superior (idade atribuída à Formação Estrada Nova), que culmina no Triássico.

Até o presente momento somente foram encontrados, na formação, restos de troncos silicificados por Gamermann (op. cit.) e Bortoluzzi (1974).

3.2.6. Interpretação ambiental

As observações realizadas na BR-471, Pântano Grande – Rio Pardo, na BR-290, de São Gabriel a Rosário do Sul e na BR-158, São Sepé - Santa Maria, permitem afirmar que os sedimentitos da Formação Rosário do Sul representam, no Rio Grande do Sul, uma seqüência fluvial com depósitos constituídos predominantemente por clásticos finos, admitindo uma fase de estabilidade no processo deposicional da bacia.

A unidade sedimentar apresenta depósitos de canais e de transbordamentos, com maiores predominâncias para os depósitos de barra de pontal, segundo Johnson e Friedman (in Medeiros et. al., 1971, pg. 59). A razão desta análise prende-se à falta de características mais típicas nos depósitos de transbordamento, como marcas ondulares de pequeno porte, bioturbação e depósitos de argilitos e folhelhos, comuns nos baixios da planície de inundação.

Nas observações efetuadas nos poucos afloramentos existentes da formação, compartilhando das pequenas espessuras apresentadas em relação às outras partes do Estado, não houve possibilidades de visualizar, na área, um ciclo fluvial completo como aquele presenciado entre Pântano Grande e Rio Pardo.

3.2.7. Correlação

Nos trabalhos de campo executados nos estados do Rio Grande do Sul e

Paraná, chamam a atenção as similaridades físicas, o posicionamento estratigráfico e as relações de contato da Formação Rosário do Sul com o Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto. Admite-se, pois, uma correlação entre as duas unidades, já observadas por Tommasi (1973).

Nas observações realizadas no Estado do Paraná, o Membro Morro Pelado acunha para nordeste da Serra do Cadeado, não mais ocorrendo na região de São Jerônimo da Serra, fato também atestado por Vieira (1973). Este Membro tem suas espessuras aumentadas mais para o sul da Bacia, com valores confirmados por Mendes (1952), Vieira (1973) e Tommasi (1973).

3.3. Formação Santa Maria

3.3.1. Generalidades

O Grupo São Bento, no Rio Grande do Sul, está cronologicamente alicerçado na bioestratigrafia da Formação Santa Maria, a partir da primeira descoberta de ossos fósseis efetuada pelo Dr. Jango Fischer em 1902 e classificados por Woodward (in Beltrão, 1965, pg. 12), como pertencentes a um réptil triássico *Scaphonyx fischeri*.

Posteriormente, von Huene e Stahlecker (1931) dão as diretrizes básicas para a elucidação bioestratigráfica das camadas vermelhas de Santa Maria. Em suas observações geológicas, no Rio Grande do Sul, os pesquisadores intensificaram as investigações principalmente nas áreas de Santa Maria e São Pedro do Sul, onde elaboraram diversos perfis estratigráficos utilizando os mesmos conceitos de White (1908) e adotando a denominação de camadas vermelhas do Rio do Rasto para os sedimentos fossilíferos do Triássico.

Cumprir mencionar que Gordon Jr. e Brown (1952), após as descobertas efetuadas por Gordon Jr. e Price, no afloramento Passo das Tropas, de restos de plantas identificadas como pertencentes à flora *Thinfeldia - Dicroidium* - analisam detalhadamente a área pesquisada e compõem um perfil estratigráfico, localizado mais precisamente nas proximidades do Arroio Passo das Tropas, na rodovia São Sepé - Santa Maria. Como se percebe, a seção composta é atribuída pelos autores como a parte basal da Formação Santa Maria.

É inegável que Bortoluzzi e Barberena (1967) dão uma nova fisionomia aos depósitos e comportamento estratigráfico da Formação Santa Maria, subdividindo-a com bases litológicas e paleontológicas em dois membros: o inferior, constituído principalmente de arenitos e lamitos, com ocorrência de um conglomerado basal, indicando para este pacote uma espessura em torno de 18 metros e denominado de parte inferior "A", cuja área tipo está localizada no afloramento Passo das Tropas; o nível superior desse membro, denominado de parte "B", é afossilífero, com uma espessura em torno de 50 metros e sua seção tipo ocorre a 2,5 km a sudeste do Cerriquito. O membro superior foi subdividido em três partes: C, D e E.

Nos últimos 54 metros do membro superior, parte "E", localizada a nordeste do Cerriquito, com exposições também na base do Cerro de Santa Maria, observa-se o contato entre as partes "D" e "E". Sendo que a parte "E", assim designada pelos autores e de origem fluvial, corresponde, em nosso estudo, aos sedimentitos fluviais da Formação Caturrita. Bortoluzzi e Barberena (op. cit.), indicam uma discordância entre as partes "D" e "E", o que vem reforçar nossa idéia com relação aos contatos das

formações Santa Maria e Caturrita.

Posteriormente, Katoo (1971), em tese de mestrado, e subsidiado pelo trabalho de Bortoluzzi e Barberena (op. cit.), estuda as associações de conchostráceos que ocorrem na parte "A" do membro inferior e na parte "E" do membro superior. Os resultados obtidos induzem a autora a optar por duas formações distintas, sendo que a parte "E" difere bioestratigraficamente das camadas sotopostas.

As controvérsias criadas para a compreensão do comportamento espacial e vertical das camadas vermelhas de Santa Maria foram subsídios para que Bortoluzzi (1974) empreendesse um trabalho de campo exaustivo, no intuito de melhor posicionar a base e o topo desta unidade. O trabalho foi amparado por mapeamento regional e coadjuvado por perfis estratigráficos que levam o autor a propor formalmente a denominação de Formação Santa Maria a um conjunto de sedimentitos estratigraficamente delimitados dentro do Grupo São Bento. E estabelecendo, para esta unidade, dois membros distintos: um inferior - Passo das Tropas - constituído por conglomerados e arenitos conglomeráticos a que se associam os arenitos e pelitos vermelhos e outro superior - Alemoa - constituído basicamente de lamitos vermelhos, calcíferos, maciços e ricos em répteis triássicos.

Nas observações de campo realizadas na região, a Formação Santa Maria tem uma distribuição preferencialmente E - W com pequena inflexão, rumando em direção a Jaguarí.

Sua ocorrência constitui-se basicamente de lamitos e os estudos de Barberena (1977) demonstram, com base nos fósseis da Zona Associação Therapsida, tratar-se da seleção inferior da Facies Alemoa.

3.3.2. Espessura

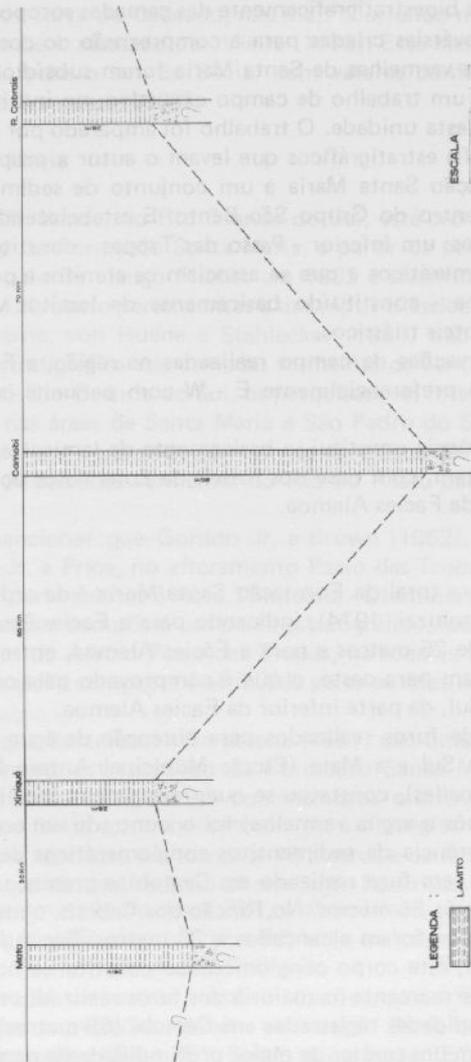
A espessura total da Formação Santa Maria é da ordem de 80 metros para a sua seção tipo (Bortoluzzi, 1974), indicando para a Facies Passo das Tropas uma espessura aproximada de 25 metros e para a Facies Alemoa, entre 50 e 55 metros. Tais espessuras, se adelçam para oeste, o que é comprovado pela ocorrência, no município de São Pedro do Sul, da parte inferior da Facies Alemoa.

A partir de furos realizados para obtenção de água subterrânea, situados entre São Vicente do Sul e a Mata (Escola Municipal Antero Xavier) e em Xiniquá (Fazenda Irmãos Dornelles), constatou-se que, na primeira localidade, em uma sondagem de 36 metros, após a argila vermelha, foi encontrado um conglomerado basal; no segundo local, a ocorrência de sedimentitos conglomeráticos deu-se a 28 metros. Na região de Santa Maria, em furo realizado em Camobi, a presença de arenito conglomerático foi verificada após 85 metros. No Rincão dos Cabrais, o mesmo conglomerado e o arenito conglomerático foram alcançados a 28 metros. Segundo os proprietários da empresa de sondagem, este corpo conglomerático constitui-se no melhor aquífero da região, e sua presença é marcante na maioria dos furos realizados na área.

As profundidades registradas em Camobi (85 metros) e em Rincão da Porta (90 metros), indicam um caráter de maior profundidade da pequena bacia deposicional da Formação Santa Maria, entre as duas áreas.

A ocorrência deste conglomerado já era atestada por Gordon Jr. e Brown (1952), Tommasi (1973) e Soares (1975) e, com base nos valores citados, estabeleceu-se um perfil de correlação (Fig. 3) para a Formação Santa Maria.

