Pesquisas em Geociências

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

Geotransversal Brasileira Norte-Sul (Parcial) Projeto Internacional do Manto Superior - Rio Grande do Sul

Natálio Gamermann, Clovis Carlos Carraro, Nilo Clemente Eick, Carlos Alfredo Bortoluzzi
Pesquisas em Geociências, 2 (1): 49-60, Set./Dez., 1973.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21861>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Set./Dez., 1973.

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

geotransversal brasileira norte-sul (parcial) projeto internacional do manto superior - rio grande do sul*

NATALIO GAMERMANN**

CLOVIS CARLOS CARRARO**

NILO CLEMENTE EICK**

CARLOS ALFREDO BORTOLUZZI**

SINOPSE

O presente trabalho constitui-se de um mapeamento geológico que faz parte de um projeto internacional para o estudo da geotransversal que acompanha, aproximadamente, o meridiano 50° oeste.

Refere-se apenas aos contatos entre as formações que ocorrem na área, delimitando as formações gonduânicas da região e mostrando a estratigrafia mais recente a ser adotada.

Inclui também a delimitação da área de ocorrência típica da Formação Tupanciretã, pós basáltica, e apresenta um esboço da tectônica do basalto, com a interpretação dos alinhamentos existentes e seu agrupamento em diagramas estatísticos.

SUMMARY

This is part of an international project of geologic mapping of the transverse accompanying approximately the 50° West meridian.

The geologic contacts of the gondwanic formations and the most recent stratigraphy to be used in this region are here presented.

The areas of typical occurrence of the Tupanciretã Formation, the post basaltic sedimentary rocks, are here submitted, and by the analysis of the alignments, an interpretation of the basalt is here sketched.

INTRODUÇÃO

A história da Geologia do Estado do Rio Grande do Sul pode ser dividida em duas fases: a primeira, caracterizada pelos trabalhos de reconhecimento realizados pelos pioneiros da geologia do Brasil, como WHITE (1908), CARVALHO (1928), HUENE & STAHLCKER (1931), TEIXEIRA (1937), LEINZ (1939), LISBOA (1940) e GORDON JR. (1947), dentre outros que, num intervalo de aproximadamente quarenta anos dedicaram-se principalmente aos problemas econômicos ligados às rochas que ocorrem em nosso Estado, traçando as linhas mestras de sua geologia econômica e regional. Um dos aspectos mais significativos desta fase é o que se relaciona com o estabelecimento da estratigrafia preliminar das rochas pré-Cambrianas e Gonduânicas aqui aflorantes. Como não poderia deixar de ser, já que se tratava de trabalhos pioneiros, muitas das assertivas lançadas não puderam ser integralmente sustentadas diante de estudos mais recentes e mais detalhados. Certos conceitos, entretanto, ainda que emitidos em caráter preliminar, mantiveram-se por várias décadas, alguns deles persistindo até os nossos dias. Tais são, por

* — Trabalho de pesquisa realizado sob os auspícios do Conselho Nacional de Pesquisas e com a colaboração da Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

** — Professores do Instituto de Geociências da UFRGS.

exemplo, observações relacionadas com a geologia das áreas pré-Cambrianas, onde os trabalhos de LEINZ et alii (1939) e LEINZ (1941, 1945), assim como os de CARVALHO (1932, 1937) são ainda necessariamente consultados sempre que se analisam os aspectos geológicos ligados às áreas por eles estudadas.

Uma segunda fase teve início a partir de 1961 quando a Escola de Geologia principiou a lançar suas primeiras turmas de geólogos, que reiniciaram a obra que, desde 1940, se encontrava em compasso de espera. Desde então novos mapeamentos foram encetados, outros conceitos foram emitidos, de maneira especial no campo da geologia e estratigrafia do pré-Cambriano, tendo surgido novas idéias no tocante à estratigrafia das formações gonduânicas.

Entretanto, decorridos quase dez anos desde a segunda etapa, muitas áreas do nosso Estado continuam praticamente virgens à pesquisa, como por exemplo, a faixa sedimentar gonduânica da região que é objeto deste estudo.

O presente trabalho está relacionado com os aspectos estratigráficos das formações gonduânicas e pós-gonduânicas aqui aflorantes e consiste numa comunicação sobre sua estratigrafia, visando contribuir para a resolução dos problemas que sempre têm afligido os geólogos, tanto de nosso Estado como os que labutam em outras áreas da Bacia do Paraná. Mais especificamente, estes assuntos referem-se às formações Rosário do Sul, Santa Maria, Botucatu, Serra Geral e Tupanciretã.

Para uma melhor compreensão dos propósitos do Projeto da Geotransversal Brasileira Norte-Sul, segue na íntegra o artigo de Fernando F. M. de Almeida publicado no volume 40 dos Anais da Academia Brasileira de Ciências de 1968:

«Um dos mais eficazes meios de investigar a natureza do manto superior, e por isso mesmo vivamente recomendado pela Comissão do Manto Superior, é a execução de estudos de caráter multidisciplinar, de geologia, gravimetria, sismologia, geocronologia, geotermia e outros, desenvolvidos numa mesma área. A análise conjunta dos resultados de tais pesquisas desenvolvidas por investigadores especializados em problemas específicos, pode conduzir a inter-relações de grande significado para a compreensão da natureza do manto superior, de eventuais variações de suas características

de uma a outra área e influência no comportamento da crosta.

A Comissão do Manto Superior recomenda que as áreas destinadas aos estudos regionais integrados constituam faixas, as denominadas geotransversais, que interligadas tenham traçado transcontinental ou transoceânico. Na escolha de tais faixas, deve-se procurar fazê-las atravessar regiões de estrutura e história geológica variada.

A Comissão Brasileira do Manto Superior propôs para tais estudos, duas geotransversais que cruzam o território brasileiro, respectivamente, de Belém à Lagoa Mirim no Rio Grande do Sul, e da fronteira com a Bolívia na alta bacia do Rio Guaporé às ilhas de Trindade e Martin Vaz.

