

Pesquisas em Geociências

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

Associações Microflorísticas dos Paleovales do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul, Permiano da Bacia do Paraná, Brasil

Maria Elice Rosa Dias

Pesquisas em Geociências, 20 (2): 132-140, Set./Dez., 1993.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21272>

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., 1993.

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

Associações Microflorísticas dos Paleovales do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul, Permiano da Bacia do Paraná, Brasil

MARIA ELICE ROSA DIAS

Instituto de Geociências UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 17/12/93. Aceito para publicação em 28/04/94.)

Abstract – The paleogeographical study of the Leão-Capané and Candiota mine area evidences the existence of extensive paleovalleys, surrounded by high areas of the crystalline rocks of Precambrian and Cambrian. These paleovalleys are filled by Itararé sedimentary rocks. The microflora evidences that there was an arboreous population (Gymnospermae) in declivities of this paleovalley and in higher areas and, on the other hand, shrubby like and herbaceous (Pteridophyta) vegetation grew in the lowlands and marginal areas of these valleys. Furthermore, these valleys were drowned by waters which had connection at least some time, with sea waters. Indicative Algae of fresh to brackish waters (*Botryococcus*) characterize the domination of waters originated from glacial ice whereas the Algae (*Tasmanites*) associated to marine microplankton (Acrutarcha) indicate influence of the transgression of the epicontinental sea of the Paraná Basin.

Resumo – O estudo paleogeográfico das áreas de Minas do Leão-Capané e Candiota demonstrou a existência de extensos paleovales, circundados por áreas altas do embasamento cristalino e preenchidos por sedimentos do Grupo Itararé. A microflora registrada evidenciou que as encostas destes paleovales e as áreas mais elevadas estiveram povoadas por uma vegetação de porte arbóreo (Gymnospermae) e as zonas mais baixas e margens destes vales por vegetação arbustiva e herbácea (Pteridophyta). Estes vales eram afogados por corpos d'água que, em algumas épocas de sua evolução, apresentaram conexão com o mar. No meio aquoso, algas indicativas de ambiente de água doce a salobra (*Botryococcus*) caracterizam os períodos de domínio do aporte de águas providas de degelo, enquanto que as algas do gênero *Tasmanites*, associadas ao microplâncton marinho (Acrutarcha), indicam os períodos de ingresso de águas provenientes do mar epicontinental da Bacia do Paraná.

INTRODUÇÃO

A contribuição oferecida pela palinologia na solução de problemas estratigráficos, paleoecológicos e paleoclimáticos tem sido extremamente importante na análise da Bacia do Paraná.

O Grupo Itararé, que possui uma diversidade faciológica muito grande ao longo de toda a bacia, está representado, principalmente, por arenitos, siltitos, ritmitos e diamictitos.

Sua maior espessura ocorre no Estado de São Paulo, onde chega a atingir 1.300 m. No Rio Grande do Sul, na área em estudo, a espessura atinge 96 m.

Inúmeras referências com relação a ocorrência de glaciação e ao clima frio durante a deposição dos sedimentos do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul, têm sido feitas nos últimos anos (Bossi & Piccoli, 1979; Piccoli *et al.*, 1983, 1990; Lopes *et al.*, 1986; Holz *et al.*, 1986; Holz, 1987; Lavina & Lopes, 1987; Piccoli, 1989; Tomazelli & Soliani Jr., 1982).

As interpretações paleoclimáticas baseadas em dados da mega e microflora, existentes até o momento, demonstram, também, a presença de um clima frio atuante sobre a vegetação dessa época.

Através da integração entre os dados obtidos no presente trabalho e aqueles estudos já existentes sobre a microflora desta unidade, são estabelecidas importantes considerações com relação à paleoecologia, ao paleoclima e ao paleoambiente vigentes durante a deposição do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de abrangência deste estudo compreende os Municípios de Herval, São Sepé, Rio Pardo, Cachoeira do Sul, e está situada entre as coordenadas de latitude 29° e 32° e longitude 50° e 55° (Fig. 1).

O material utilizado compreende amostras de subsuperfície (sondagens HV-29-RS, SS-05-RS, ST-01-RS, 5CA-53-RS, 5CA-71-RS) cedidas pela CPRM.

As amostras foram processadas segundo os métodos usuais de maceração utilizados em palinologia.

As lâminas palinológicas, que serviram de base para este estudo, encontram-se depositadas na palinoteca do Museu de Paleontologia, do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os mapas de isópacas foram construídos a partir dos dados constantes no tabelamento litoestratigráfico do Projeto Borda Leste da Bacia do Paraná (Aboarrage & Lopes, 1986) para o Grupo Itararé no Rio Grande do Sul.

Com base nestes mapas foi possível obter um esboço da paleogeografia para as áreas de Candiota e Minas do Leão-Capané.

As áreas onde os sedimentos do Grupo Itararé estão ausentes foram interpretadas como regiões altas, fontes de clastos e locais de desenvolvimento de vegetação. Já as áreas onde os sedimentos desta unidade são constatados foram interpretadas como vales, sítios de deposição de diversos litotipos que compõem o Grupo Itararé no Rio Grande do Sul.