PERFIL DE CORRELAÇÃO DA FORMAÇÃO SANTA MARIA
 Baseado em furos para água subterrânea



3.3.3. Litologia

A Facies Alemoa é basicamente constituída de lamitos. A disposição maciça e a dominância de clásticos finos são os elementos mais determinantes deste pacote. A cor predominante é o vermelho tijolo e apresenta manchas claras dispostas quase sempre subverticalmente, comportando-se como um diagnóstico da Formação Santa Maria. As características erosivas observadas, principalmente a oeste e ao norte de São Pedro do Sul são do tipo ravinóide, algumas atingindo grandes dimensões, principalmente quando o lençol freático encontra-se em maiores profundidades e a erosão linear tende a atingir o nível de base de erosão, finalizando com o alargamento lateral deste modelo erosivo.

3.3.4. Estruturas

A facies avermelhada não apresenta estruturas primárias nos afloramentos investigados. O aspecto maciço dos lamitos é tão significativo, que é um critério usado para a caracterização desta unidade em outras áreas.

3.3.5. Relações de contato

Considera-se, neste trabalho, o contato inferior da Formação Santa Maria discordante da Formação Rosário do Sul.

Procurou-se analisar o contato superior da Formação Santa Maria a partir do trabalho de Gordon Jr. (1947), admitindo um contato discordante verificado na região de Santa Maria. No trabalho de Bortoluzzi (1974), o autor não contesta a existência de uma discordância, separando os lamitos da Facies Alemoa dos arenitos fluviais sobrepostos. Ao contrário da afirmação de Gordon Jr. (op. cit.), que indica a discordância localizada entre os arenitos eólicos do Botucatu dos sedimentitos fluviais da Formação Santa Maria (para este autor), discordância que também não nos põe em dúvidas, pois, realmente, ela ocorre em outras áreas do Estado.

Nos trabalhos de campo realizados na região de Santa Maria (BR-150), mais precisamente na base do Cerrito, verificou-se o contato discordante entre lamitos da Formação Santa Maria e os arenitos sobrepostos da Formação Caturrita; igual observação também efetuamos no corte ferroviário da Vila Kennedy.

No perfil realizado na cidade de Jaguarí, é constatado um espesso conglomerado separando sedimentitos fluviais da Formação Caturrita, de siltitos maciços possivelmente da Formação Santa Maria.

3.3.6. Idade e fósseis

Indiscutivelmente, a Formação Santa Maria é uma das unidades estratigráficas mais ricas em fósseis da Bacia do Paraná e a bioestratigrafia desta formação vem evoluindo desde o seu primeiro achado, realizado pelo Dr. Jango Fischer nos jazigos da Alemoa, e posteriormente estudados por Woodward (1903, 1907, in Beltrão, 1956 pg. 11).

É interessante assinalar o caráter precursor de Huene e Stahlecker (1931), que indubitavelmente deram novas diretrizes à bioestratigrafia triássica da Bacia do Paraná.

Outras pesquisas surgiram, acompanhadas de novas descobertas, podendo-se enumerar os trabalhos de Price (1947), Gordon Jr. e Brown (1952), Pinto (1956), Beltrão (1965), Katoo (1971), Bortoluzzi (1974) e Barberena (1977).

É inegável a contribuição que Barberena (op. cit.) vem dando à bioestratigrafia da Formação Santa Maria. Os dados paleontológicos acumulados por este autor lhe deram condições suficientes para subdividir a referida formação em três zonas de associações, sendo duas representadas pelos tetrápodes fósseis e uma terceira com base na flora *Dicroidium*.

No trabalho citado, Barberena estabelece um posicionamento cronológico mais preciso para a unidade, e conseqüentemente uma melhor postura do Grupo São Bento na bacia, fator evidenciado com base nas Zonas-associações, posicionando a ocorrência destes fósseis entre os intervalos Chanarense Médio e base do Ischigualastense Superior da Argentina.

3.3.7. Interpretação ambiental

Quando se discute o comportamento basal da Facies Passo das Tropas, ocorre uma preocupação na interpretação das condições iniciais de sedimentação da Formação Santa Maria, bem como da sua seqüência final, representada pelos depósitos lamíticos da Fácies Alemoa. Baseados nestes fatos, pode-se admitir que:

- o caráter inicial dos depósitos da Formação Santa Maria, com clásticos grosseiros e mal selecionados, variando de angulosos a sub-arredondados, sugerem um fluxo de área fonte muito próxima, possivelmente do escudo Sul Rio-Grandense; estes depositaram-se inicialmente nas bordas da bacia, terminando com arenitos mais grosseiros e conglomeráticos que se distribuem em grande parte da área de sedimentação.
- a granodecrescência ascendente que ocorre na Formação Santa Maria, caracteriza uma zona de colmatação lenta e progressiva; isso demonstra uma desaceleração na dinâmica deposicional, cuja seqüência evoluiu vertical e lateralmente, recobrindo ou mesmo, muitas vezes, transgredindo as áreas marginais iniciais e depositando-se finalmente em pequenas paleodepressões vizinhas.
- a região em que afloram os sedimentitos da Formação Santa Maria, possivelmente comportava-se como uma bacia de subsidência, com alongamento dominante Leste-Oeste, cuja borda ocidental localizava-se na região de Jaguarí e a oriental, a leste de Venâncio Aires. Provavelmente os depósitos iniciais conglomeráticos embutiam-se em paleodepressões da Formação Rosário do Sul.
- face à escassez sistemática de estruturas significativas de ambiente lacustre, tais como laminação plano paralelo, e descartando-se a intensa bioturbação, o freqüente aspecto maciço da seqüência pelítica que en-

volve a Facies Alemoa, parece indicar um ambiente que recebia contribuição eólica - "Loess" - semelhante às atuais áreas loéssicas que ocorrem no Globo.

3.3.8. Correlação

A Formação Santa Maria não possui correspondente na Bacia do Paraná que indique uma correlação. A relação que envolve esta unidade está afeta a outras regiões continentais e diagnosticada em virtude do seu conteúdo fossilífero. Portanto, as correlações são fundamentadas na bioestratigrafia, como aquela sugerida por Gordon Jr. e Brown (1952), que correlaciona esta unidade com a Formação Molteno da África e a Formação Cacheuta da Argentina.

Barberena (1977), com base nas Zonas-associação, correlaciona esta unidade com as formações Ischichuca e Ischigualasto da Argentina.

3.4. Formação Caturrita

3.4.1. Generalidades

"Caturrita" é o nome que propomos, (Jabur 1980) e (Medeiros 1980), para elevar à categoria de Formação, com base nos artigos 6, letra (d) e 16, letra (a) do Código de Nomenclatura Estratigráfica. A unidade sedimentar de caráter fluvial está intercalada, em grande parte, entre as formações Santa Maria ou Rosário do Sul, sotopostas, e a Formação Botucatu, sobreposta, no Rio Grande do Sul.

A proposição que formulamos, elegendo o Membro Caturrita para a categoria de Formação, está amparada no comportamento de campo que esta unidade apresenta, denunciando claramente a sua particularidade deposicional na Bacia do Paraná, estando bem caracterizada sua base e topo.

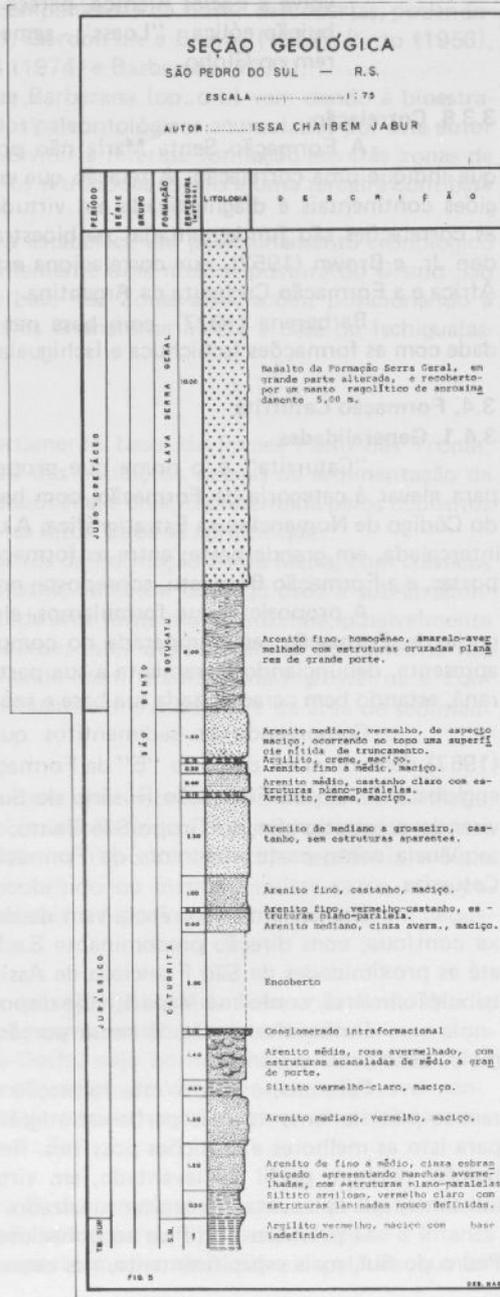
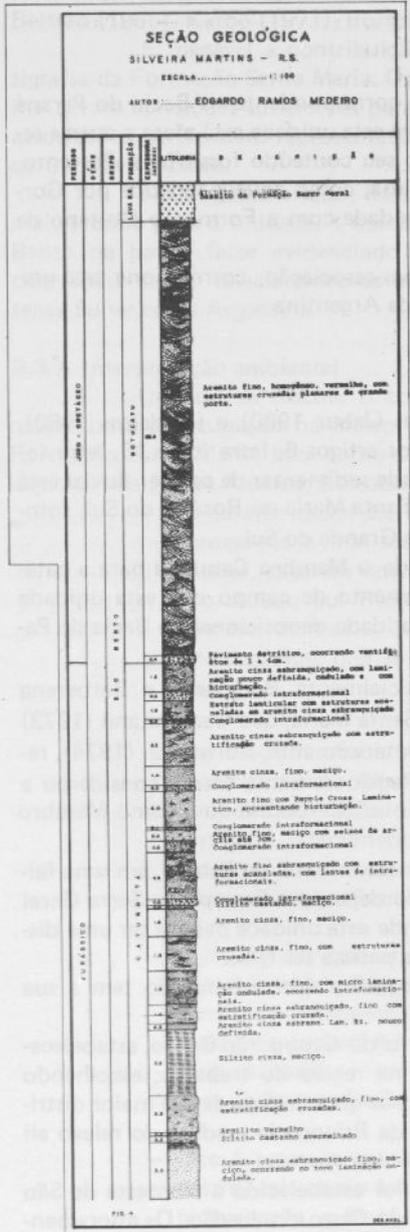
Compreende os sedimentitos que inicialmente Bortoluzzi e Barberena (1967) denominaram de parte "E" da Formação Santa Maria, que Gamermann (1973) englobara dentro da Formação Rosário do Sul; posteriormente, Bortoluzzi (1974), revisando a estratigrafia do Grupo São Bento, na Região de Santa Maria, considerou a seqüência como parte integrante da Formação Botucatu, definindo-a como Membro Caturrita.