A geotransversal Norte-Sul foi proposta atendendo a várias considerações. Atravessa regiões de história geológica variada. A sul desenvolve-se sobre a bacia sedimentar do Paraná, cenário de vasto magmatismo basáltico no Mesozóico, cruzando também a área exposta do embasamento da bacia, no Paraná e Rio Grande do Sul, onde se apresentam rochas geradas ou regeneradas no ciclo tecto-orogénico Brasileiro. No interior de Goiás, a geotransversal foi traçada de modo a percorrer a região mediana Goiana e a zona interna dos dobramentos do geossinclíneo Brasília. Foi toda essa área afetada pelos fenômenos termo-tectônicos do Proterozóico Superior, nela achando-se compreendida a maior parte da faixa de ultrabásicas de caráter alpino, de Goiás. A terminação norte da geotransversal desenvolve-se na parte ocidental da bacia sedimentar do Parnaíba e área exposta de seu embasamento em que se mostram estruturas da faixa de dobramentos perlongada pelos rios Araguaia e baixo-Tocantins. Alcança a região costeira numa das áreas vivamente afetadas pela reativação Wealdeniana da plataforma Brasileira, onde se situa a fossa do Marajó. Seria talvez preferível que o setor norte da geotransversal se desenvolvesse um pouco a oeste, cruzando a borda, de muito antiga estabilidade, da plataforma do Guaporé, mas tal é uma área de difícil acesso, e cujos conhecimentos ainda não são muito limitados, pelo que nela pouco se poderia realizar dentro do prazo previsto para a terminação do Projeto do Manto Superior.

A área proposta para a geotransversal Norte-Sul, compreendendo uma faixa de 2° de largura, acha-se quase toda fotografada em escalas que variam de 1:60 000 a 1:25 000. Em mais de metade, tem sua geologia mapeada em escalas entre 1:1 000 000 e 1:250 000, com diversos mapeamentos locais em escalas maiores. O Departamento Nacional da Produção Mineral deu a prioridade possível ao mapeamento geológico em escala 1:1 000 000, das áreas incluídas nas geotransversais. Pesquisas geofísicas e algumas sondagens foram feitas pela PETROBRAS e pelo Conselho Nacional de Petróleo nas duas extremidades da faixa. Quase toda a área da geotransversal vem atualmente sendo motivo de pesquisas geológicas, com numerosos mapeamentos em execução. Nela, ou em suas imediações, situam-se as sedes de quatro Distritos do Departamento Nacional da Produção Mineral e diversas instituições universitárias que incluem quatro escolas de geologia. Não oferece problemas de acesso, sendo sua área menos povoada, a norte do paralelo 14°S, inteiramente atravessada pela rodovia BR-14 (Belém-Brasília). Muitos de seus trechos vem sendo motivo de pesquisa de recursos minerais, no Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás, e a PETROBRAS desenvolve investigações em busca de Petróleo em suas extremidades costeiras.

As atividades que a Comissão Brasileira do Manto Superior procura desenvolver na geotransversal Norte-Sul são sobretudo as seguintes:

1 - Compilação de todos os conhecimentos geológicos, geofísicos e geoquímicos referentes à faixa. O mapa-base para o lançamento de tais informações será a Carta do Brasil ao Milionésimo, do IBGE.

2 - Incentivos às pesquisas que vem sendo desenvolvidas na faixa e que sejam de interesse para o Projeto do Manto Superior ou que a ele possam ser adaptadas.

3 - Prioridade no Conselho Nacional de Pesquisas, para o estabelecimento de novos projetos de pesquisa de que participem universidades, instituições geológicas federais ou estaduais e outras instituições governamentais ou privadas em que se pratiquem pesquisas geológicas ou geofísicas. Os assuntos que mais de perto interessam ao progra-

ma do Manto Superior nessa geotransversal são os seguintes:

a) Mapeamento geológico da faixa, em escala básica de 1:1 000 000, e escalas maiores, onde for possível e houver interesse especial.

b) Estratigrafia, estrutura e evolução das várias províncias geotectônicas atravessadas pela faixa.

c) Petrologia e vulcanismo, particularmente das rochas básicas e ultrabásicas de Goiás e Rio Grande do Sul e dos basaltos do Paraná e Parnaíba.

d) Execução de perfis gravimétricos e de refração sísmica ao longo da geotransversal objetivando sobretudo determinar a profundidade, da descontinuidade Mohorovicic, as heterogeneidades em área e profundidade da crosta e parte superior do manto e respectivas velocidades sísmicas, e a possível relação de tais heterogeneidades com as áreas da reativação mesozóica, o sítio das duas grandes bacias paleozóicas e o vulcanismo basáltico. Análise das condições de equilíbrio isostático das diversas províncias geotectônicas atravessadas pela faixa. Relações entre a crosta continental e a oceânica, nas continuações oceânicas da geotransversal.

e) Investigações geomagnéticas e gravimétricas na faixa de rochas ultrabásicas de Goiás objetivando conhecer as propriedades físicas de seus corpos, sua continuidade subterrânea, extensão em profundidade da crosta e relações com as rochas encaixantes e com possíveis grandes fraturas crustais. Esses estudos poderão ser conjugados com as pesquisas do chamado Projeto Goiás, que o DNPM vem desenvolvendo na região.

f) Medidas de regime térmico (fluxo superficial e gradiente térmico) ao longo da faixa. Regime térmico pretérito, avaliado por termômetros geológicos e fácies metamórficas.

g) Determinações de radiatividade, particularmente das rochas básicas e ultrabásicas pré-devonianas, de Goiás e Rio Grande do Sul.

h) Determinações paleomagnéticas a serem desenvolvidas em rochas de idade paleontológica ou radiometricamente bem determinada.

i) Determinações radiométricas objetivando especialmente conhecer a idade do

magmatismo mesozóico da bacia do Parnaíba e a evolução, no tempo, das estruturas pré-cambrianas expostas na área da geotransversal.

ênfase particular deverá ser empreendida, sempre que possível, à importância prática das pesquisas a serem desenvolvidas e das conclusões gerais a serem tiradas do estudo integrado.

Procurar-se-á obter o maior número possível de informações sobre a geotransversal Norte-Sul dentro do prazo previsto de duração do Projeto do Manto Superior, mas o atraso nos conhecimentos atuais da área, sobretudo no que se refere à geofísica, indica desde logo que tais investigações deverão prosseguir após 1970 dentro do espírito, aliás, de recomendação do International Council of Scientific Unions, reafirmada pela Comissão do Manto Superior em sua reunião de Tokio, realizada em agosto de 1967.»