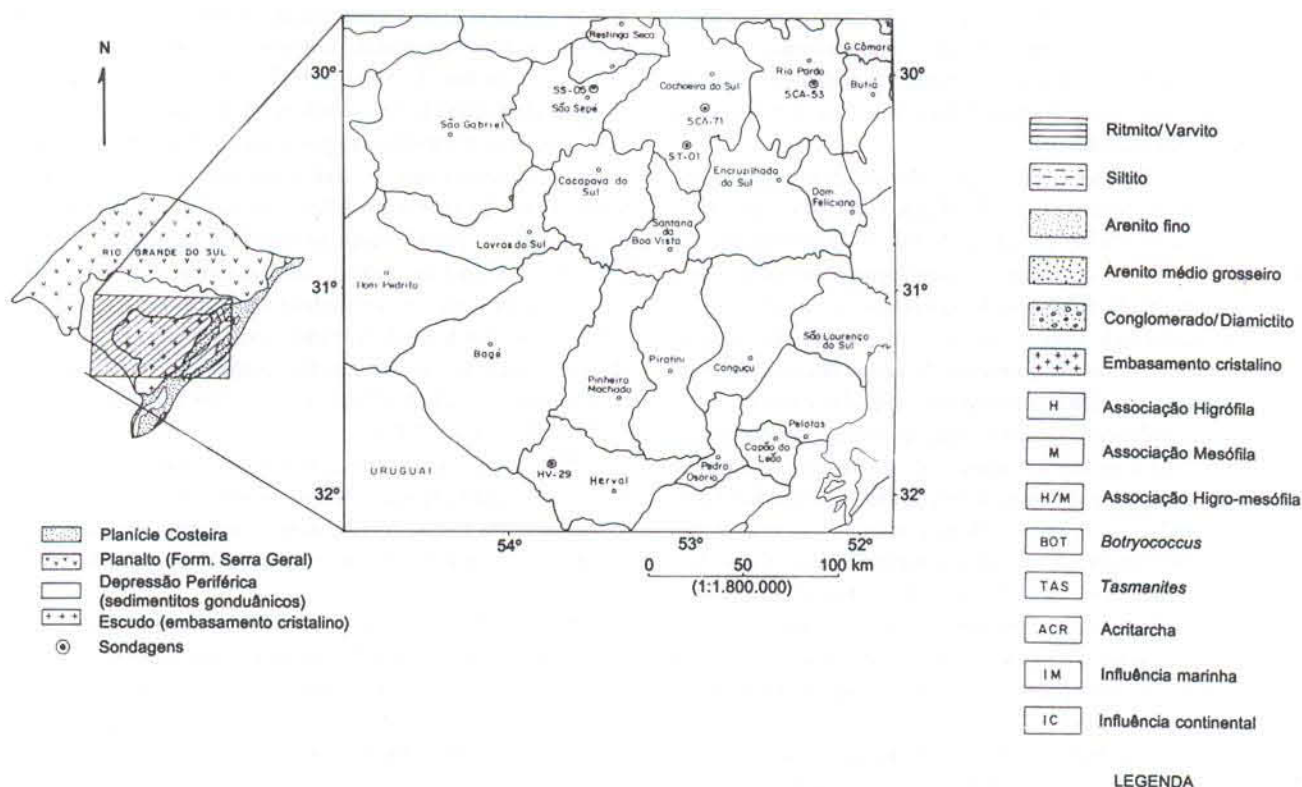


Figura 1 – Mapa de Localização das Sondagens.

PALEOECOLOGIA

A interpretação paleoambiental, baseada em palinórfos, é influenciada por fatores ecológicos, climáticos e edáficos que provocam modificações na flora, as quais são refletidas nas partes preservadas (esporos, grãos de pólen e outras estruturas). Estas mudanças na microflora ocorrem, conseqüentemente, sempre de forma paralela àquelas da megafloa, por se tratarem, os esporos e grãos de pólen de partes integrantes das plantas.

Particularmente, os esporos e grãos de pólen, originados quase que exclusivamente de plantas de ambiente continental, são importantes indicadores das oscilações climáticas e ambientais.

De acordo com a distribuição dos palinórfos, em ambiente continental e marinho, realizado por Le Blanc (*In*: Wilson, 1971) os grãos de pólen, provenientes de áreas mais elevadas, podem sofrer um transporte pelo vento até as áreas de sedimentação marinha bem maior do que os esporos e grãos de pólen provenientes de uma vegetação de áreas baixas, próximas ao corpo d'água. Na vegetação de áreas baixas, eles são retidos praticamente "in situ", pois seu transporte é bem menor e o agente transportador é, em geral, a água.

Com relação à distribuição e transporte do material esporopólfico em ambiente glacial, Bourgeois *et al.* (1985) e Short & Holdsworth (1965) demonstram as longas trajetórias percorridas pelos grãos de pólen, bem como a grande mistura de material de diversas áreas fontes.

De acordo com as associações de plantas determinadas por Remy (1975) para o Carbonífero e o Permiano da Euro-

pa, baseado na variação do nível do lençol freático, três tipos básicos de associações são identificados: Hidro-higrófila, Higró-mesófila e Meso-xerófila.

A associação Hidro-higrófila é constituída por uma vegetação composta essencialmente por algas, plantas aquáticas, Lycophyta, Sphenophyta e algumas Pteridospermophyta, associadas a raras Cordaitophyta que viveriam em terras baixas, total ou parcialmente inundadas.

A associação Higró-mesófila, relacionada a ambiente entre terras altas e baixas, estaria caracterizada por vegetação com habitat nas áreas marginais aos pântanos e nos lugares mais secos da planície deltáica ou aluvial.

As Filicophyta e Pteridospermophyta associadas a algumas Lycophyta e Coniferophyta seriam os grupos de plantas mais freqüentes neste tipo de associação.

Na associação Meso-xerófila, característica de terras altas, o tipo de vegetação dominante estaria composto principalmente por Gymnospermae (Cordaitophyta e Coniferophyta).

Com relação ao grupo Acritarcha, a grande maioria dos autores (Hart, 1970; Staplin, 1961 e Wall, 1965) consideram-no como de natureza marinha.

No que diz respeito à diversidade específica, Wall (1965) determina que a grande diversidade desses microfósseis associada a baixa representatividade seria indicativa de ambientes de mares abertos ("offshore") e que as assembléias com dominância monoespecífica e grande número de espécimens caracterizariam ambientes mais restritos, como aqueles encontrados em mares internos ("inshore").

Em termos de energia do ambiente, Staplin (1961) relaciona o predomínio de acritarcas de espinho longo a um ambiente marinho raso de águas calmas. Aqueles de espinho

curto seriam indicativos de um ambiente marinho com maior energia.

Para Sarjeant (1974) as espécies do gênero *Micrhystridium* com espinhos longos caracterizam a presença de águas salobras com condições mais tranquilas, enquanto que as espécies com espinhos curtos estariam associadas a ambientes mais turbulentos.

O gênero *Botryococcus* é considerado por diversos autores (Jessen & Milthers, 1928; Blackburn, 1936; Bradley, 1924; Dulhunty, 1944; Tissot & Welte, 1978; Hutton, 1980 e Cook *et al.*, 1981) como algas clorofíceas planctônicas que teriam se originado em lagos de águas doces e calmas.

Entretanto, este tipo de alga colonial é interpretado por Combaz (1980) como de ambiente de águas doces, que pode se desenvolver em águas salobras ou salgadas calmas.