Sua zona de ocorrência vem desde a parte oriental do Estado, em uma faixa contínua, com direção predominante E - W, bordejando a Escarpa da Serra Geral até as proximidades de São Francisco de Assis, onde esta unidade passa a ter uma distribuição inversa, conforme Mapa 1, cuja disposição passa a ser N-S.

Indiscutivelmente, é nessa porção geográfica que a formação tem a sua maior ocorrência regional.

Para melhor situar esta formação dentro do Grupo São Bento, estabeleceram-se prioritariamente dois perfis estratigráficos na região do trabalho, escolhendo para isto as melhores exposições possíveis. Ressalte-se que, na área de sua maior distribuição, nenhum perfil foi levantado, em virtude da fisionomia madura do relevo ali existente, que apresenta um caráter suavizado.

O primeiro perfil de reconhecimento foi estabelecido a Nordeste de São Pedro do Sul, mais especificamente, nas cercanias do Cerro do Jordão. Os afloramen-



tos, de um modo geral, nesta região, não exprimem a realidade, porquanto aparecem em grande parte capeados por sedimentos recentes; e, em algumas áreas, expressam grandes espessuras, como aquela verificada no setor oriental do cerro; os sedimentitos, contudo, estão em grande parte mascarados por colúvio.

A seção levantada para a área (fig. 5) está localizada a sudeste do Cerro do Jordão, 700 metros antes da bifurcação da estrada que liga São Pedro do Sul a Barro Preto e Serrinha. A estratigrafia estabelecida nesta localidade não possibilitou determinar o contato com a Formação Santa Maria, sotoposta, por estar o mesmo encoberto.

Os reconhecimentos geológicos levantados na periferia da escarpa basáltica, principalmente nas bordas dos morros-testemunho, revelou, com surpresa, uma quantidade enorme de troncos fósseis, silicificados, provenientes das partes mais altas, onde ocorrem exposições dos sedimentitos da Formação Caturrita. O material, num exame mais detido, mostra sinais de retrabalhamento recente, principalmente, nas zonas onde a topografia se mostra mais suavizada, compreendida nas áreas intermontanas.

Nestas superfícies aplainadas, são facilmente identificados os processos de retrabalhamento, demonstrados pelos níveis de "stone lines", formados quase exclusivamente por fragmentos de troncos silicificados com intercalações de clastos de basalto.

Posteriormente, levantou-se uma outra seção (fig. 6), na rodovia que liga Jaguarí - Santiago, no km 1. Os cortes recém-abertos demonstraram os melhores afloramentos até então estudados. As magníficas exposições propiciaram um reconhecimento completo do comportamento deposicional da Formação Caturrita, possibilitando uma correlação com os sedimentitos fluviais, estabelecidos por Medeiros (inédito), no perfil, (fig. 4) executado na rodovia que liga Camobi a Silveira Martins, na Serra Geral.

Outras exposições foram analisadas ao longo da rodovia Jaguarí - Santiago, onde os afloramentos são excelentes em virtude de os cortes serem recentes, como aqueles verificados nas proximidades de Curuçu e Ernesto Alves.

3.4.2. Espessura

Baseando-se nos valores obtidos no perfil de Jaguarí (65 m) e nos perfis de Silveira Martins, com aproximadamente 90 m, (Medeiros, inédito) e no de Caturrita (Bortoluzzi, 1974), com aproximadamente (80 m), infere-se um adelgaçamento dos sedimentitos desta unidade para oeste; na região de sua maior ocorrência, sua espessura dificilmente será expressa por trabalhos de superfície, em virtude da suavidade do relevo, apenas limitado, algumas vezes, por pequenas mesetas.

3.4.3. Litologia

Analisando a distribuição vertical dos sedimentitos da Formação Caturrita, muito bem expostos no perfil de Jaguarí, pode-se sentir que a base desta unidade, que é iniciada por conglomerados e arenitos conglomeráticos, mantém relações com outras áreas, a que se limitou este contato (Bortoluzzi, 1974 e Medeiros, inédito), ocorrendo, muitas vezes, no topo conglomerático, níveis de matéria orgânica com espessuras variando em até 0,30 m.

Os conglomerados e os arenitos conglomeráticos associados, via de regra, apresentam, como seus maiores constituintes, seixos de quartzo sub-angulosos a sub-arredondados, com incorporações de galhas de argila que variam em até 0,10m, em média.

Os arenitos são as rochas mais comuns, enquanto os pelitos, quando ocorrem, estão representados sob a forma de lentes ou camadas. Estas características gerais têm sido corroboradas pelos valores de relação arenitos/pelitos, representados na Fig. 7.

FIGURA 7

Perfis	Arenito/Pelitos
JAGUARÍ	37,20
CERRO DO JORDÃO	11,11
SILVEIRA MARTINS	5,52

Os arenitos apresentam composição essencialmente quartzosa e as cores mais representativas variam do amarelo ao vermelho-claro, passando em algumas áreas a dominar a tonalidade cinza (Medeiros, Inédito).

Texturalmente, estes arenitos variam de finos a conglomeráticos, mas havendo porcentualmente uma preferência granulométrica para as frações medianas. Com respeito às variações laterais, a ocorrência de uma facies mais grosseira se faz sentir ao sul e sudoeste de Unistalda e ao sul da Coxilha do Pedregulho; sendo comum o aparecimento de níveis conglomeráticos e arenitos mais grosseiros.

De um modo geral, os sedimentitos da Formação Caturrita muitas vezes estão representados por conglomerados intraformacionais, preenchendo canais - os **clay galls**. Comumente possuem dimensões variadas e a forma destes clastos varia de conformidade com o tamanho; os que possuem valores menores apresentam, em média, formas arredondadas; outros exibem formas mais achatadas e o diâmetro maior, paralelo à estratificação. As pelotas de argila de tamanho maior mostram formas também alongadas e geometricamente angulosas, demonstrando menor transporte e mais rápida deposição.

3.4.4. Estruturas

Os sedimentitos da Formação Caturrita apresentam uma notória estratificação tabular ou lenticular muito estendida e cujas espessuras variam de alguns decímetros a alguns metros, com espessura média em torno de 3 metros, ou seja, escala média a grosseira (seg. Conybeare e Crook, 1968).

As estruturas sedimentares primárias são abundantes e estão representadas no Quadro 6.

QUADRO 6

ESTRUTURAS SEDIMENTARES – % (FORMAÇÃO CATURRITA)			
ESTRUTURAS	LITOLOGIA	P ₁ C. I.	P ₂ JA.
Cruzadas	Arenitos medianos a finos, amarelos	14.11	71.02
Plano Paralelo	Arenitos predominantemente finos, amarelo a róseo	21.96	11.5
Marcas de Ondas	Arenitos medianos, amarelo a róseo, ocorrendo secundariamente siltitos.	—	8.2
Maciço	Arenitos medianos, amarelo avermelhado, sendo menos freqüentes os lamitos.	62.74	2.5
Bioturbação	Arenitos finos a médios, amarelos, muitas vezes passando a róseo	—	3.0
Pelotas de Argilas	Com ocorrência em matriz arenosa, apresentando tonalidade avermelhada.	1.17	1.11

Comparando os dois perfis elaborados, verifica-se que os estratos maciços são bem mais representativos na seção do Cerro do Jordão, com 62,74%, enquanto, em Jaguarí, sua representatividade cai para 2,5%, em uma seção bem mais espessa.

As estruturas cruzadas comuns, nestes arenitos, são de pequeno a médio porte; as estratificações cuneiformes emprestam, em geral, baixo ângulo de mergulho com ocorrência de superfícies de truncamentos bem definidas entre os lóbulos; as estruturas acanaladas, muitas vezes de grande porte, associam-se a conglomerados intraformacionais com diminuição de granulometria para o topo.

As do tipo plano-paralelo ocorrem com espessuras variáveis. Geralmente, a sua constituição textural é predominantemente de clásticos finos. Associam-se marcas de ondas de pequeno porte, muitas vezes, apresentando-se bioturbadas, afetando o desenvolvimento normal da estratificação, simultânea ou imediatamente após a sedimentação.

3.4.5. Relações de contato

O caráter discordante entre a Formação Caturrita e as formações mais antigas não pode ser posto em dúvida, tantas são as evidências de que os sedimentitos sotopostos foram expostos à erosão no tempo pré-Caturrita. As relações desta unidade com as seqüências sobrepostas e sotopostas estão esquematizadas na Fig. 8.