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de trabalho está localizada na porção centro norte do Estado do Rio Grande do Sul, ficando compreendida em seu corpo principal, entre os meridianos 51°30' e 53°30' de longitude oeste e os paralelos 28° e 30° de latitude sul; com uma extensão, na porção NE do Estado, situada entre os meridianos 51° e 52° de longitude oeste e os paralelos 27° e 28° de latitude sul.

MORFOGRAFIA

Sob o ponto de vista fisiográfico, a faixa do presente mapeamento ocupa porções de seis regiões, de acordo com a subdivisão do Diretório Regional do Conselho Nacional de Geografia (cit. por FORTES-1959): **Depressão Central**, **Encosta Inferior do Nordeste**, **Planalto Médio**, **Encosta Superior do Nordeste** e porções das regiões conhecidas como **Campos de Cima da Serra** e **Alto Uruguai**.

Praticamente, 80% da área mapeada se encontra no domínio do planalto basáltico da Serra Geral, incluindo no esquema a cobertura pós-trapeana da Formação Tupanciretã. Os restantes 20% localizam-se na área rebaixada e desnudada que contém a depressão periférica Sul-riograndense.

Depressão Central. De caráter nitidamente subsequente a Depressão Central situa-se, no sentido mais amplo, entre as escarpas da Serra Geral, ao norte, e a periferia do Escudo Sul Riograndense, no seu limite meridional. Constitui a grande calha do Estado, abrangendo o baixo e médio vale do Jacuí e de seus afluentes. Se a definição desta região não oferece dificuldade em sua parte meridional, o mesmo não ocorre com seu limite norte, pois a passagem da depressão para o planalto não se verifica abruptamente, mas por etapas, sob a forma de patamares escalonados. Por esta razão há que considerar a presença de uma zona de transição entre estes dois grandes domínios, enquadrada especificamente na região da **Encosta Inferior do Nordeste**.

Geologicamente é constituída pela sequência sedimentar que vai desde a base do Gondwana até os arenitos da Formação Botucatu. As camadas apresentam mergulho regional para norte, distribuindo-se em sequência uniforme, em áreas aflorantes quase contínuas com direção leste-oeste, no domínio da depressão, infletindo para sudoeste, na **Região da Campanha**, de onde seguem em direção ao Uruguai.

A Depressão Central não apresenta elevações significativas, estando sua altitude média situada entre 10 e 100 metros, considerando-se no conjunto a área transicional dos patamares. Nesta área, que enfocaremos com mais detalhe oportunamente, aparecem os morros com maiores altitudes, variando as máximas entre 250 e 300 metros.

Na faixa delimitada pelo presente mapeamento apenas parte desta região está representada, compreendendo a área do médio e baixo vale do Rio Jacuí, aproximadamente numa linha leste-oeste, entre a Vila do Formigueiro, a oeste, e a localidade de Passo Raso do Araújo, a leste. Está geologicamente situada dentro do domínio do Gondwana Superior, pois as últimas exposições mais inferiores mapeadas são ainda representativas da Formação Rosário do Sul.

Sob o ponto de vista hidrográfico, sem dúvida o Rio Jacuí é o elemento mais importante. O rio tem suas nascentes a noroeste da área, seguindo a direção sul-sudeste até a confluência com o Vacacaí, quando inflete para leste, com caráter nitidamente subsequente, até o estuário do Guaíba.

Constitui-se num típico rio de planície, com amplos meandros, localmente seccionados em «oxbow lakes» e formando uma ampla planície

de inundação que transformou a região que o margeia numa das mais férteis do Estado.

Com relação a este fato refere AB'SABER (1961) pág.48: «A riqueza das planícies dos baixos terraços aluviais do baixo Jacuí devem sua fertilidade ao fato de se tratarem de planícies alimentadas pelos detritos oriundos do desgaste de uma vasta área do planalto basáltico sul-riograndense. Trata-se da única planície relativamente grande do Brasil que foi favorecida por aluviões provindos de uma área de rochas vulcânicas, ainda que ligadas a um vulcanismo pretérito».

O bom regime de chuvas, a abundância de água trazida pelos inúmeros afluentes do Jacuí e a vasta planície de inundação deste rio fazem desta região o centro orizícola do Estado do Rio Grande do Sul.

A vegetação da Depressão Central, devido ao caráter misto de sua morfologia, apresenta um aspecto complexo. Uma vez que, no presente trabalho, não nos ocupamos de toda a extensão desta região, vamos-nos limitar a fazer referência apenas aos domínios da vegetação mais significativos. A vegetação campestre das regiões situadas ao sul do Jacuí, com matas-galeria margeando os cursos d'água é a feição vegetal mais conspicua. Para os lados da vertente, norte o terreno é mais acidentado, apresentando matas arbustivas que recobrem os patamares areníticos, que são as elevações da região.

Encosta Inferior do Nordeste. A região denominada Encosta Inferior do Nordeste abrange uma superfície de mais de 15.800 quilômetros quadrados, estando praticamente 50% deste total incluído na área mapeada. Compreende, parcial ou totalmente, os municípios de Arroio do Meio, Candelária, Encantado, Estrela, Lajeado, Montenegro, Santa Cruz do Sul, Sobradinho, Venâncio Aires, Vera Cruz e Bom Retiro do Sul. A altitude média da região é de aproximadamente 230m sendo a máxima observável na cidade de Sobradinho, com 440m já dentro do domínio da Serra Geral. A parte sul desta região, entretanto, está situada numa área de transição entre o Planalto e a Depressão Central, na área de ocorrência de rochas arenosas das Formações Botucatu e Rosário do Sul.

Os arenitos, em especial os da Formação Botucatu, atuando como mantenedores da topografia, determinam a formação de patamares que constituem as elevações da região. Na área de Venâncio Aires observa-se ampla planície que, desde os patamares areníticos, se estende

até o vale do Rio Taquari. Entre Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires o trecho da Serra é tipicamente estruturado com dois degraus: o primeiro, mais baixo, é a continuação dos patamares marginais da Depressão Central e o segundo constitui os morros mais altos, que se ligam ao planalto.