Num estudo comparativo entre colônias modernas de *Botryococcus* e aquelas ocorrentes nos torbanitos da Escócia e Folhelho Kerosene de New South Wales - Austrália, Guy-Ohlson (1992) faz algumas interpretações com relação ao ambiente e ao estágio de desenvolvimento dessas algas. Nas colônias modernas observou que estes organismos planctônicos, flutuantes, apresentam uma excelente adaptação a habitats aquáticos de águas rasas em áreas com pouca chuva, onde as condições climáticas possuem uma ampla variação durante o ano.

Observou também que bons níveis de preservação refletem uma deposição em condições favoráveis, provavelmente, em águas rasas, oxigenadas.

INTERPRETAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E PALEOAMBIENTAIS PARA O GRUPO ITARARÉ NO RIO GRANDE DO SUL

Diversas evidências do clima frio reinante durante a deposição dos sedimentos do Permiano Inferior da Bacia do Paraná têm sido mostradas através de inúmeras reconstituições feitas para o Paleozóico (Valencio & Villas, 1972; Valencio, 1973; Smith *et al.*, 1973; entre outros) os quais referem uma latitude entre 50° e 53° S para o Permiano Inferior.

A origem glacial para parte da seqüência sedimentar do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul foi, inicialmente, proposta por Oliveira (1916).

A partir desta data diversos autores têm feito referência à existência de glaciação no Itararé do Rio Grande do Sul.

Inúmeros trabalhos com interpretações sobre o paleoclima e a presença de geleiras durante a deposição destas rochas vêm sendo feitos nos últimos anos.

A ocorrência de geleiras dentro do Itararé no Rio Grande do Sul é citada por Bossi & Piccoli (1979). Neste estudo, baseado em mapas litofaciais de 31 sondagens, os autores referem que esta glaciação era reduzida às partes mais elevadas e que consistiria em pequenas geleiras de montanhas.

Bortoluzzi *et al.* (1982), estudando a Jazida Carbonífera de Santa Rita, interpretam o ambiente de deposição das rochas do Grupo Itararé na área como do tipo periglacial.

As primeiras evidências da glaciação ocorrida durante a deposição das rochas desta unidade, são mostradas por Tomazelli & Soliani Jr. (1982) através do registro de pavimentos estriados em Cachoeira do Sul, Bagé e São Gabriel.

De acordo com Lopes *et al.* (1986), a partir da glaciação

do final do Carbonífero, início do Permiano, o Rio Grande do Sul comportava-se como um alto topográfico. Sob regime de clima glacial a periglacial, depositaram-se sedimentos, de caráter continental, marinho e transicional.

No trabalho de Holz (1987) a formação dos leques aluviais do Grupo Itararé é interpretada como uma resposta às condições climáticas da época. Refere também que: "é relativo consenso que o clima na época Itararé (Andar Sakmariano do Permiano Inferior) era frio com características glaciais em grande parte do Estado" (Tomazelli & Soliani Jr., 1982). Esta glaciação e sua faciologia (tilitos, blocos erráticos e pavimentos estriados) parecem não ter atingido a região leste-nordeste do Estado, onde o único indício de influência glacial são os clastos pingados, ocorrentes nos ritmitos desta unidade (Piccoli *et al.*, 1983; Bossi & Piccoli, 1979 e Holz *et al.*, 1986).

Holz (1987) também refere que no nordeste do Rio Grande do Sul a participação das geleiras ficou restrita às partes mais elevadas e que as elevações sazonais de temperatura teriam provocado o derretimento parcial do gelo das montanhas.

Segundo Lavina & Lopes (1987) durante o limite permo-carbonífero, a Bacia do Paraná esteve situada numa latitude de 45° a 55° S, ou seja, próximo ao limite do máximo avanço glacial. A associação de arenitos grosseiros, grânulos e seixos pingados com turbiditos é citada como decorrente da existência de invernos frios.

Através das relações estratigráficas entre as fácies Budó e Suspiro nas folhas de Vila Nova, Lagoa da Meia Lua e Suspiro (RS), Piccoli (1989) divide a seqüência referente ao Grupo Itararé em porção inferior e superior. Na porção inferior relacionada à Fácies Suspiro de Delaney & Gõni (1963), é registrada a presença de estrias de origem glacial nos diamictitos bem como de blocos erráticos. Os dados de litofácies evidenciam uma deposição em ambiente glacial a pró-glacial para a parte inferior.

Na porção superior, relacionada à Fácies Budó, a presença de marcas de ondulação, de espículas de espongiários e de pectinídios indicam uma deposição em ambiente marinho raso.

Piccoli (1989) refere, através da evolução paleogeográfica da área que, após a fase de deposição continental em clima glacial, ocorreu a ingressão de um mar raso epicontinental.

Na correlação litoestratigráfica das rochas do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, realizada por Piccoli *et al.* (1990) ao longo de duas seções com direção NE-SW, muitas das sondagens utilizadas são as mesmas analisadas no presente trabalho (SG-05-RS, 5CA-71-RS, ST-01-RS e 5CA-91-RS). A interpretação paleogeográfica dada para a área é a de que, durante a deposição do Grupo Itararé existiam altos do embasamento que cercavam vales profundos (semelhantes a fiordes) junto a áreas elevadas e uma costa relativamente recortada, em clima glacial. É mencionada também, por estes autores, a presença de geleiras nestas regiões elevadas que avançavam e recuavam de acordo com a variação da temperatura, produzindo tilitos e pavimentos estriados ao longo dos vales. Referem, ainda, uma provável entrada de mar pelo SW do Rio Grande do Sul.

Com relação às interpretações paleoclimáticas, baseadas em dados da mega e microflora, ocorrente em sedimen-

tos desta unidade litoestratigráfica, é importante salientar aquelas de Guerra-Sommer, 1988; Guerra-Sommer *et al.*, 1991 e Guerra-Sommer *et al.* (no prelo), Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig (no prelo); Piccoli *et al.*, 1991; Xavier & Sue, 1992; Schimtt *et al.*, 1992.

A interpretação dada por estes autores com relação ao clima é a de que a vegetação desta época esteve condicionada à existência de um clima frio. Essas interpretações foram baseadas na presença de uma microflora dominada por grãos de pólen monossacados, esporos triletes subordinados, na baixa representatividade do grupo das Lycophyta e na evidência de uma megaflore constituída por plantas arbustivas relictuais do Carbonífero Superior (p. ex. *Botrychiopsis plantiana*) e de glossopterideas arbóreas semelhantes as "taiga" atuais.