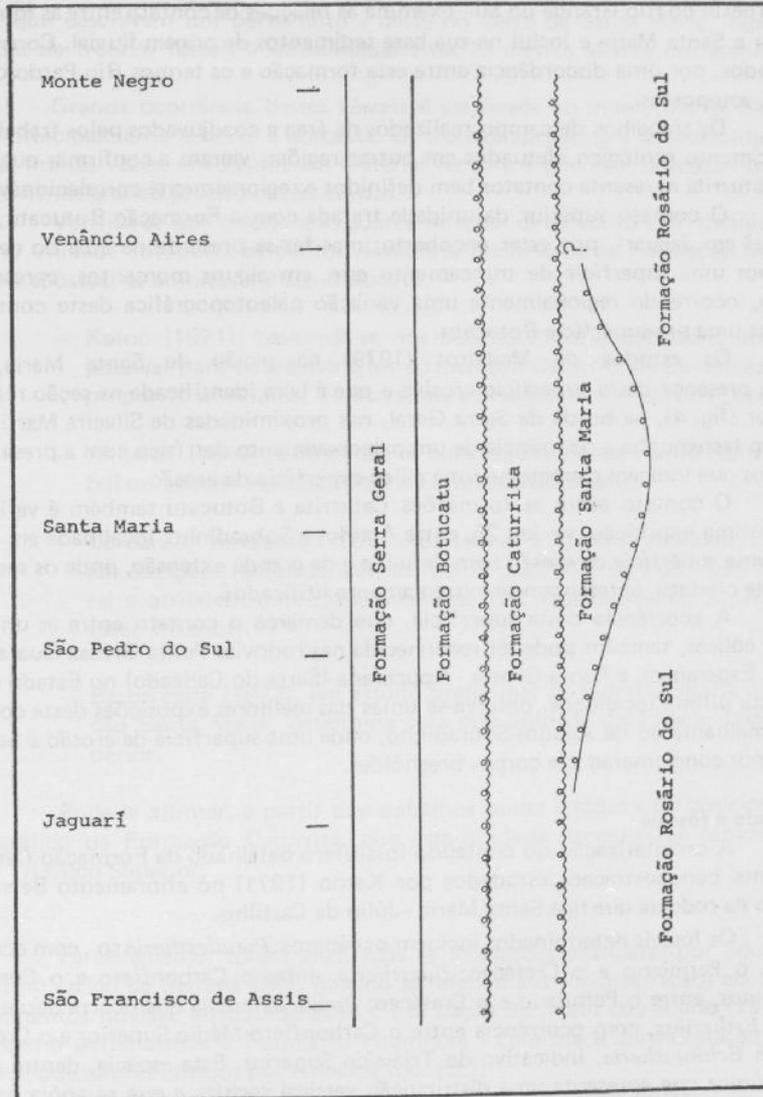


Figura 8 - Corte esquemático, mostrando as relações entre as Formações Sotopostas e sobrepostas à Formação Caturrita.

Ao referir-se ao contato superior da Formação Santa Maria com a Formação Botucatu, Bortoluzzi (1974) analisa detalhadamente a ocorrência de uma discordância, separando clásticos finos e fossilíferos, da Formação Santa Maria com a facies fluvial, Membro Caturrita.

Cabe salientar que Tommasi (1973), em trabalho de campo realizado no setor nordeste do Rio Grande do Sul, examina as relações de contato entre as formações Botucatu e Santa Maria e inclui na sua base sedimentos de origem fluvial. Conclui, em seus estudos, por uma discordância entre esta formação e os termos Rio Pardo ou Santa Maria, sotopostos.

Os trabalhos de campo realizados na área e coadjuvados pelos trabalhos de reconhecimento geológico efetuados em outras regiões, vieram a confirmar que a Formação Caturrita apresenta contatos bem definidos e regionalmente correlacionáveis.

O contato superior da unidade tratada com a Formação Botucatu, não é observável em Jaguarí, por estar encoberto; mas faz-se presente na área do cerro do Jordão por uma superfície de truncamento que, em alguns momentos, apresenta-se ondulada, ocorrendo regionalmente uma variação paleotopográfica deste contato, o que indica uma pré-superfície Botucatu.

Os estudos de Medeiros (1979) na região de Santa Maria, confirmam a presença desta superfície erosiva e que é bem identificada na seção realizada pelo autor (fig. 4), na borda da Serra Geral, nas proximidades de Silveira Martins. Este contato testemunha a ocorrência de um paleopavimento detrítico com a presença de ventifactos que indicam claramente uma páleo-superfície de erosão.

O contato entre as formações Caturrita e Botucatu também é verificado em uma ótima exposição, no km 25, entre Agudos e Sobradinho, localidade em que se observa uma superfície de erosão bem definida e de grande extensão, onde os sedimentos, neste contato, apresentam-se extremamente litificados.

A ocorrência desta superfície, que demarca o contato entre as unidades fluviais e eólicas, também pode ser reconhecida nas rodovias Ponta-Grossa-Guarapuava (Serra da Esperança), e Ponta-Grossa - Apucarana (Serra do Cadeado) no Estado do Paraná. Nesta última localidade, observa-se umas das melhores exposições deste contato, muito semelhante ao de Agudos-Sobradinho, onde uma superfície de erosão é bem demarcada por conglomerados e corpos brechóides.

3.4.6. Idade e fósseis

A caracterização do conteúdo fossilífero detalhado da Formação Caturrita apoia-se nos conchostráceos estudados por Katoo (1971) no afloramento Belvedere, localizado na rodovia que liga Santa Maria - Júlio de Castilho.

Os fósseis determinados incluem os gêneros: *Pseudestheria* sp., com ocorrência entre o Permiano e o Cretáceo; *Euestheria*, entre o Carbonífero e o Cretáceo; *Orthothemos*, entre o Permiano e o Cretáceo; *Pseudoaemussia* que ocorre desde o Devoniano; *Estheriina*, com ocorrência entre o Carbonífero Médio Superior e o Cretáceo Inferior e *Echinestheria*, indicativo do Triássico Superior. Esta espécie, dentre as outras, é a única que apresenta uma distribuição vertical restrita e que se apóia na indicação mais aproximada da cronologia desta unidade.

Além dos conchostráceos, Katoo (op. cit.) anuncia a ocorrência, no afloramento, de escamas de peixes possivelmente paleoniscídeos e fragmentos de vegetais não determinados.

A ocorrência de troncos silicificados é significativa e de distribuição regional. As primeiras referências sobre o assunto foram feitas por Huene e Stahlecker (1931), que descrevem um perfil feito a oeste do Cerro de Santa Maria, indicando a existência de troncos fósseis a aproximadamente 23 metros abaixo dos arenitos eólicos.

Grande ocorrência destes fósseis é verificada no município de São Pedro do Sul, principalmente a norte e nordeste. Os troncos apresentam-se caoticamente dispersos e, muitas vezes, envolvidos em material recente e que vem dificultar o posicionamento estratigráfico preciso destes corpos.

Verifica-se que a formação guarda relações de contatos bem definidos, tendo como unidade sotoposta os pelitos ricamente fossilíferos da Formação Santa Maria e, sobrepostos, os arenitos eólicos Botucatu.

- Katoo (1971), baseando-se nos conchostráceos, determina uma idade possível para os sedimentitos do membro Caturrita de Bortoluzzi (1974) propondo uma idade Triássica, mais precisamente Triássico Superior.
- Almeida (1950), estudando os conchostráceos da Facies Santana, atribui uma idade Jurássica para a Formação Botucatu.
- Cordani e Vadoros (1967) e Sartori et al. (1975) analisam, com base em datações radiométricas, as rochas basálticas da Formação Serra Geral e atribuem uma idade média de 123 m.a. (Jurássico Superior, Cretáceo Inferior).
- Barberenna (1977), em estudo preliminar da bioestratigrafia da Formação Santa Maria, determina para esta unidade uma idade Triássica Superior.

Pode-se afirmar, a partir dos trabalhos acima citados e do posicionamento estratigráfico da Formação Caturrita, que esta unidade depositou-se provavelmente após o Triássico Superior.

Paralelamente, foram analisadas as indicações efetuadas por Souza et al. (1971), no jazigo de Serrana (SP), quando se referem aos conchostráceos encontrados em sedimentos fluviais, atribuindo estes à Formação Botucatu que Soares (1975) considera como pertencentes à Formação Pirambóia - com idade Juro-Cretácea, aproximando-se dos valores obtidos por Almeida (op. cit.).

Deste modo, o posicionamento geocronológico mais provável para a Formação Caturrita corresponderia ao Jurássico Inferior e Médio.

3.4.7. Interpretação ambiental

Com base nas características litológicas desta unidade e reconhecidas nos perfis (Figs. 5 e 6), pode-se concluir que a sedimentação Caturrita processou-se em regime fluvial meandrante.

Os ciclos deposicionais ocorrem, muitas vezes, completos, evidenciados nas texturas e estruturas deste modelo de sedimentação. Ocasionalmente, o intervalo basal caracteriza-se pelo acamamento maciço, representando uma zona de carga de leito, ou então pela ocorrência de conglomerados ou arenitos conglomeráticos que conferem a esta zona, devido ao truncamento basal, o melhor guia para separar os ciclos individuais de origem fluvial.

Portanto, o argumento para a deposição fluvial desta seqüência está baseada na ciclicidade, nas bruscas trocas de granulometria em curtas distâncias e na abundância de estruturas cruzadas coadjuvadas com a presença de conglomerados intraformacionais.

Os sedimentitos evidenciados nesta unidade asseguram um regime deposicional com zonas de inundações estabelecidas em uma paleomorfologia suavizada pré-Caturrita. As características deposicionais demonstram uma atividade em bacia fluvial submetida a processo de subsidência relativa.