A drenagem da região, no que se refere à área mapeada é comandada especificamente pelo Rio Taquari e seus afluentes, dentre os quais os mais importantes são os Rio Forqueta e o Taquari Mirim. O Rio Taquari possui curso francamente obsequente, apresentando suas nascentes na região do planalto e dirigindo-se, após atravessar a escarpa da «cuesta» basáltica, até a região da depressão subsequente onde desemboca no Jacuí, na altura da cidade de Triunfo. O trabalho erosivo do Taquari e de seus afluentes, assim como o do Jacuí e seu alto vale, foi responsável pelo entalhamento da área basáltica determinando a formação de profundo «percées» obsequentes na região. Tal processo associado ao trabalho dos afluentes do Taquari, localmente subsequentes, produziu uma topografia característica, semelhante àquela que se observa alhures na Bacia do Paraná, com a escarpa da «cuesta» profundamente retalhada e a presença de uma rede de morros-testemunho arredondados a tabulares, mais ou menos afastados do «front» da escarpa, acompanhando porém a direção desta. A cobertura dos morros-testemunho é freqüentemente arenítica, aí mantida graças à silicificação das rochas. Mais comumente, porém, observa-se a presença de um resíduo basáltico testemunhando a presença de materiais vulcânicos em regiões por vezes distantes do atual domínio destas rochas.

Na região da Encosta Inferior do Nordeste desenvolve-se a cultura do feijão, do milho, do fumo - grande riqueza de Santa Cruz do Sul - com solos oriundos das eruptivas da Serra Geral ou dos arenitos das Formações Botucatu e Rosário do Sul, que aparecem no limite sul da região em apreço.

O revestimento florístico da região é essencialmente constituído por matas ciliares, acompanhando o curso dos rios e pela presença de campos das áreas ribeirinhas.

Planalto. Dentro de uma divisão mais ampla, aqui denominada Planalto, incluiremos as regiões referidas anteriormente como: **Planalto Médio, Encosta Superior do Nordeste, Campos de Cima da Serra e Alto Uruguai**, enfatizando mais uma vez a pequena participação, no pre-

sente mapeamento, das duas últimas referidas. Todas elas incluem terrenos oriundos principalmente das rochas eruptivas da Formação Serra Geral, localmente afetadas pela presença da Formação Tupanciretã.

A região do Planalto Médio será tomada aqui como padrão, visto sua maior representatividade. Treze dos quinze municípios que integram a região foram total ou parcialmente mapeados: Carazinho, Cruz Alta, Espumoso, Ibirubá, Júlio de Castilhos, Marau, Não-Me-Toque, Panambi, Passo Fundo, Santa Bárbara do Sul, Soledade, Tapejara e Tapera.

A superfície desta zona é de mais de 31.000 quilômetros quadrados, com altitude média de aproximadamente 480 metros. A topografia é ondulada, formando coxilhas suaves revestidas de gramíneas variadas. Topograficamente a região do planalto é o acidente mais notável do Estado. Desde a área de Livramento, na cota de 250m, a altitude vai gradativamente aumentando até atingir os 1.200 metros na zona dos Aparados da Serra, no Município de Bom Jesus.

A rede de drenagem, na área do presente trabalho é formada essencialmente pelos altos vales dos afluentes do Rio Jacuí, predominantemente obsequentes e dos rios que vão formar a rede de afluentes do Uruguai, em direção ao norte, que são consequentes. Aparentemente o grande divisor de águas situa-se numa linha sinuosa que, de Palmeira das Missões, ao norte, se dirige com direção sudeste até Carazinho, formando um alto topográfico conhecido como Coxilha do Pinheiro Marcado. De Carazinho segue com direção leste-oeste até Passo Fundo, Cruzaltinha, Caseiros e Barreto, de onde inflete para sudeste em direção a Vacaria e Bom Jesus.

O retalhamento produzido pela rede de afluentes do Uruguai e do Jacuí determinou a formação de uma paisagem contrastante, de porções planas recortadas por ravinas de paredes escarpadas, formando «canhões» e despenhadeiros por onde se lançam cursos d'água encachoeirados.

As formações vegetais são essencialmente de dois tipos: a mata e o campo. Não há separação nítida entre os dois domínios, visto que em toda parte se encontram mesclados. RAMBO (1956) estabelece subdivisões dentro do domínio da mata, referindo a uma «mata virgem na falda da Serra Geral, com 800 a 1.000 espécies vegetais, distribuída horizontalmente em três zonas: a orla do mato, arbustiva; a faixa marginal, com arbustos e pequenas árvores; e a mata

alta, em toda extensão da Serra, composta de árvores de grande porte». Sem dúvida, o pinheiro se constitui no mais importante elemento dentro desta última subdivisão, sendo sua distribuição controlada pela acidentalização do terreno. De acordo com RAMBO (op. cit.) é uma árvore exclusivamente do planalto.

ESTRATIGRAFIA

É a seguinte a estratigrafia da área mapeada:

PERÍODO	FORMAÇÃO	FACIES
Holoceno	Aluviões	
Terciário/Cretáceo	Tupanciretã	
Cretáceo/Jurássico	Serra Geral	
Jurássico	Botucatu	
Triássico	Rosário do Sul	S. Maria
		
		Fluvial

FORMAÇÃO ROSÁRIO DO SUL

É o nome proposto por GAMERMANN (1970) para designar o pacote de rochas sedimentares que ocorre entre a Formação Estrada Nova e a Formação Botucatu. Nesse sentido, engloba aquelas rochas sedimentares que na literatura especializada sobre o Rio Grande do Sul, foram denominadas de Rio do Rasto por WHITE (1908), Santa Maria por MORAES RÊGO (1930), Grupos Terezina e Rio do Pasto por CARVALHO (1932) e Santa Maria Superior, Santa Maria Inferior e Rio Pardo por DELANEY & GONI (1963). Compreendendo ainda parte das rochas que foram incluídas nas formações Estrada Nova e Botucatu por BEURLIN, SENA SOBRINHO e MARTINS (1955) e a parte superior do pacote denominado de Série Passa Dois por MORRIS (1963).

A Formação Rosário do Sul é amplamente distribuída, constituindo-se numa das formações aflorantes de maior distribuição em área dentro do Estado do Rio Grande do Sul.

Ocorre desde a área do município de Gravataí, na parte leste do Estado, estendendo-se para oeste até a área do município de São Ga-

briel, de onde, segue para sul-sudoeste, passando pelo Município de Rosário do Sul (onde se localiza sua área tipo) e entra no Uruguai, onde recebe o nome de Yaguari.