PALEOAMBIENTE DO GRUPO ITARARÉ NAS ÁREAS ANALISADAS

As considerações com relação ao ambiente reinante no período de deposição do Grupo Itararé do Rio Grande no Sul foram baseadas em dados paleoecológicos dos diferentes grupos de microfósseis, em interpretações paleoambientais de outros autores nas mesmas áreas abrangidas por esta pesquisa, em descrições litofaciológicas e na reconstituição paleogeográfica obtida através da elaboração dos mapas de isópacas.

A fisiografia da região de Minas do Leão (Fig. 2) era constituída por vales profundos, escavados sobre as rochas do Escudo Sul-rio-grandense.

No maior destes vales, na porção oeste da área, estão situadas três das sondagens analisadas (ST-01-RS, 5CA-71-RS e SS-05-RS) e, na porção leste, num profundo e estreito vale, encontra-se a sondagem 5CA-53-RS (Fig. 2).

Estes vales encontravam-se afogados com corpos d'água que, em algumas épocas de sua evolução, apresentaram conexão com o mar epicontinental da Bacia do Paraná.

Na realidade, alguns autores preferem a interpretação "fiordes" para esses vales adjacentes ao mar, em costas sujeitas à glaciação, com base na aceitação de um clima periglacial para esta porção do Gondwana, tendo em vista as

reconstituições com relação ao seu posicionamento paleogeográfico no início do Permiano.

As encostas dos vales e as áreas elevadas eram povoadas por uma vegetação de porte arbóreo (Gymnospermae), enquanto que nas áreas baixas e margens dos "fiordes" desenvolvia-se uma vegetação arbustiva e herbácea (Pteridophyta).

No meio aquoso, algas indicativas de ambiente de água doce a salobra (*Botryococcus*) caracterizam períodos de domínio do aporte de águas providas do degelo, enquanto a presença de algas do gênero *Tasmanites*, associadas ao micropâncton marinho, indicam os períodos de ingressão de águas provenientes do mar epicontinental.

Área de Candiota: Sondagem HV-29-RS

A paleogeografia da área de Candiota (Fig. 3) demonstra a existência de extensos paleovales escavados pelas geleiras, circundados por áreas do embasamento cristalino e preenchidos por sedimentos do Grupo Itararé. O paleovale onde se situa a sondagem HV-29-RS apresenta uma orientação noroeste.

A seqüência estratigráfica é composta por conglomerado e ritmito na porção basal e siltitos até o topo. As associações microfiorísticas registradas nesta seqüência, representam plantas de ambiente higrófilo, constituídas basicamente por Pteridophyta (Filicophyta e raras Lycophyta) que são mais abundantes nos ritmitos da base (Fig. 5).

A vegetação de maior porte (Gymnospermae) é pouco abundante e está representada, principalmente, por grãos de pólen vinculados a Pteridospermatophyta, Coniferophyta e Cordaitophyta.

Na porção basal dos ritmitos ocorrem algas do gênero *Tasmanites* em associação com *Botryococcus*. Os *Tasmanites* ocorrem até a parte média do pacote siltico, enquanto que os *Botryococcus* são constantes em toda a extensão do perfil (Fig.5).

Segundo Combaz (1980), as algas do gênero *Botryococcus* poderiam se desenvolver em águas salobras ou marinhas calmas e os *Tasmanites* seriam adaptados a um ambiente marinho hipossalino.

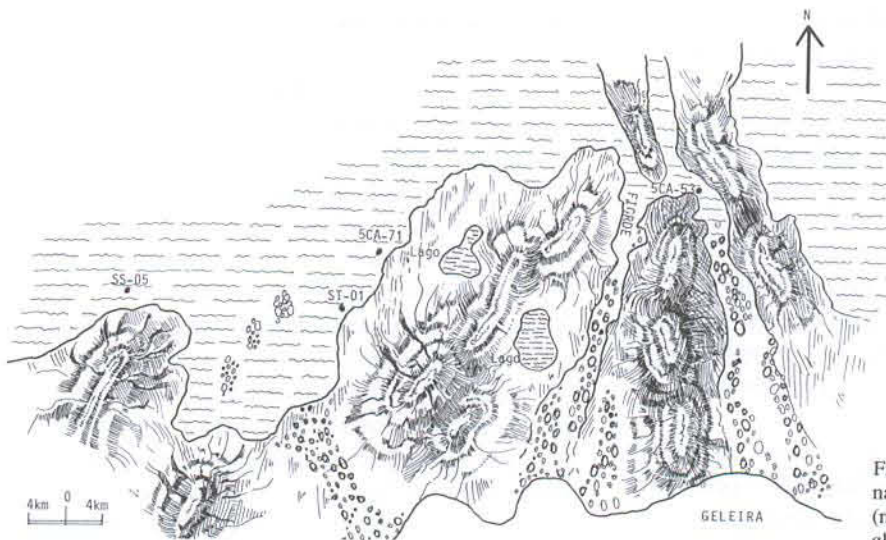


Figura 2 – Paleogeografia do Grupo Itararé, na Região de Minas do Leão-Capané, RS (mar transgressivo associado a degelo, vales glaciais-fiorde).