A atividade deposicional possivelmente era controlada pelo comportamento das rochas sotopostas, porque aquelas, texturalmente mais pelíticas, contribuíam para o desenvolvimento de planície aluvial mais ampla e canais meandrantos com fluxos mais lentos. Tais assertivas são corroboradas quando analisadas as relações arenitos/pelitos (Fig. 7), verificando-se que as frações mais arenosas aumentam para oeste, com maiores dominâncias entre a Serra do Iguariçá e o rio Ibicui.

Os sedimentitos, de um modo geral, na região, apresentam uma tonalidade que varia do amarelo ao vermelho-claro, denunciando condições paleoambientais oxidantes; o mesmo não ocorre na área estudada por Medeiros (inédito), em que as cores mais claras e mais acinzentadas expressam condições levemente redutoras.

Paralelamente, em uma análise mais ampla e confrontando estes depósitos com os da Formação Pirambóia, no Estado do Paraná, percebe-se que, nesta região geográfica, os sedimentitos Pirambóia acumulavam-se em vales extensamente alargados e as areias depositadas nas planícies de inundações, sob regimes climáticos mais severos e com estiagens prolongadas, facilitavam a atividade eólica e contribuíam para o surgimento de corpos dunares não muito amplos.

Estas observações prendem-se ao fato de ocorrer, nas Serras do Cadeado e Esperança (PR), arenitos finos com estratificações cruzadas de médio a grande porte. As estruturas denunciam, nestes depósitos, a possibilidade de serem resultantes de atividade eólica; estes depósitos diminuem para as áreas mais meridionais da bacia, com ocorrência já em menor escala na região de Silveira Martins, não sendo mais registrados além de São Pedro do Sul, nos sedimentitos da Formação Caturrita.

3.4.8. Correlação

Bortoluzzi e Barberena (1967) foram os primeiros autores a manifestar a possibilidade de correlação de parte "E" da Formação Santa Maria com os arenitos fluviais Pirambóia, de São Paulo.

Posteriormente, Tommasi (1973), em trabalho de mapeamento que realizou nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, demonstrou que, nos trabalhos de campo, os sedimentitos fluviais localizados na base da Formação Botucatu são similares nas três unidades estaduais.

Bortoluzzi (1974) reafirma as conclusões já anteriormente estabelecidas por Bortoluzzi e Barberena (op. cit.), admitindo uma correlação do Membro Caturrita com os arenitos Pirambóia de São Paulo.

Entre as numerosas observações de campo levadas na Bacia do Paraná (flanco leste), nota-se uma similaridade nas características deposicionais e no posicionamento estratigráfico da Formação Caturrita no Rio Grande do Sul, com a Formação Pirambóia, no Estado do Paraná.

Logicamente, estes arenitos formam parte de um mesmo processo deposicional que ocorreu na Bacia do Paraná e as variações faciológicas laterais que possam existir são apenas indicativos das características adquiridas nas diversas áreas em que se processava a sedimentação.

Indubitavelmente, outros elementos que vem alicerçar esta proposição, são os estudos bioestratigráficos estabelecidos por Katoo (1971) no jazigo do Belvedere, (sedimentitos da Formação Caturrita), em Santa Maria, e aqueles efetuados por Souza et al. (1971) para os sedimentitos fluviais da Formação Pirambóia, (Soares, 1975).

3.5. Formação Botucatu

3.5.1. Os Limites da Unidade

É inegável que a Formação Botucatu tem sido objeto das mais variadas denominações e interpretações quanto à sua caracterização como uma unidade própria dentro do Grupo São Bento, desde a sua criação como **Grés de São Bento** por Gonzaga de Campos, no final do século passado.

Inicialmente, o seu reconhecimento, apesar das diferentes denominações atribuídas, restringia-se aos arenitos eólicos associados e não aos derrames basálticos, como se percebe nos trabalhos de White (1908), Oliveira (1930), Oppenheim (1934) e Maack (1941).

A partir desses estudos seguiram-se vários trabalhos que versam sobre o assunto: Almeida e Barbosa (1953) Almeida (1953), Almeida (1964), Bigarella (1967), Souza et al. (1971) Paraguassu (1970/71) Tommasi (1973) e Bortoluzzi (1974) admitem como Formação Botucatu, um conjunto de sedimentitos inicialmente de características fluviais, sobrepostos por arenitos eminentemente eólicos.

Paralelamente, observa-se que não existe uma concordância de pensamento com relação ao assunto considerando-se como Formação Botucatu apenas a seqüência de arenitos de origem eólica. Citamos os trabalhos de Sanford e Lange (1960), Katoo (1971), Franzinelli (1973), Vieira (1973), Soares (1975), Grehs (1976), Bossi et al (1977) e Medeiros (inédito).

As evidências, demonstradas nos trabalhos de campo, permitiram considerar os sedimentitos fluviais e eólicos como duas unidades litoestratigráficas autônomas, como também já haviam verificado Vieira (1973) e Soares (1975). Em resumo, passamos a denominar de Formação Botucatu os arenitos de granulometria fina e homogênea e de tonalidade vermelho-alaranjada, com estratificações cruzadas de mé-

dio a grande porte, dispostos em cunha (cuneiforme) com alto ângulo de mergulho nos "foresets" e apresentando na parte basal da unidade, camadas de conglomerados ou arenitos conglomeráticos; ocorrem, muitas vezes, níveis de ventifactos que indicam para estes corpos, uma gênese típica de condições desérticas nas vezes em que não apresenta os níveis conglomeráticos no contato desta formação com as unidades soto-postas, mostrando uma superfície nítida de brusca mudança textural e estrutural.

3.5.2. Generalidades

Nas seções levantadas em São Pedro do Sul e Jaguarí, a Formação Botucatu não tem a mesma possança deposicional que lhe é peculiar em outras áreas do Estado, mas possui uma distribuição geográfica bem representativa.

Os arenitos desta unidade manifestam, por suas características litológicas e estruturais, as condições ambientais de deposição. Apresentam quase sempre, na sua parte basal, conglomerados ou arenitos conglomeráticos. Muitas vezes são verificados níveis de ventifactos.

Analisando o comportamento dos arenitos da Formação Botucatu e suas relações com a morfologia regional, verifica-se, primeiramente, um intenso recuo da capa basáltica que deixa, em grande parte, os sedimentitos a descoberto. Esta atividade erosiva se faz sentir em toda a região e, com maior intensidade, mais para oeste de Jaguarí. Nota-se que, nesta região, os arenitos geralmente apresentam uma capa protetora muito silicificada, cuja ocorrência também já havia sido presenciada por Maciel Filho et. al. (1971) no Município de São Francisco de Assis. Estes autores procuram explicar a causa como sendo devida à fixação de cimento silicoso, quando liberado pela alteração do basalto sobrejacente.

Muitas vezes, este processo que ocorre na Formação Botucatu também é verificado nos arenitos da Formação Caturrita, chegando a causar confusões, à primeira vista, na interpretação destas duas unidades do Grupo São Bento.

Nos afloramentos percorridos, não foi observada a presença de pelitos intercalados (assunto que será abordado posteriormente) que identificam o estabelecimento de lâmina d'água na paleogeografia do deserto Triássico, na região.

3.5.3. Espessura

Analisando a espessura dos arenitos eólicos e comparando-os com sua ocorrência mais para leste do Estado, verifica-se um adelgaçamento destes depósitos para oeste de São Pedro do Sul, sendo que, nesta região, os arenitos possuem em média 25 metros, analisados principalmente nas bordas dos morros-testemunho. Quanto à espessura da Formação Botucatu, nos municípios de Jaguarí, Santiago, Unistalda, São Francisco de Assis e Caraguataí, aparece nas pequenas mesetas que compõem a morfologia mais saliente da região e não ultrapassa 50 metros. Pode-se indicar, como ponto de referência e apoio para estabelecer uma espessura para toda a área, o Cerro Branco, localizado no Município de Unistalda.

3.5.4. Litologia

Os arenitos possuem basicamente, uma granulometria homogênea em toda a faixa de afloramentos estudados. São arenitos essencialmente quartzosos e as análises efetuadas por Maciel Filho et al. (1971), para o município de São Francisco de Assis,

estabeleceram um diâmetro entre 0,13 e 0,35 mm, com esfericidade 0,7 e arredondamento 0,5, sendo o diâmetro médio 0,20.

Comparando estes valores com aqueles estabelecidos por Bortoluzzi (1974) para a região de Santa Maria, cuja média é 2,30 ϕ (areia fina) e por Almeida (1954), para os Estados de São Paulo e Minas Gerais, com valores médios de 0,21 mm (areia fina), demonstra-se, sem dúvida, uma homogeneidade textural dos sedimentitos da Formação Botucatu, no flanco leste da Bacia.

A tonalidade mais representativa destes arenitos são as cores avermelhadas, muitas vezes associadas ao amarelo.

3.5.5. Estruturas

Os arenitos eólicos do Botucatu exibem estrutura cuneiforme planar (cruzada típica). São longos "foresets", com lâminas originadas por deslizamentos que ocorrem na face de sotavento da geometria dunar e cujas inclinações são superiores a 20°.

Estes corpos cuneiformes são constituídos por lâminas que se distinguem através das menores variações texturais ou pelas variações das cores entre lâminas. As superfícies que separam as unidades sedimentares são, às vezes, muito planas e regulares; freqüentemente, contudo, apresentam-se ligeiramente côncavas, tangenciando superfícies de truncamentos.

Magníficas exposições dessas estruturas podem ser examinadas num grande corte da nova rodovia Jaguarí — Santiago, nas proximidades de Curuçú e Cerro Branco.

A ocorrência de outros tipos de estrutura não se faz presente na região estudada.