A Formação Rosário do Sul é caracterizada por duas fácies: uma tipicamente fluvial de planícies de inundação e de maior distribuição em área; e, a outra lacustre, que constitui a fácies Santa Maria, mundialmente conhecida por sua fauna reptiliana fóssil.

No presente mapeamento a Formação Rosário do Sul não foi diferenciada em suas fácies, fluvial e lacustre, tendo em vista a escala do mapa apresentado e a dificuldade em se fazer esta separação quando não existem registros fossilíferos associados à fácies Santa Maria.

A **Fácies Fluvial** apresenta uma grande variação litológica, tanto lateral como vertical, com grandes corpos lenticulares de arenitos vermelhos de granulação média e fina a muito fina, com estratificações cruzadas acanaladas de variada amplitude, que ora se encaixam ora são recobertos por arenitos muito finos e siltitos, que se apresentam ora maciços, ora com estratificações onduladas, paralelas ou cruzadas de baixo ângulo.

A disposição espacial e estruturas primárias dessas litologias indicam uma origem fluvial, sendo os arenitos mais grosseiros produto direto das correntes e as litologias mais finas uma consequência de acréscimo vertical nas planícies de inundação, durante os períodos de extravasamento das correntes.

Os arenitos que compõem a fácies fluvial são principalmente quartzosos e com variadas percentagens de feldspatos e, mais raramente, com fragmentos de lamito tamanho areia, caracterizando-se ora como sub-arcócio, ora como protoquartzito, respectivamente, segundo os conceitos de PETTIJOHN (1957). A classificação é pobre a moderada. São silticos com reduzida quantidade de argila. Os grãos variam de subangulares a arredondados. Ilmenita, magnetita, granada, turmalina, estauroлита e zircão são os minerais pesados mais freqüentes.

Os materiais finos de planície de inundação podem ser classificados como siltitos arenosos, ocorrendo também, subordinadamente, siltitos argilosos. Essas litologias finas são mais duras que os arenitos, podendo mesmo ser calcíticas, estando freqüentemente associadas com concreções calcárias - arredondadas ou ovaladas - que ocorrem em níveis ou estão disseminadas

dentro do conjunto. O tamanho destas concreções varia de 2 a 30 centímetros.

O contato entre as litologias finas e grossas é bastante variável em aspecto. De um modo geral é transicional quando passa de grosseiro para fino, sendo o contato brusco quando materiais grosseiros assentam sobre os finos. Neste último caso, existe quase sempre uma superfície de discordância erosional, com conglomerados intraformacionais formados às expensas dos materiais finos que jazem sotopostos. Essas superfícies erosionais podem ser confundidas com grandes discordâncias.

Galhas de argila (clay galls) ocorrem freqüentemente, associadas com arenitos fluviais. Estruturas penecontemporâneas de escorregamento do tipo convoluto, são raras.

Tons avermelhados são os mais característicos da fácies fluvial, ocorrendo, subordinadamente, níveis e manchas cinza-esverdeados.

A **Fácies Lacustre** (Santa Maria) tem dado margem, desde que pela primeira vez foi citada por MORAES RÊGO (1930), a inúmeros equívocos com relação à extensão que ocupa dentro do conjunto das formações gonduânicas do Estado do Rio Grande do Sul.

De acordo com BORTOLUZZI & BARBERENA (1967) seria constituída, da base para o topo, de três partes principais: a inferior compreendendo uma seqüência de siltitos e folhelhos com uma espessura média de uma dezena de metros, contendo conchostráceos e restos vegetais da Flora *Thinfeldia*; sobrepõem-se a estes, cerca de 40 metros de lamitos vermelhos, com concreções calcíferas, contendo répteis fósseis de grande porte; a parte superior é formada predominantemente por arenitos de granulometria variável, com estratificação fluvial, nos quais se intercalam clásticos finos (principalmente, siltitos). As rochas apresentam cores claras, com uma predominância marcante das tonalidades vermelhas. Os fósseis, tanto animais quanto vegetais, acusam idade Triássica para a seqüência.

Aspectos relacionados com a fauna da fácies Santa Maria foram pela primeira vez discutidos por WOODWARD (1907) e mais tarde por HUENE & STAHLCKER (1931) PRICE (1946); COLBERT (1952, 1958, 1963, 1965 e 1970) e COX (1965). Um sumário das ocorrências fossilíferas foi apresentado em publicação por BORTOLUZZI & BARBERENA (op. cit.).

As referências a respeito da flora fóssil são escassas; os únicos trabalhos sobre o assunto

são da autoria de GORDON JR. & BROWN (1952) e PINTO (1956) onde os autores descrevem uns poucos gêneros encontrados no afloramento do Passo das Tropas, situado na estrada Santa Maria - São Sepé, 6,5 km ao sul da cidade de Santa Maria.

A delimitação da zona de ocorrência da fácies Santa Maria em superfície tem se constituído num dos problemas mais difíceis de ser resolvido. Invariavelmente os autores tem superestimado sua área aflorante, mesmo nos mapas geológicos mais recentes, onde as representações desta unidade não correspondem absolutamente à realidade. Em trabalho anterior (BORTOLUZZI & BARBERENA, op. cit.) procurou-se já restringir a extensão da mesma pela referência apenas às áreas de afloramento conhecidas. Em viagens sucessivas feitas nos últimos três anos às diferentes regiões do Estado, onde se noticiava a ocorrência da mesma, puderam os autores constatar alguns fatos que certamente não coadunam com as antigas observações.

Trabalho detalhado de um dos autores (BORTOLUZZI, 1971 - inédito), na região de Santa Maria, na porção central do Estado, tida como área de ocorrência mais significativa, veio demonstrar que a faixa aflorante, não alcança senão 6 a 7 km de largura, estando praticamente situada dentro dos limites da cidade. Daí para leste, a faixa continua com a mesma amplitude até a região de Santa Cruz do Sul, passando por Candelária, Vila Formosa, Ferraz e Vera Cruz. Até há pouco tempo, esta era a extensão máxima conhecida para a região oriental do Estado. Merece menção, entretanto, o recente achado de restos de répteis pelo Padre Daniel Cargnin (informação verbal) na Estação Prof. Parreira, na área de Melos, alguns quilômetros a oeste de Taquari. Esta descoberta veio apresentar mais um subsídio para o conhecimento da distribuição da fácies em direção leste.