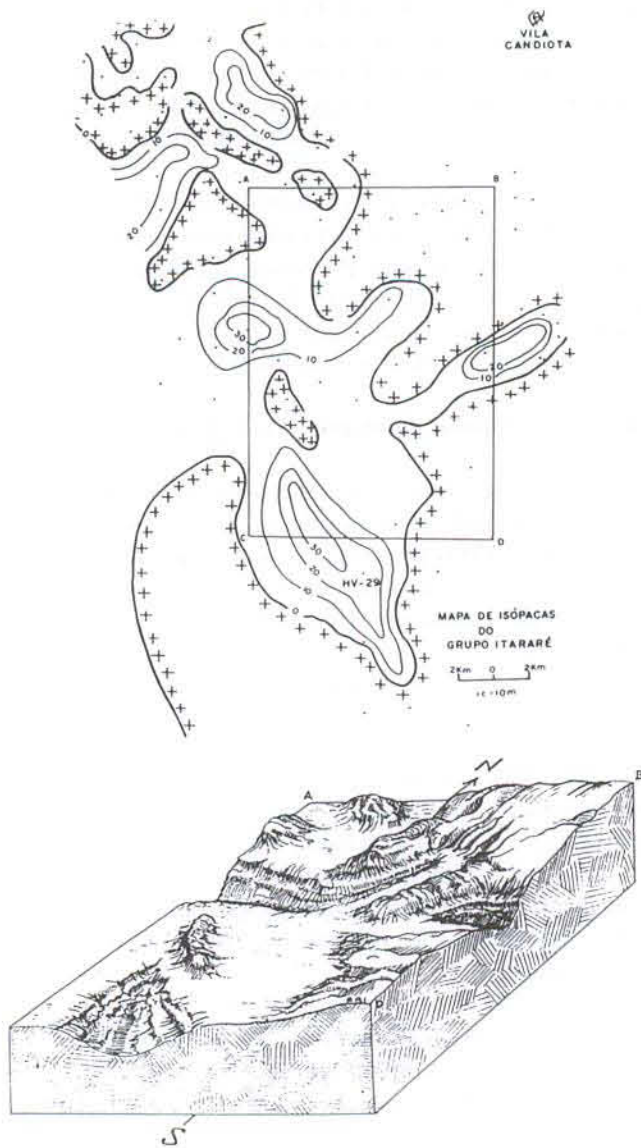


Figura 3 – Reconstituição Paleogeográfica da Região de Candiota, RS.

A coexistência de *Tasmanites* e *Botryococcus* na base da seqüência demonstra a presença de um ambiente marinho raso de águas calmas e hipossalinas.

A partir da porção média do pacote de ritmitos até quase o topo de toda a seqüência síltica, ocorre uma assembléia de microplâncton marinho diversificada (*Navifusa* sp., *Dactylofusa* sp., *Baltisphaeridium* sp., *Veryhachium* sp., *Micrhystridium* sp. 1 e sp. 2, *Leiosphaeridia plicata* e *Exochoderma* sp.), porém, quantitativamente pobre.

De acordo com os critérios de Staplin (1961) e Sarjeant (1974), a ocorrência de acritarcas de espinho curto (*Micrhystridium* sp. 1) a partir da porção média do pacote de ritmitos demonstra a existência de águas mais turbulentas que se tornam mais calmas em direção ao topo onde são registrados os acritarcas de espinhos longos (*Micrhystridium* sp. 2).

Segundo Wall (1965) a diversidade destes microfósseis marinhos aliada à baixa representatividade de espécimes poderia ser interpretada como indicativa de ambiente costa-afora (“off-shore”); no entanto, a deposição dos sedimentos nesta

área se deu, de acordo com os mapas de isópacas e análise sedimentológica, em um vale do tipo fiorde.

Na interpretação desta seqüência pode-se verificar que a vegetação pteridofítica que habitava as bordas do corpo d’água sofreu influência de águas doces que se misturaram àquelas oriundas da ingressão marinha, proveniente de noroeste/oeste, produzindo condições que permitiram a sobrevivência de *Botryococcus* junto ao microplâncton marinho. No início da transgressão, estas águas eram turbulentas, tornando-se mais calmas com o aumento do nível d’água nestes vales.

Segundo Guy-Ohlson (1992), estas algas encontram-se no fundo, quando as condições da água são turbulentas e permanecem na superfície, em condições calmas, podendo ser levadas através do vento junto à linha de costa onde se acumulam.

Área de Minas do Leão-Capané: Sondagem SS-05-RS

A oeste do grande paleovale, onde se situam as sondagens ST-01-RS e 5CA-71-RS, encontra-se a sondagem SS-05-RS (Fig. 2).

Esta seqüência estratigráfica é composta basicamente por siltitos com intercalações de diamictito na porção basal e arenito médio no topo (Fig. 5).

A amostragem no diamictito basal não foi produtiva com relação ao conteúdo esporopolínico. Nos siltitos subjacentes a este, é registrada uma microflora de ambiente mesófilo (Fig. 5), constituída essencialmente por Gymnospermae (Coniferophyta, Pteridospermophyta e Cordaitophyta) com uma vegetação pteridofítica associada (principalmente Filicophyta e raras Sphehophyta).

No pacote de arenito, intercalado, da porção superior esta associação vai se tornando mais rara e nos siltitos do topo permanece pobre, tanto sob o aspecto qualitativo como quantitativo.

A dominância de Gymnospermae em relação aos demais grupos de plantas, caracteriza uma vegetação mesófila de áreas mais elevadas onde dominavam plantas de porte arbóreo que se depositaram junto com rochas de origem continental (Fig. 5).

Sondagem ST-01-RS

A sondagem ST-01-RS foi efetuada em seqüências que correspondem a ritmitos intercalados por um nível médio de diamictito (Fig. 5).

De acordo com o mapa de isópacas da área (Fig. 4) os sedimentos desta sondagem foram depositados num extenso paleovale, situado a oeste da região de Minas do Leão-Capané.

A palinologia registrada nestas rochas está caracterizada por uma associação higró-mesófila, relacionada a ambientes entre terras altas e baixas, constituída por uma vegetação pteridofítica (Lycophyta e Filicophyta) de porte herbáceo e arbustivo. Estas plantas habitavam as áreas marginais do corpo d’água (Lycophyta) e os lugares mais secos da planície deltaica (Filicophyta). Nas áreas mais elevadas que circundavam este paleovale crescia uma vegetação de porte arbóreo (Gymnospermae - Coniferophyta, Cordaitophyta e

Sondagem 5CA-53-RS

A leste da região de Minas do Leão-Capané, localiza-se a sondagem 5CA-53-RS, constituída por espessos pacotes de siltitos com intercalações de arenito médio (Fig. 5).

De acordo com o mapa de isópacas da área, esta sondagem foi efetuada em uma seqüência sedimentar, depositada em um estreito e profundo paleovale (Fig. 4).

A análise palinológica revelou uma microflora constituída por uma vegetação de ambiente higrófilo (Fig. 5), onde dominava o Grupo das Pteridophyta, com grande abundância de Filicophyta e Lycophyta e de algumas Sphenophyta associadas.

As Gymnospermae estão representadas por grãos de pólen vinculados a Coniferophyta e Pteridospermophyta.