3.5.6. Relações de Contato

Quanto ao contato superior da Formação, há ocorrência de intertrapp, no Município de São Pedro do Sul, intercalado nos primeiros derrames. Isso indica um contato inicialmente interdigitado, em que as lavas preenchiam as paleodépões interdunares e posteriormente eram recobertas, caracterizando uma transição.

3.5.7. Idade e Fósseis

A fáunula de conchostráceos estudados por Almeida (1950) e que correspondem ao jazigo da Serra de Santana (SP) (in Almeida, 1954, pg. 4) são: *Bairdestheria barbosai*, *Paleolimnadia petrii*, *Eustheria mendesi*, *Pachecoia acuminata*, *P. rodriguesi*, *Candonopsis pyriformis* e *Candona? sp.*

Em seu trabalho, Almeida (1954), em citação de rodapé, comunica uma nova ocorrência fóssilífera na Facies Santana, estando esta estratigraficamente intercalada entre os derrames mais elevados de Serra da Rifaina (SP), identificando o gênero *Estheriella*.

Em resumo, a idade atribuível à Formação Botucatu, de acordo com os conchostráceos estudados por Almeida (op. cit.), corresponde ao Jurássico. E a ocorrência de *Estheriella* intercalada nos últimos derrames indica uma idade para este pacote entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior.

3.5.8. Interpretação Ambiental

As características deposicionais dos arenitos Botucatu e a grande expressão vertical de seus depósitos, indicam que o processo de sedimentação ocorreu em clima árido de grande amplitude zonal.

A contribuição para o estabelecimento deste grande "Erg", sem dúvidas, foi a natureza sedimentar das unidades sotopostas que forneciam material abundante para os corpos dunares que migravam sobre planos topográficos.

Os paleoventos que penetravam na área (comprovados pelas medições de paleocorrentes) eram procedentes de sudoeste com direções predominantes para nordeste. Dados similares foram obtidos por Medeiros (inédito) para a região de Santa Maria. Os paleoventos indicativos para aquela área possuíam as mesmas disposições, indicando que os paleoventos tinham uma origem nas regiões mais meridionais, em zonas de massas anticiclônicas e depressionárias de ordem planetária e, secundariamente, ocorriam ventos resultantes das variações termométricas regionais. Estes últimos eram responsáveis por depósitos de pequenos campos de dunas com direções invertidas determinadas pelas paleocorrentes das localidades de Cerro Grande, Caraguatã e Unistalda.

A ocorrência de corpos hidroclásticos, nesta unidade sedimentar, não é comum e, quando se faz presente, corresponde certamente à fixação de corpos lacustres temporários, para receber depósitos relativamente delgados em relação à grande espessura da Formação. Estes corpos depositados em lâminas d'água foram, inicialmente, identificados por Almeida e Barbosa (1953) em São Paulo e correspondem à Facies Santana, dos autores.

Analisando o trabalho de Bortoluzzi (1974), o autor, reportando-se ao contato superior da Formação Santa Maria, comenta a existência de intercalações de folhelhos sílticos em arenitos de estratificações cruzadas de grande porte de ambiente eólico, em afloramento da BR - 293 a 12 km a nordeste de Livramento e que correspondem, certamente, a uma mesma ocorrência destes sedimentitos verificados no distrito de Boca do Monte, no Município de Santa Maria e estratigraficamente, estabelecidos por Medeiros (inédito) como intercalados no arenito eólico.

A ocorrência destes sedimentitos sugere a presença de depressões interiores, acumulando águas temporalmente efêmeras e originando, muitas vezes, alinhamentos de corpos lacustres, semelhantes a oásis, próximos a zonas de relevos mais acentuados, representados, nestas áreas, pelos escudos que possivelmente retratam as áreas que bordejavam o grande Erg.

3.6. Formação Serra Geral

3.6.1. Generalidades

Cumprir mencionar que as primeiras referências feitas com relação aos basaltitos da Bacia do Paraná foram realizadas por Derby em 1878 tendo, como seção tipo, a Serra da Esperança, no Estado do Paraná, mais precisamente na Rodovia BR-373, Ponta Grossa - Guarapuava.

Em seu trabalho, Derby (op. cit.) denomina esta seqüência de "Trapp do Paraná" (in Sanford e Lange, 1960, pg. 1344).

Posteriormente, estudando a Geologia do Rio Grande do Sul, von Huene e Stahlecker (1931) ao se referirem aos basaltos da Bacia do Paraná, retratam o comportamento dos meláfiros no perfil que realizaram na ferrovia que liga Santa Maria a Pinhal, indicando a ocorrência de vários lençóis, como também tecendo comentários sobre os intertrapps.

Outros trabalhos surgiram sem, entretanto, modificarem os conceitos atribuídos a White (1908) que, observando a grande atividade vulcânica de que foi palco a Bacia, denomina esta seqüência de Eruptivas da Serra Geral.

Destacam-se os trabalhos sobre o assunto de Leinz (1949), Sanford e Lange (1960), Cordani e Vadoros (1967), Rüg (1969), Veiga (1973), Sartori et al. (1975) e mais recentemente Rosemberg (inédito).

Os derrames presentes em quase toda a bacia, cobrindo, em grande parte, os arenitos eólicos da Formação Botucatu, possuem uma espessura variável e que chega a alcançar cerca de 1.500 metros, no centro (Vieira 1973).

A ocorrência de intertrapps parece ser comum no início da deposição vulcânica, sendo muito bem observadas na Serra de Botucatu (SP), na Serra do Cadeado (PR) e nas regiões de Santa Maria e São Pedro do Sul.

Cumprе mencionar que, mais para oeste de Jaguarí, verifica-se uma nítida diminuição na espessura das rochas que compõem a Formação Serra Geral, que apresenta uma morfologia mais suavizada, onde os sistemas escarpados perdem o seu valor, sendo, em parte, representados pelos morros-testemunho.

4. PALEOECOLOGIA

A julgar pela distribuição e comportamento das unidades sedimentares que compõem o Grupo São Bento (RS) e fundamentando-se nas pesquisas já existentes e correlatas com o escopo do trabalho, julgou-se interessante tecer alguns comentários sobre as evidências paleoecológicas que envolvem o Grupo no Rio Grande do Sul.

Como se percebe, as exigências de continentalidade contribuíram para que, além dos diagnósticos paleoambientais, interpretados pelos processos mecânicos de sedimentação, a Paleobiogeografia confira informações mais imediatistas quanto às condições mesológicas favoráveis ao estabelecimento de comunidades vegetais e animais.

Não obstante o documentário paleontológico fornecido pela Formação Rosário do Sul seja precário, quase inexistente, suas características deposicionais evidenciadas diagnosticam elementos utilizáveis e que auxiliam nas interpretações paleoambientais desta unidade.

Assim, além das informações prestadas por suas estruturas e cores, o conteúdo mineralógico (ocorrência de montmorilonita — Bortoluzi, 197, traduz condições paleoclimáticas sujeitas às variações pluviais com periodicidades secas e úmidas. Gamermann (1973) interpreta a tonalidade avermelhada dos sedimentitos Rosário do Sul, como ambiente essencialmente oxidante, vindo de encontro a Suguio (1973) que refere-se à cor vermelha, primária, dos sedimentitos, como indicativos de climas tropicais a subtropicais, com alternância de estações chuvosas e secas.

Através dos valores analisados, evidencia-se, para o tempo Rosário do Sul, condições reinantes desenvolvendo-se sob o domínio de um paleoclima subtropical, e temperatura com variações estacionais, muitas vezes, acentuadas.

A esterilidade faunística e a pequena ocorrência de restos vegetais ainda indeterminados deixam dúvidas quanto ao procedimento do ecossistema Rosário do Sul e a sua definição temporal no Grupo São Bento.

Evidência em prol da reconstrução paleoecológica da Formação Santa Maria está ressaltada no seu conteúdo paleontológico, indicando, para a Facies Passo das Tropas, o estabelecimento de um complexo vegetacional que bordejava um sistema fluvial agressivo; erodindo, muitas vezes, solos florestados, ricos em restos vegetais e, posteriormente, englobados em conglomerados e arenitos conglomeráticos, sob a influência de uma clima úmido que culminou com o estabelecimento de um ecossistema em que participava um regime fluvial com áreas inundáveis periodicamente; estes refletidos por pequenos corpos lacustres, em condições climáticas subtropicais, evidenciadas principalmente pela associação florística e que correspondem aos depósitos finais da Facies Passo das Tropas.

A flora é representada pela associação *Thinnfeldia – Dicroidium* e a fauna constituída por insetos, peixes e conchostráceos. Quanto a estes últimos, Deschaseaux (1953) (in Katoo, 1971, pg. 51) relata como sendo de animais em que seus ovos possuíam grande resistência à dissecação, permanecendo longo tempo aderidos à concha materna e que, encontrando condições favoráveis se desenvolvem. Seu habitat preferido são ambientes de águas calmas, poços ou lamaçais.

Observando a capacidade de desenvolvimento dos conchostráceos e seu habitat preferido, é preciso explicar a sua não ocorrência na Facies Alemoa e mesmo a ausência da flora que se faz sentir com um domínio visível no tempo Passo das Tropas.

Cabe ressaltar que aqueles sedimentitos davam condições para a fossilização.

Com efeito, as condições de umidade mais acentuada na Facies Passo das Tropas não estariam declinando no tempo Alemoa, provocando um recuo do clímax vegetacional, até então dominante e mesmo da fauna aquática?

A significativa ocorrência de restos reptilianos na Facies Alemoa, implica em condições climáticas mais quentes; e também em que estes animais possivelmente dominaram regiões topograficamente planas sob um regime paleoclimático mais seco, com aparecimento de áreas palustres, muitas vezes, temporárias; e não estariam os depósitos Alemoa, pelas condições mesológicas reinantes e num contexto mais global, recebendo contribuição eólica e formando depósitos não estratificados do tipo "loess"?