Para oeste do Estado, suas áreas de ocorrência ainda estão sendo verificadas. É certa a presença da fácies nas áreas de São Pedro do Sul - Xiniquá, onde, desde 1928, têm sido coletados restos de répteis fósseis.

Devido aos problemas de escala anteriormente referidos, não foi possível estabelecer a faixa de ocorrência desta fácies na área mapeada. É intenção, entretanto, realizar mapeamento mais detalhado, numa escala de 1:250 000, quando então suas relações com as formações limítrofes poderão ser definidas nesta região do Estado.

Observações preliminares efetuadas na faixa gonduânica de Livramento, São Gabriel, Rosário do Sul e Jaguari, evidenciaram a ausência da fácies Santa Maria nestas regiões. A fácies fluvial da Formação Rosário do Sul está, nestas áreas, em contato direto com o Arenito Botucatu.

FORMAÇÃO BOTUCATU

A designação Arenito Botucatu foi dada por GONZAGA DE CAMPOS (1889) para incluir os arenitos que apresentam estratificações cruzadas de larga escala e que se encontram soto-postos ou intercalados às lavas basálticas da Formação Serra Geral.

Sem dúvida os arenitos que compõem esta formação representam o mais extenso evento deposicional da Bacia do Paraná, constituindo-se num dos maiores depósitos eólicos do mundo.

No Rio Grande do Sul aflora desde a região litorânea, à altura de Torres, onde se encontra ao nível do mar, prolongando-se para oeste até a cidade de Livramento, continuando para sul até o Uruguai. O critério de identificação da Formação na área mapeada seguiu a mesma orientação sugerida por GONZAGA DE CAMPOS (op. cit.), ou seja, a partir do momento em que os arenitos mostram características nitidamente eólicas. Pode-se considerar que para o conjunto da área mapeada, os arenitos apresentam granulação fina a grosseira, grãos sub-angulares a arredondados, superfícies foscas, com estratificações eólicas típicas, cores situadas dentro das tonalidades amarelo e vermelho. A composição é essencialmente quartzosa, podendo-se observar localmente a presença de feldspatos. Estudo de minerais pesados realizados por DELANEY & GONI (1961) demonstrou a presença de opacos, turmalina, zircão, estauroлита e esfe-no. A espessura da formação é bastante variável através do Estado, tendo DELANEY & GONI (op. cit.) referido a espessura de até 400 metros para as ocorrências de superfícies; convém salientar, no entanto, que as informações de sub-superfície, fornecidas pelas perfurações da PETROBRAS assinalam um máximo de 147 metros no poço de Marcelino Ramos (MRst-1-RS). Na área mapeada as espessuras variam de zero a 150 metros.

Nota-se por tal que o Botucatu está ausente em certas secções, estando o basalto diretamente em contato com a Formação Rosário do Sul. Isto evidencia uma grande erosão pré-Serra Geral.

FORMAÇÃO SERRA GERAL

Esta designação foi empregada pela primeira vez por WHITE (1908) para reunir os extensos derrames de lavas que formam o planalto da Serra Geral. A formação apresenta espessura superior a 1.000m na região de Torres, no Rio Grande do Sul, incluindo até 13 derrames sucessivos.

As lavas basálticas que capeiam o Arenito Botucatu ocupam cerca de 50% da área total do Rio Grande do Sul, onde, desempenham um papel muito importante no aspecto fisiográfico desta porção da Bacia do Paraná. Efetivamente, a superfície atualmente determinada pelas áreas basálticas em nosso Estado constituem um enorme platô, com altitude média de aproximadamente 500 metros, que se prolonga para sudoeste em direção ao Uruguai e, para o norte em direção a Santa Catarina, Paraná e São Paulo, atingindo em sua porção mais setentrional o sul do Estado de Minas Gerais.

O trabalho erosivo das correntes produziu, ao atuar sobre a cobertura basáltica da faixa leste da Bacia do Paraná, escarpamentos abruptos com «fronts» voltados para leste, aspecto este que se constitui na feição mais típica da chamada «Serra Geral» nos estados situados ao norte do Rio Grande do Sul. Neste estado esta feição é bem marcada, apresentando entretanto a particularidade de um alinhamento «sui generis» de escarpas, pois desde Santo Antônio da Patrulha até São Francisco de Assis a direção predominante é leste-oeste, infletindo então para sul, até as vizinhanças da cidade de Livramento.

Poucos trabalhos tem tratado especificamente do problema relacionado com o vulcanismo básico desta porção da Bacia do Paraná. Deve-se ressaltar a grande contribuição aos estudos destas rochas realizados por LEINZ (1949), GUIMARÃES (1931) e SCHNEIDER (1964); o primeiro ligado principalmente aos aspectos geológicos enquanto que os últimos, aos petrológicos.

No que se refere a sua extensão superficial e ao comportamento da linha de escarpas, muito ainda está por ser feito. Na área percorrida pelos autores verifica-se, por exemplo, que as primeiras ocorrências de rochas basálticas estão situadas muito mais para o sul do que registram os mapas geológicos do Estado. Da mesma forma, nas regiões centrais (Santa Maria, por exemplo), sua extensão para o sul é significativa, estando isto a indicar que o mapa geológico do Rio Grande do Sul está necessitando urgente-

mente de uma revisão, tanto nos aspectos relacionados especificamente com a extensão das camadas basálticas, quanto no que se refere às formações gonduânicas anteriores aos derrames.

FORMAÇÃO TUPANCIRETA

Em recente trabalho, MENEGOTO, SARTORI & MACIEL FILHO (1968) constataram a presença de mais uma unidade sedimentar na coluna estratigráfica da Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul. Até então os derrames basálticos eram tidos como a derradeira manifestação deposicional nesta Bacia, sendo que as ocorrências de rochas arenosas no topo do planalto Sul-riograndense eram interpretadas como resultado de trabalho erosivo sobre o basalto, acarretando a formação de «janelas estratigráficas» que exporiam as camadas inferiores. Entretanto, levantamento detalhado numa destas supostas «janelas», na região de Tupanciretã, veio demonstrar uma realidade bem diversa, qual seja a existência de rochas de origem fluvial e em condição supra-basáltica até então insuspeitada no Rio Grande do Sul. No dizer dos referidos autores «capeando a Formação Serra Geral de uma maneira discordante encontra-se, em grande parte da área, um conjunto litológico constituído por uma seqüência que vai desde conglomerados basais, passando por arenitos conglomeráticos, arenitos diversos, até intercalações de camadas de argila». Dentro deste conjunto heterogêneo predominam grandemente os conglomerados com seixos de basalto e arenitos, mostrando estes últimos intercalações de argila próximo ao topo da Formação. Na região da seção tipo a espessura observada foi de 60 metros, afirmando os autores que maiores valores podem ser observados alhures. A área de observação abrangeu 7.800 quilômetros quadrados.