Algas do gênero *Botryococcus* e *Portalites* (?) estão também presentes e possuem uma freqüência relativamente equilibrada em relação aos monossacados.

Esta associação, bem representada na base, vai diminuindo em direção ao topo, tanto sob o aspecto qualitativo quanto quantitativo.

Esta área esteve coberta por uma vegetação pteridofítica de porte herbáceo e arbustivo (Filicophyta e Lycophyta) que se desenvolvia nas bordas deste estreito paleovale que poderia ser total ou parcialmente inundado, possibilitando a proliferação das algas.

O empobrecimento da associação no topo desta seqüência talvez possa ser explicado pelo grande aporte sedimentar que impediu a preservação desta microflora.

Sondagem 5CA-71-RS

Neste mesmo paleovale, mais a nordeste (Fig. 2), localiza-se a sondagem 5CA-71-RS.

A parte inferior desta seqüência é dominada por ritmitos e folhelhos várlicos e, na porção média, ocorrem diamictitos intercalados por siltitos que passam a dominar em direção ao topo.

O intervalo final de deposição da seqüência está representado por arenitos. Nos ritmitos da base é registrada a dominância de esporos de Pteridophyta (Filicophyta, Lycophyta e raras Sphenophyta) que constituem uma associação com características higrófilas (Fig. 5).

Formas higrófilas relacionadas a algas (*Portalites*) são identificadas ao longo de toda a seqüência estudada.

No início da sedimentação siltica, começam a ocorrer algas do gênero *Botryococcus* junto a uma microflora com dominância de grãos de pólen ligados às Gymnospermae (Coniferophyta, Pteridospermophyta e Cordaitophyta), associados a esporos de algumas Lycophyta e Filicophyta. Na porção média do pacote siltico do topo desta seqüência é registrada a presença de *Acritarcha* na associação, evidenciando a ocorrência de uma invasão marinha na área (Fig. 5).

As variações na litologia são aqui claramente refletidas na vegetação, pois ao término da deposição dos ritmitos, há uma mudança substancial da microflora. A associação higrófila com domínio de Pteridophyta passa a higrófila a partir deste intervalo com ocorrência de algas e microplâncton marinho associado (Fig. 5).

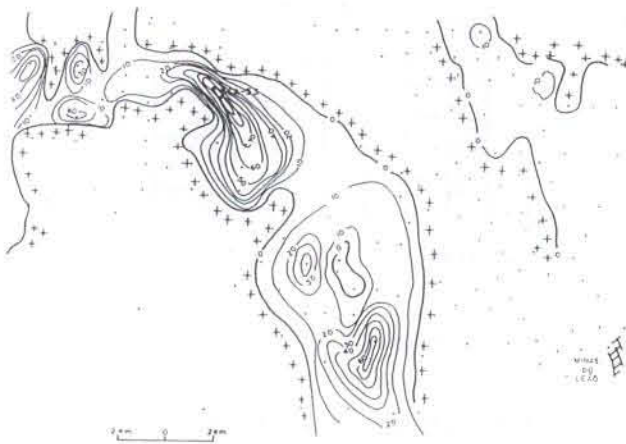
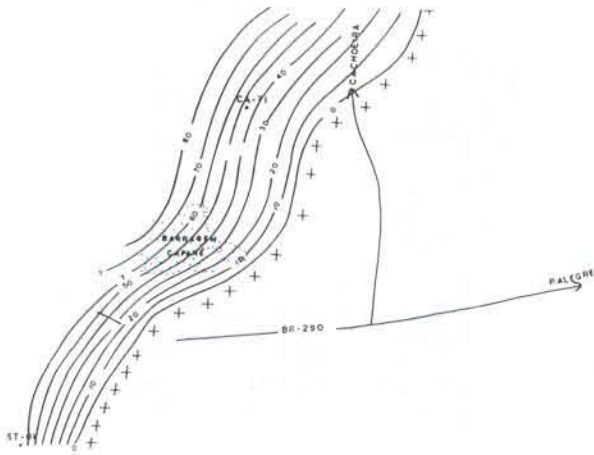


Figura 4 – Mapa de Isópacos do Grupo Itararé, Região de Minas do Leão-Capané, RS.

Pteridospermophyta) que funcionava como área fonte dos grãos de pólen transportados através do vento ou pelas águas, até o sítio de deposição.

Algas do gênero *Botryococcus* ou formas relacionadas a estas (*Portalites*) viviam nas bordas deste corpo d'água em áreas total ou parcialmente inundadas. Nos ritmitos da parte basal é registrada uma associação higrófila representada, principalmente, por Pteridophyta, algumas Gymnospermae associadas e algas do gênero *Botryococcus* (Fig. 5).

Nos níveis de ritmitos que precedem os diamictitos da seqüência (Fig. 5) é registrada uma associação mesófila ainda com predomínio de Pteridophyta onde as Gymnospermae estão bem mais representadas que na fase anterior, tornando-se, os *Botryococcus* mais raros neste intervalo, denotando uma diminuição sensível do nível do corpo d'água.

Posteriormente, a elevação do nível d'água criou condições para a instalação de uma nova seqüência de ritmitos onde a microflora registrada possui boa representatividade de *Botryococcus*. Em relação aos ritmitos basais evidencia-se uma redução das formas relacionadas a Pteridophyta e um aumento na proporção de grãos de pólen (Gymnospermae).