Percebe-se que as condições paleoecológicas da Formação Caturrita retornam a um paleoambiente sob o domínio de um clima mais úmido e que condicionou o reaparecimento, na região, de uma nova associação florística, agora sob o domínio das coníferas bem representadas em número, na região de São Pedro do Sul, onde a ocorrência de troncos silicificados demonstra a pujança deste sistema florestado.

Este clímax vegetacional parece ser resultante de condições climáticas mais temperadas e que, possivelmente, perduraram em grande parte da sedimentação Caturrita.

FIGURA 9

← (+) UMIDADE (-) →				PALEONTOLOGIA		
LIT.	TEMP.	QUENTE	CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS	INVERT.	VERT.	PLANTAS
			Eólico de Dunas Cor: Vermelho/Amarelo.			
			Fluvial com transbordamentos Côr: Amarelo Secund. Cinza	Conchos-tráceos	Peixes	Coníferas
			Palustre com participação eólica (loess). Flúvio/Lacustre	Conchos-tráceos Insetos	Répteis Peixes	Thinf./ Dicroid.
			Fluvial com transbordamentos. Côr: Vermelho			

————— Temperatura
 - - - - - Umidade

Analisando atentamente os sedimentitos fluviais, percebe-se que mais para leste de Santa Maria e norte da bacia, os arenitos fluviais sotopostos à Formação Botucatu apresentam estratificações (de tipo cuneiforme planar) e uma granulometria fina e homogênea, que sugere uma participação de corpos dunares de pequeno porte que se estendiam nas planícies mais abertas do sistema fluvial. É o que se verifica com os sedimentitos da Formação Pirambóia, no Estado do Paraná, nas serras do Cadeado e da Esperança; estas características são menos evidenciadas nos sedimentitos da Formação Caturrita, na Região de Silveira Martins (Medeiros, inédito), não mais ocorrendo para oeste de Santa Maria.

A ausência da paleoflora é sentida nos sedimentitos fluviais Pirambóia, admitindo, possivelmente, um limite climático mais meridional e que não permitiu a migração da flora para as regiões mais setentrionais.

A fáunula de conchostráceos que ocorre mais para o topo da seqüência Caturrita, aliada a tubos e rastos de vermes, sugere uma flutuação no sentido do estabelecimento de um clima mais quente e com participação de corpos lacustres que se instalavam nas planícies de inundação.

Ao lado dos critérios paleontológicos assinalados anteriormente, os testemunhos deposicionais da Formação Botucatu são suficientes para remontar as condições paleoclimáticas que envolvem a região e mesmo parte do continente.

Cabe salientar que desde o Paraná, os corpos conglomeráticos e os pavimentos detríticos exprimem as condições iniciais das oscilações climáticas, com chuvas concentradas em certas áreas; estas permitiram a formação de fluxos torrenciais, carregados de detritos que foram depositados além dos canais anastomosados e, posteriormente, erodidos pela manifestação eólica (deflação), que já se fazia sentir em virtude da acentuada aridez que se iniciava, formando depósitos de clastos facetados, "ventifactos", que compõem o pavimento inicial do deserto.

Na Fig. 9 expressamos nossa opinião quanto à instabilidade paleoclimática temporal que, com certeza, controlava as sucessões paleoecológicas que, em certos momentos, declinavam ou mesmo se extinguíam.

5. CONCLUSÃO

5.1. Estratigrafia

Tornam-se evidentes as diferenciações existentes entre os pacotes sedimentares que compõem o Grupo São Bento, no Rio Grande do Sul, quando confrontados todos os parâmetros disponíveis para a análise dos ciclos deposicionais.

Quanto aos dados plotados na tabela de comparação, para as formações estudadas (Fig. 10), discutem-se as desigualdades e similaridades mais observáveis nas unidades questionadas.

Para tal análise, utilizaram-se as características de sedimentação mais comuns e que são estabelecidas por um índice de freqüência, para cada estrutura, textura, cor e paleontologia, tomando como base a seguinte escala de pontos:

- 0 – ausente
- 1 – pouco freqüente (ocorre em 10% da espessura total descrita);
- 2 – bastante freqüente – ocorre entre 10% e 30%;
- 3 – freqüente – ocorre entre 30% e 50%;
- 4 – muito freqüente – ocorre em mais de 50%.

FIGURA 10 – TABELA DE COMPARAÇÃO

PROPRIEDADES CONSIDERADAS	FORMAÇÕES						
	R. do Sul	Dif.	Stª Maria	Dif.	Caturrita	Dif.	Botucatu
Estruturas Primárias							
Planar — G/P	0	+	0	+	0	-	4
Cruzada P/M	2	+	1	-	3	-	1
Acanalada	4	-	0	-	3	-	0
Plano Paralela	2	-	0	-	2	-	0
Marcas de Ondas P/Porte	0	+	0	-	2	-	0
Maçiças	1	-	4	-	1	+	0
Bioturbação	0	-	?	-	2	-	0
Estruturas Secundárias							
CONCREÇÕES	1	-	3	-	0	-	0
Texturas Predominantes							
Conglomerados	0	-	2	+	1	+	1
Intraformacionais	3	-	1	+	2	-	0
Arenitos: Conglomeráticos	0	-	2	+	1	+	0
Médios	1	+	1	-	4	-	1
Finos	4	-	0	+	0	-	4
Pelitos	2	-	4	-	1	+	0
Côres							
Vermelhas	4	+	4	-	2	-	2
Amarelas	0	+	1	-	4	-	2
Cinzas	0	+	0	+	1	+	0
Fósseis							
Animal	0	-	4	-	2	-	0
Vegetal	1	+	2	+	3	-	0
Argilominerais							
Montmorilonita	2	+	3	+	2	+	3
Illita	0	+	1	+	1	+	0
Caolinita	0	+	0	-	2	-	0

Obs.: Diferença significativa em mais de um ponto é indicada com (-), um ponto ou igual a indicação é (+).

Dessa forma, uma seqüência pode ser comparada a outra, estabelecendo listas de probabilidades com seus respectivos pontos, observando-se os valores iguais e diferentes. Um signo (+) entre as colunas (Fig. 10) das formações comparadas, significa que diferem no máximo de um ponto; o signo (-), que diferem em dois ou mais pontos.

A lista de signos (+) e (-) reflete as características deposicionais entre as unidades comparadas, demonstrando igualdades ou diferenças. Assim, conclui-se que:

a) A Formação Rosário do Sul representa, no Rio Grande do Sul, uma unidade constituída essencialmente de arenitos vermelhos finos, sendo

freqüente a presença de estruturas cruzadas acanaladas, secundadas por estratos cruzados planares e estruturas plano-paralelas; isto caracteriza depósitos fluviais em regimes meandrantos. A formação é temporalmente questionável e suas similaridades físicas com as formações sobrepostas (Fig. 10) demonstram apenas igualdades genéticas com a Formação Caturrita, mas diferenciando amplamente no comportamento dos regimes fluviais.

- b) A Formação Santa Maria constitui, na Bacia do Paraná, um paleoambiente distinto de sedimentação, sendo diagnosticada tanto pelos seus atributos paleontológicos como físicos; estes representados quase sempre em afloramentos por lamitos vermelhos maciços, com ocorrência de concreções calcárias e manchas esbranquiçadas, dispostas, na maioria, subverticalmente.

Muitas vezes, seus depósitos mais jovens transgrediam as áreas geográficas originais, depositando-se em paleodepressões vizinhas.

As suas relações de contato com as unidades sotopostas e sobrepostas são demarcadas por discordância erosiva.

- c) Os sedimentitos para os quais propomos a designação de Formação Caturrita, constituem-se basicamente de arenitos medianos de coloração amarelada, subsidiados por clásticos finos. Estes sedimentitos exibem, em afloramentos, uma tendência para a forma tabular extensiva e que lhe é muito peculiar.

É freqüente a presença de estruturas planares, acanaladas e plano-paralelas, que identificam claramente a sua origem fluvial.

Os constituintes paleontológicos mais observáveis são troncos fósseis silicificados de tamanho variado e com ocorrência, em menor escala, de conchostráceos, restos de peixes e tubos e rastros de vermes.

Atribuímos a esta unidade um contato discordante na sua base e topo. Esta formação tem como correspondente ao norte da bacia os sedimentitos da Formação Pirambóia, com ocorrências locais, neste regime fluvial, de contribuição eólica.

- d) A Formação Botucatu restringe-se a um conjunto de arenitos vermelhos e amarelos, com estratificações cruzadas planares de grande porte que refletem condições ambientais eólicas de sedimentação, com ocorrências locais de depósitos subaquáticos (oásis). Sua representatividade, na Bacia do Paraná, define-a como uma unidade litoestratigráfica guia do Grupo São Bento.

6. BIBLIOGRAFIA

- AGTERBERG, F. P. e BRIGGS, G. Statistical analysis of ripple marks in Atokan and Desmoinesian Rocks in the Arkoma Basin of East Central, Oklahoma. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, 33:2 — 393-410. 6. fig. 1961.