Quanto à idade, não existem maiores elementos para sua fixação visto que, até o momento, não foram encontrados fósseis nestas rochas. O fato da formação estar situada sobre as rochas basálticas, tidas como de idade juro-cretácea (CORDANI & VANDOROS, 1967), permite situá-la, com reservas, dentro do tempo Cretáceo - Terciário.

No presente mapeamento tivemos oportunidade de constatar a presença da formação em grande extensão da faixa mapeada, em situação análoga àquela que se verifica na área da seção

tipo, ampliando desta forma a superfície de ocorrência da mesma, estendendo-a linearmente para mais de 100 km para leste.

A litologia é, em parte, a mesma da área da secção tipo, parcialmente mapeada no presente trabalho.

Quanto ao aspecto de correlação, somos acordes com MENEGOTTO et alii (op. cit.), de que a seqüência em apreço não corresponde à Formação Santa Tecla, da região sudoeste do Estado, ou ao Caiuá, do norte, da Bacia do Paraná, visto terem se originado por processos genéticos nitidamente diversos (SCORZA, 1952).

As características litológicas e as implicações genéticas sugerem maiores afinidades com a Formação Bauru, apesar de que uma correlação baseada em critérios tão gerais possa acarretar em lamentável equívoco. Até o momento, como já afirmamos anteriormente, não foi constatada a presença de qualquer vestígio fóssil na Formação, contrastando por este lado, com o que se verifica no Bauru. O trabalho detalhado nas áreas de ocorrência mais significativa talvez proporcione, no futuro, uma descoberta nesse sentido, fato este que, sem dúvida, viria esclarecer a questão relacionada com a idade e a correlação da Formação Tupanciretã.

Na delimitação da Formação Tupanciretã levou-se em conta somente as áreas de ocorrência típica, observável em fotografias aéreas e confirmada no campo. Embora a presença de solo arenoso mostrasse, em outros locais, ter existido a Formação Tupanciretã, a observação dos afloramentos revelou, sob esta cobertura, apenas a existência de basalto alterado.

ALUVIÕES

Esses depósitos estão localizados principalmente ao longo das calhas dos rios e em suas respectivas planícies de inundação, que variam em amplitude segundo a maior ou menor resistência das litologias onde ocorrem.

As planícies de inundação mais amplas ocorrem na Formação Rosário do Sul e as de menor amplitude nos basaltos da Formação Serra Geral.

Texturalmente os depósitos recentes são constituídos por materiais areno-argilosos e por cascalhos de composição basáltica e mais raramente por fragmentos de composição silicosa (ágatas, calcedônia, etc.) e de Arenito Botucatu silicificado. As cascalheiras são mais abundantes quando os rios correm sobre o planalto basálti-

co, enquanto que os depósitos areno-argilosos são mais comuns nas calhas e, nas planícies de inundação dos rios que cortam a Formação Rosário do Sul.

TECTÔNICA DA ÁREA

A área mapeada no presente trabalho está situada no centro e a leste de uma grande perturbação tectônica de rumo N30E aproximadamente, ou seja, paralelo à costa Sul-riograndense.

Tal tectonismo já foi observado por LEINZ (op. cit.) mostrando que o contato entre as efusivas e o embasamento sedimentar no Rio Grande do Sul, na direção leste-oeste, sofreu uma ascensão lenta mas progressiva, pois, partindo esse contato de 60 metros acima do nível do mar, em Osório, no litoral, chega-se a uma altitude máxima de 270m perto de Santa Maria. A partir desta cidade, rumo a oeste, o nível do contato começa novamente a baixar, atingindo cerca de 120m perto da cidade de Jaguari.

É também observável, já tendo sido notado por von HUENE & STAHLCKER (op. cit.), que as camadas gondiônicas possuem um mergulho no sentido norte, nas áreas a leste de Santa Maria, enquanto que esse mergulho muda bruscamente para oeste nas áreas situadas a oeste dessa cidade.

Como consequência desse levantamento tectônico uma intensa fase erosiva se fez sentir, evidenciada por adelgaçamentos e locais de desaparecimento do Arenito Botucatu, jazendo o basalto diretamente sobre a Formação Rosário do Sul.

O início desses eventos tiveram lugar antes dos derrames basálticos estendendo-se, provavelmente, durante as efusões.

Especificamente na área de estudo, o exame da tectônica fica restrito à zona de ocorrência do basalto, onde foram analisados estatisticamente todos os alinhamentos visíveis em fotografias aéreas. Nenhuma distinção foi feita entre alinhamentos que representam juntas, que constituem a maioria, e aqueles que possam representar falhamentos. A homogeneidade do basalto e a dificuldade em determinar os respectivos movimentos relativos dos blocos, fizeram com que se estabelecessem apenas as direções preferenciais desses alinhamentos através de diagramas estatísticos.

Percebe-se que os esforços tectônicos na área - refletidos nos alinhamentos assinalados

no basalto – são preferentemente de direção noroeste, ocasionando a predominância dos alinhamentos nordeste.