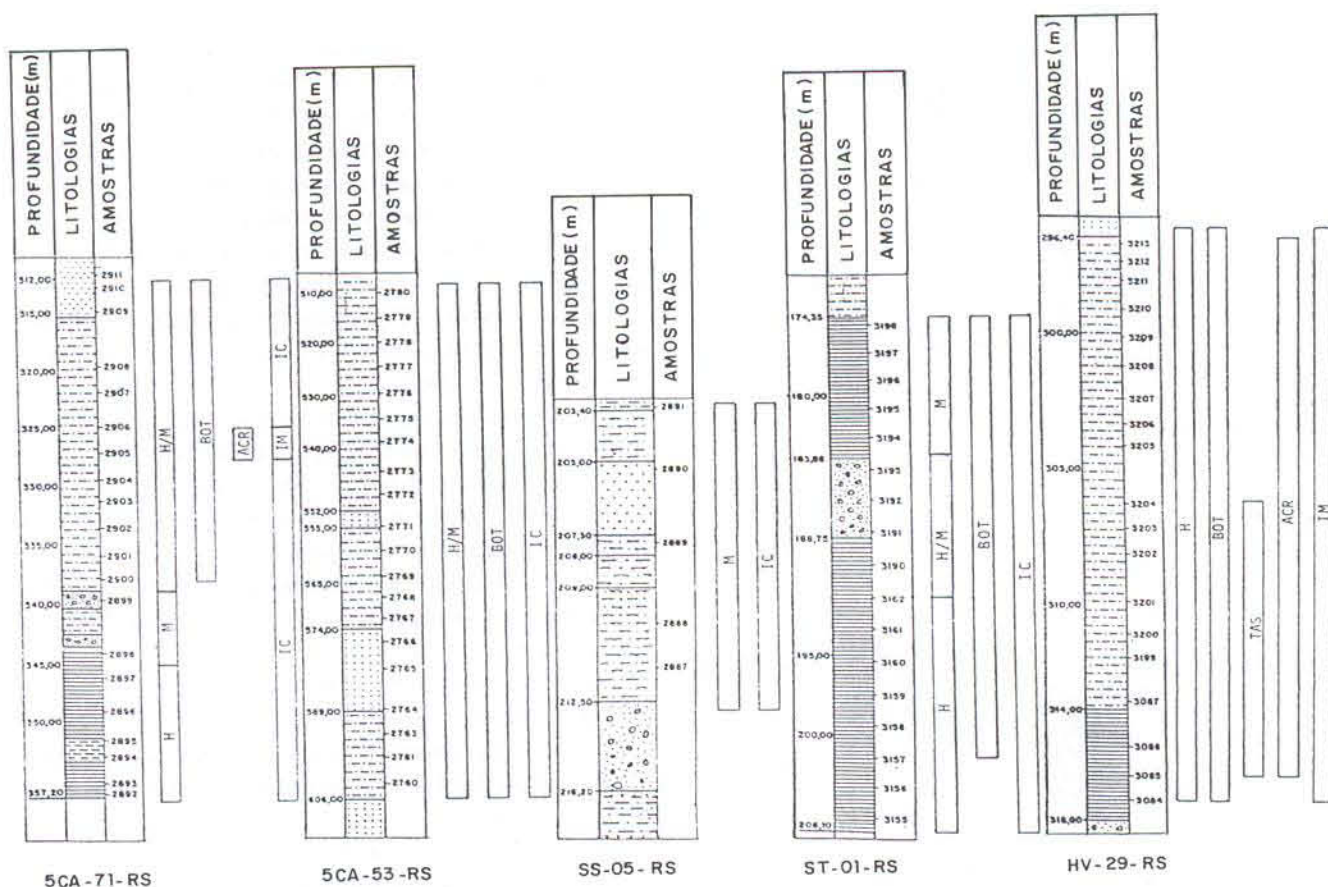


Figura 5 – Distribuição Vertical das Algas, Acritarcas e o Tipo de Associação Microflorística nas Sondagens 5CA-71-RS, 5CA-53-RS, SS-05-RS, ST-01-RS e HV-29-RS.

Este tipo de associação microflorística demonstra que a vegetação pteridofítica que crescia marginalmente ao corpo d'água começou a sofrer influência tanto das águas doces, provindas provavelmente do degelo, como da ingressão marinha vinda do noroeste (Fig. 2) que trouxe consigo o microplâncton no qual existiam representantes do grupo Acritarcha (*Leiosphaeridia*) e afogou a vegetação pteridofítica. Na fase final de deposição desta seqüência silítica, a associação de algas do tipo *Botryococcus* e Acritarcha (*Leiosphaeridia*) aliada à dominância monoespecífica deste último grupo parece indicar a existência de um ambiente restrito, como aquele ocorrente em mares internos (Wall, 1965).

CONCLUSÕES

A análise das diversas associações microflorísticas registradas através deste estudo permite estabelecer importantes conclusões com relação à paleogeografia e paleoecologia dos sedimentos do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul.

– A microflora, registrada na área de Cachoeira do Sul (ST-01-RS), caracteriza uma associação de plantas hidromesófila. No início da deposição desta seqüência, a associação higrófila está representada principalmente por Pteridophyta, algumas Gymnospermae e algas do gênero *Botryococcus*. Uma associação mesófila passa a ocorrer a par-

tir da porção média, em direção ao topo, com uma redução gradativa do Grupo das Pteridophyta e aumento de Gymnospermae.

– A microflora na sondagem 5CA-71-RS (Cachoeira do Sul) caracteriza uma associação de plantas higrófilas com domínio de Pteridophyta e *Botryococcus* associado que passa à mesófila com microplâncton marinho no topo. Demonstrando assim, a presença de uma pequena ingressão marinha que afogou parte da vegetação pteridofítica durante a fase final de deposição desta seqüência. A coexistência de algas do gênero *Botryococcus* e do grupo Acritarcha com a dominância monoespecífica desse último grupo evidencia a existência, na área, de um ambiente mais restrito como aquele ocorrente em mares internos.

– A microflora registrada na área de Rio Pardo (sondagem 5CA-53-RS) caracteriza uma associação de plantas higramesófilas com dominância do Grupo das Pteridophyta. Esta área esteve povoada por uma vegetação pteridofítica, de porte herbáceo e arbustivo que se desenvolvia nas bordas de um estreito paleovale em áreas que eram total ou parcialmente inundáveis, possibilitando a proliferação das algas.

– A microflora registrada na área de São Sepé (sondagem SS-05-RS) caracteriza uma associação de plantas mesófilas. A dominância de Gymnospermae em relação aos demais grupos de plantas demonstra a existência de áreas mais elevadas onde crescia esta vegetação de porte arbóreo.

– A paleogeografia da região de Minas do Leão-Capané

esteve constituída por três grandes paleovales que eram invadidos por um grande corpo d'água e sofriam influências tanto de transgressões marinhas como das águas de degelo. Nas áreas mais elevadas, circundantes aos paleovales, crescia a vegetação de maior porte (Gymnospermae), e as áreas mais baixas, adjacentes a estes, eram povoadas por uma vegetação de porte arbustivo e herbáceo (Pteridophyta) e por algas.