- ALMEIDA, F.F.M. Ventifactos do Deserto Botucatu no Estado de São Paulo. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, 69:1-14, 3 fig., est. 1. 1953.
- Botucatu, um Deserto Triássico da América do Sul. **Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, 86:1-21, 9 fig. 1954.
- Grupo São Bento. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, 41:85-101, 3 fig. 1964.
- e BARBOSA, O. Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo, **Boletim de Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, 143:1-96, 45 fig., 7 tab. 1953.
- BARBERENA, M.C. Bioestratigrafia Preliminar da Formação Santa Maria. **Pesquisas do Instituto de Geociências da U.F.R.G.S.**, Porto Alegre, 7:111-129, 6 fig., 1 tab, 2 quadros. 1977.
- BEURLEN, K. et al. Estratigrafia e Paleografia das Formações Godwânicas no Sul do Brasil. **Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geografia e Mineralogia**. Rio de Janeiro, 59:1-10. 1955.
- BIGARELLA, J.J. Wind Pattern Deduced From Dune Morphology and Internal Structures. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, 28/29:73-114, 21 fig., 6 tab. 1970/71.
- Paleocorrentes e Deriva Continental. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 31:141-224, 48 fig., 6 tab. 1973.
- e SALAMUNI, R. Contribuição ao Estudo da Estratificação Cruzada nos Arenitos Mesozóicos do Brasil Meridional e Uruguai. *Dusênia*, Curitiba, 8(2): 45-60, 4 fig., 4 tab. 1961.
- BORTOLUZZI, C. A. Contribuição à Geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, **Pesquisas do Instituto de Geociências da U.F.R.G.S.**, Porto Alegre, 4(1): 7-86, 22 fig., 12 fotos, 4 quadros, 4 tab., 2 mapas, 1 sec. 1974.
- e BARBERENA, M. C. "The Santa Maria Beds in Rio Grande do Sul - Brasil" In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R. D.; PINTO, I.D. **Problems in Brazilian Gondwana Geology**. Curitiba, CNPq, p. 169-95, 7 fig., pl. 63-73, 1967.
- BOSSI, E.G., PICCOLI, N.E.M., PILATTI, F., THOMAZ, S.L., JABUR, I.C., RODRIGUES, M.A. e MEDEIROS, E. R. Paleocorrentes da Formação Botucatu. V. II:3-83-109. 1977.
- CARRARO, C. C., GAMERMANN, N., EICK, N. C., BORTOLUZZI, C.A., JOST, H., PINTO, I.F. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Instituto de Geociências, U.F.R.G.S., (acompanha **Súmula Geológica do Estado**) (mapa 8). 1974.
- CONYBEARE, C.E.B. e CROOK, K.A.W. Manual of Sedimentary Structures, **Bulletin du Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics**. Camberra, 102: 1-327, 108 pl. 1968.
- CORDANI, U.G. e VANDOROS, P. "Basaltic rocks of the Paraná Basin". In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. **Problems in Brazilian Gondwana Geology** Curitiba, CNPq, p. 207-31, 5 fig., 5 tab. 1967.
- DELANEY, P.J.V. e GOÑI, J.C. Correlação Preliminar entre as Formações Gondwânicas do Uruguai e do Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, 8/9:3-21, 1 fig., 1 mapa. 1963.

- FIGUEIREDO FILHO, P.M. de A faciologia do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. *Rev. Brasil. Geoc.*, São Paulo, 2(4): 216-235, 6 fig., 5 fot. 1972.
- FRANZIMELLI, E. Estratigrafia e Ambiente de Sedimentação do Arenito Pirambóia, (Estado de São Paulo), in: **XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracajú — Anais**. Sociedade Brasileira de Geologia, 1:229-236, 3 fig., 4 fot. 1973.
- GAMERMANN, N. Formação Rosário do Sul. *Pesquisas do Instituto de Geociências Porto Alegre*, 2:5-35, 7 fig., 1 secção-tipo. 1973.
- GLENNIE, K.W. Desert Sedimentary Environments. In: **Developments in Sedimentology**, 14. New York, Elsevier. 1970.
- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. **Relatório da Comissão Geographica e Geológica de São Paulo**. São Paulo, p. 21-34. 1889.
- GORDON JÚNIOR, M. Classification of the Gondwanic rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 38:1-19. 1947.
- e BROWN, R. Plantas Triássicas do Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 54:1-7, pl. 1. 1952.
- GREHS, S. H. Mapeamento Geológico Preliminar de Santa Cruz do Sul visando obter informações Básicas ao Planejamento Integrado, *Acta Geológica Leopoldensia, Estudos Tecnológicos*, 1:121-175, 11 fig., 13 fot., 5 mapas, 1 perfil, 1976.
- HUENE, F. von STAHLCKER Die Altersbeziehungen der Sudamerikanischen Gondwana-Fauna. *Physis*, Buenos Aires, 14:489-97. 1939.
- KATOO, Y. **Conchostráceos mesozóicos do Sul do Brasil: contribuição à estratigrafia das formações Santa Maria e Botucatu**. Porto Alegre, Instituto de Geociências da U.F.R.G.S., 87p., 4 fig., est. 1-13. Dissertação de Mestrado. 1971.
- LEINZ, V. Contribuição à Geologia dos Derrames Basálticos do Sul do Brasil. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo: Geologia*, São Paulo, 5: 1-61, 22 fig., 9 fot., 5 tab. 1949.
- MAACK, R. Algumas Observações a Respeito da Existência e da Extensão do Arenito Superior São Bento ou Caiuá no Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, 1:107-129, 2 fig. 1941.
- MACIEL, F.o., C., MENEGOTTO, E., SARTORI, P.L. Geologia do Município de São Francisco de Assis — RS — Universidade Federal de Santa Maria, *Publicação Especial*, 4:3-27, 2 fig. 1971.
- MEDEIROS, E. **Estratigrafia do Grupo São Bento na Região de Santa Maria e Considerações sobre Paleocorrentes**. Dis. (Mestrado). Inst. Geociências, UFRGS, Porto Alegre (Inédito).1980.
- MEDEIROS, R. A., SCHALLER, H., FRIEDMAN, G. M. Facies Sedimentares, *CENAP Ciência Técnica, Petróleo*, Rio de Janeiro, 5:1-123, 67 fig., 16 tab. 1971.
- MENDES, J.C. A Formação Corumbataí na Região do Rio Corumbataí (Estratigrafia e Descrição dos Lamelibrânquios). *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP*, São Paulo, 145, Geol. 8, 119 p. 4 pr. 1952.
- MORAES REGO, Geologia do Petróleo no Estado de São Paulo, *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, Rio de Janeiro, 46:1-105. 1930.

- NORTHFLEET, A.A., MEDEIROS, R.A., MUHLMANN — Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Boletim Técnico da Petrobrás*, Rio de Janeiro, 12(3): 291-346, 44 fig. 1969.
- OLIVEIRA, E. P. Rochas Triássicas do Estado do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 2(3): 131-6. 1930.
- OPPENHEIN, V. Rochas Gondwânicas e Geologia do Petróleo do Brasil Meridional, *Boletim da Divisão de Fomento de Produção Mineral*, Rio de Janeiro, 5:2-50, 5 tab, 5 quadros, 12 estampas. 1934.
- PARAGUASSU, A. B. Sedimentitos Aquosos da Formação Botucatu. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, 28/29:193-210, 3 fig., 1 tab., 1 perfil, 1 mapa. 1970/71.
- PINTO, I.D. Artrópodos da Formação Santa Maria, (Triássico Superior) do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 5(1): 75-87, 2 fig., est. 1-4. 1956.
- PRICE, L.I. Um Procolofonídeo do Triássico do Rio Grande do Sul, *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 122:8-26, 2 est. 1947.
- REICHE, P. An Analysis of Cross-Lamination: the Conconino Sandstone. *Jour Geology*, 46:905-932. 1938.
- RÜEGG, N.R. Aspectos Geoquímicos, Mineralógicos e Petrográficos de Rochas Basálticas da Bacia do Paraná, Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP (Inédito). 1969.
- SANFORD, R.M. e LANGE, F.W. Basin Study Approach to Oil Evaluation of Paraná Miogeosyncline of South Brazil. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geology*, Tulsa, 44(8):1316-70, 24 fig. 1960.
- SARTORI, P.L., MACIEL, F.^o, C., MENEGOTTO, E. Contribuição ao Estudo das Rochas Vulcânicas da Bacia do Paraná na Região de Santa Maria, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, 5(2):141-159, 4 fig., 6 tab. 1975.
- SCHNEIDER, R.L., MUHLMANN, H., TOMMASI, E., MEDEIROS, R.A., DAEMON, R.F., NOGUEIRA, A.A. = Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná, In: **XXIII Congresso Brasileiro de Geologia**, Porto Alegre, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, 1:41-65, 14 fig. 1974.
- SOARES, P.C. Divisão Estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo, *Revista Brasileira de Geociências*. 5 (4):229-251. 1975.
- SOUZA, A., SINELLI, O., GONÇALVES, M.M.N. Nova Ocorrência Fossilífera na Formação Botucatu. In: **XXV Congresso Brasileiro de Geologia**, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, 1:281-295, 1 perfil, 4 estampas, 4 fig. 1971.
- STEINMETZ, R. Analysis of Vectorial Data. *Journal of Sedimentary Petrology*, 32(4):801-812, 4 tab., 2 fig. 1962.
- SUGUIO, K. *Introdução à Sedimentologia*. Editora Edgard Blücher • São Paulo, 1-312, 21 tab., 99 fig., 8 fotos. 1973.
- TOMMASI, E. Geologia do Flanco Sudeste da Bacia do Paraná - Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. In: **XXVII Congresso Brasileiro de Geologia**, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, 3:179-188, 7 fig. 1973.

- VEIGA, P. Estudos dos Arenitos "Intertrapps" da Formação Serra Geral na Região de Santa Maria - RS. Porto Alegre, Instituto de Geociências da U.F.R.G.S., 88 p. Dissertação de Mestrado. 1973.
- VIEIRA, A.J. Geologia do Centro e Nordeste do Paraná e Centro Sul de São Paulo. In: XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, 3:259-277, 7 fig. 1 mapa. 1973.
- WASHBURNE, C.W. Petroleum Geology of the State of São Paulo. Boletim da Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, São Paulo, 22:1-282, 10 sketch, 117 fig. 1930.
- WHITE, I.C. Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Relatório sobre as "Coal Measures" e rochas associadas do Sul do Brasil, Parte I, Geologia, 1-201, ils., mapas, Tab., (publicação feita em português e em inglês). 1908.