As juntas de resfriamento, em outras duas direções preferenciais aproximadamente, 90° entre si, aparecem bem distintas nos diagramas. Secundariamente pode-se perceber que a zona mais afetada está na porção leste da área mapeada e também a sul. A zona oeste, mostrou ser pobre em alinhamentos, podendo isto ser explicado pela cobertura da Formação Tupanciretã, que mascarou os alinhamentos, porquanto são anteriores a ela.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AB'SABER, A. N. 1961 – Bacia do Paraná-Uruguaí, estudo de Geomorfologia Aplicada. *Notícia Geomorfológica*, São Paulo, 7/8: 24-50.
- BEURLIN, K. ; SENA SOBRINHO, M.; MARTINS, E. – 1955 – Formações Gondwânicas do Rio Grande do Sul, *Boletim do Museu Nacional*, Nova série; Geologia, Rio de Janeiro, 22: 1-55, 33 fig.
- BORTOLUZZI, C. A. – Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria – Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 162 p, 27 fig., 27 fotograf., tab. 1-8, 2 mapas, 1 seção. [inédito]
- , & BARBERENA, M. C. – 1967 – The Santa Maria beds in Rio Grande do Sul (Brasil). In: BIGARELLA, J. J. et alii – ed. «Problems in Brazilian Gondwana Geology», Curitiba, 169-95, 8 figs., pls. 64-73.
- CARVALHO, P. F. – 1932 – Reconhecimento Geológico no Rio Grande do Sul. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, 66: 1-72, 2 mapas, 1 perfil geológico.
- , 1937 – Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, 72: 1-38, 1 mapa Mineralógico do Estado do Rio Grande do Sul.
- CORDANI, U. G. & VANDOROS, P. – 1967 – «Basaltic Rocks of The Parana Basin». In: BAGARELLA, J. J. et alii – ed. *Problems in Brazilian Gondwana Geology*, Curitiba, p.207-231, tab. 1-4.
- DELANEY, P. J. V. & GOÑI, J. C. – 1963 – Correlação Preliminar entre as Formações Gondwânicas do Uruguai e no Rio Grande do Sul: Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, 8-9: 3-21, 1 mapa, 1 perfil geológico.
- FORTES, A. B. – 1959 – *Geografia Física do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, Editora Globo, 393 p., 16 fig., 23 cartogramas, 1 mapa hidroviário.
- GAMERMANN, N. – 1970 – Formação Rosário do Sul. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geociência – UFRGS [inédito].
- GOÑI, J. C. & DELANEY, P. J. V. – 1961 – Estudo Estatístico dos Minerais Pesados da Formação Botucatu – Rio Grande do Sul (Brasil) e Uruguai. *Boletim da Universidade Federal do Paraná; Geologia*, Curitiba, 6: 1-27, 14 fig., 2 tab.
- GONZAGA de CAMPOS, L. F. – 1889 – Seção Geológica: São Paulo. *Comunicações Geográficas e Geológicas da Província de São Paulo, Relatório*, São Paulo. p. 21-34. [Anexo].
- GORDON Jr., M. – 1947 – Classification of the Gondwanic Rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 38a: 1-20.
- , & BROWN, R. – 1952 – Plantas triássicas do Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudo da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 54: 1-6.
- GUIMARAES, D. – 1949 – Magma Basáltico do Brasil Meridional. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 3 (1): 13-27.
- HUENE, F. von & STAHLCKER, R. – 1931 – Geologische Beobachtungen in Rio Grande do Sul. *Neues Jahrbuch für Geologische und Paleontologische Abt. B*, Stuttgart, 65: 1-82, 22 fig., 3 est.
- LEINZ, V. 1939 – Problema Geológico do Post-Arqueano no Rio Grande do Sul. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, 4 (22): 203-6.
- , 1945 – Geologia da Área Mineralizada do Estanho e Tungstênio no Estado do Rio Grande do Sul. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral*, Rio de Janeiro, 70: 1-93.

- , 1949 - 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, 103 (5): 1-61, 22 fig., 9 fot., 5. tab.
- , BARBOSA, A. F. & TEIXEIRA, E. A. - 1941 - Mapa Geológico Caçapava - Lavras. *Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio*, Porto Alegre 90: 1-39, 5 fig., 1 mapa geológico.
- LISBOA, M. A. - 1940 - Águas Subterrâneas do Rio Grande do Sul. In: Congresso Rio Grandense de Agronomia 2º, Porto Alegre, *Anais*, V. 2, p. 725-38.
- MENEGOTTO, E.; SARTORI, P. L. & MACIEL Fº, C. L. - 1968 - Nova Sequência Sedimentar sobre a Serra Geral no Rio Grande do Sul. *Publicação Especial do Instituto de Solos e Culturas, Seção de Geologia*, Santa Maria, 1: 1-19 1 secção, col. estrat., 1 mapa geológico.
- MORAES REGO, L. F. - 1930 - A Geologia do Petróleo do Estado de São Paulo: Brasil, *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, 46: 1-105, 24 ilust.
- MORRIS, R. H. - 1963 - Geologia geral das quadriculas de Gravataí, Taquara e Rolante, Rio Grande do Sul - Brasil. *Publicação Especial da Escola de Geologia*, Porto Alegre, 5: 1-38.
- OLIVEIRA, E. P. - 1930 - Rochas triássicas do Estado do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 2 (3): 131-6.
- PETTIJOHN, F. J. - 1957 - *Sedimentary rocks*. 2. ed. New York, Harper.
- PINTO, I. D. - 1956 - 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): 75-94, 2 fig., texto, 4 est.
- , et alii - 1966 - Geology of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Publicação Especial da Escola de Geologia*, Porto Alegre, 11: 1-22.
- RAMBO, B. - 1956 - A fisiografia do Rio Grande do Sul. 2.ed., Porto Alegre, Livraria Selbach, 480 p., 15 pl.
- SALAMUNI, R. & BIGARELLA, J. J. - 1967 - The Botucatu Formation. In: BIGARELLA, J. J. et alii - *Problems in Brazilian Gondwana geology*. Curitiba, p.197-206, 2 fig., 4 pl.
- SCHNEIDER, A. W. - 1964 - Contribuição à Petrologia dos derrames basálticos da Bacia do Paraná. *Publicação Avulsa da Escola de Engenharia da UFRGS*, Porto Alegre, 1: 1-76, 3 fig., 9 microfot., 7 diagr.
- SCORZA, E. P. - 1952 - Considerações sobre o arenito Caiuá. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 139: 1-59, 14 fig., 16 fot.
- WASHBURNE, C. W. - Petroleum geology of the State of São Paulo - Brazil. *Boletim da Comissão Geographica e Geologica do Estado de São Paulo*, São Paulo, 22: 1-282, 121 fig., 1 mapa geológico.
- WHITE, I. C. - 1908 - *Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional. 617 p., ilust., [Publicação em Português e em Inglês]