– A paleogeografia da região de Candiota esteve constituída por extensos paleovales, escavados pelas geleiras e circundados por áreas mais elevadas. No paleovale onde se situa a sondagem HV-29-RS (Herval), a palinoflora registrada caracteriza uma associação de plantas higrófilas com grande dominância de Pteridophyta, algumas Gymnospermae, Algae (*Botryococcus* e *Tasmanites*) e microplâncton marinho. A vegetação pteridofítica, que habitava as bordas do corpo d'água, sofreu influência das águas doces que desciam das áreas mais elevadas e se misturavam àquelas provenientes da ingressão marinha, vinda de noroeste/oeste. No início da transgressão, as águas eram mais turbulentas, tornando-se mais calmas com o aumento do aporte de água nestes vales.

– A dominância de esporos, vinculados principalmente à Filicophyta, à Lycophyta no topo das seqüências de algumas das áreas analisadas e, de Gymnospermae na porção basal, sugere uma amenização climática durante a fase final de deposição do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboarrage, A.M. & Lopes, R. da C. 1986. *Projeto a Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração geológica e avaliação econômica*. CPRM, Porto Alegre. 18v. (inédito)
- Blackburn, K.B. 1936. *Botryococcus* and the algal coals. Part I - A reinvestigation of the alga *Botryococcus braunii* Kützing. *Royal Society Edinburg Trans.*, 58(29): 841-854, Part 3.
- Bortoluzzi, C.A.; Piccoli, A.E.M.; Munaro, P. & Sarturi, J.A.D. 1982. Geologia e Estratigrafia da Região Carbonífera de Santa Rita, RS. *Estudos Tecnológicos*, 6(16):75-130.
- Bossi, G.E. & Piccoli, A.E.M. 1979. Interpretações paleogeográficas na Bacia do Paraná, Nordeste do Rio Grande do Sul: I - Grupo Itararé. *Anais, 2º Simpósio Regional de Geologia*, Rio Claro, SBG, p. 157-174.
- Bourgeois, J.C.; Koerner, R.M. & Alt, B.T. 1985. Airbone pollen: a unique air mass tracer, its influx to the Canadian high Arctic. *Annals of Glaciology, International Glaciological Society*, 7:109-116.
- Bradley, N.H. 1924. An oil shale and its microorganisms from the transformation of wioming. *American Journal of Science*, 8:228-234.
- Combaz, A. 1980. Les Kérogènes vus au microscope. In: Durand, B. (ed.). *Kerogene Insoluble organic matter from Sedimentary Rocks*, Pergamon Press, Paris, p.55-112.
- Cook, A.C.; Hutton, A.C. & Sherwood, N.R. 1981. Classification of oil Shales. *Bulletin du Centre de Recherches Exploration*, 5:353-381.
- Delaney, P.J.V. & Göni, J.C. 1963. Correlação preliminar entre as formações gonduânicas do Uruguai e Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, 8(9):3-21.
- Dulhunthy, J.A. 1944. Origin of the New South Wales torbanites. *Linnean Society New South Walles, Proceedings*, 69(1-2):26-48.
- Guerra-Sommer, M. 1988. *Padrões epidérmicos da Flora Glossopteris na Jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS) implicações taxonômicas, bioestratigráficas e paleogeográficas*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 751 p.
- _____. & Cazzulo-Klepzig, M. Biostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic gondwana sequence: a preliminary paleobotanical approach. *Compte Rendu*, 12º International Congress of Carboniferous and Permian Stratigraphy and Geology, Buenos Aires. Argentina (no prelo).
- _____. & Marques-Toigo, M. Lycophyta as paleoclimatic evolutionary indicator in the Gondwana succession of the Paraná Basin, South Brazil. *International Conference on Late Paleozoic and Mesozoic Floristic Change*, Córdoba, Espanha (no prelo).
- _____. & Marques-Toigo, M. & Corrêa da Silva, Z.C. 1991. Original biomass and coal deposition in southern Brazil (Lower Permian, Paraná Basin). *Bull. Soc. Geol. France*, 162(2):227-237.
- Guy-Ohlson, D. 1992. Botryococcus as an aid in the interpretation of palaeoenvironment and depositional processes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71:1-15.
- Hart, G.F. 1970. The biostratigraphy of Permian Palynofloras. *Geoscience and Man*, 1(10):89-133.
- Holz, M. 1987. Leques aluviais - Faciologia e ocorrência em sedimentos do Supergrupo Tubarão (Eo-permiano) da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. *Estudos Tecnológicos*, 11(23):65-104.
- _____. & Piccoli, A.E.M. & Vieira, P.E. 1986. Análise estratigráfica de bacias carboníferas do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul: Gravataf-Morungava, Chico Lomã e Santa Teresinha. *Anais, 34º Congresso Brasileiro de Geologia*, Goiânia, SBG, 1:177-190.
- Hutton, A.C. 1980. Organic petrology of Australian and some over seas oil shales. In: Cook, A.C. & Kantsler, A.J. (ed.). *Oil shales petrology workshop*. Keiraville Kopiers, Wollogong p.42-49.
- Jessen, K. & Milthers, V. 1928. Stratigraphical and palaeontological studies of inter-glacial fresh-water deposits in Jutland and northwest Germany. *Danmarks Geol. Unders*, 4(48):1-379.
- Lavina, E.L. & Lopes, R. da C. 1987. A transgressão marinha do Permiano Inferior e evolução paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul. *Paula Coutiana*, 1:51-103.
- Lopes, R. da C.; Lavina, E.L. & Signorelli, N. 1986. Fácies sedimentares e evolução paleoambiental do Supergrupo Tubarão na borda Leste da Bacia do Paraná: uma seção regional nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. *Anais, 24º Congresso Brasileiro de Geologia*, Goiânia, SBG, 1: 206-218.
- Oliveira, E.P. 1916. Geologia do Estado do Paraná. *Boletim Ministério da Agricultura*, Rio de Janeiro, 5 (1):67-143.
- Piccoli, A.E.M. 1989. Relações estratigráficas entre as Facies Budó e Suspiro (Grupo Itararé) nas folhas de Vila Nova, Lagoa da Meia Lua e Suspiro, RS. *Pesquisas*, 22:45-51.
- _____. & Lopes, R.C. & Holz, M. 1990. Correlação litoestratigráfica das rochas do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul e Santa Catarina: uma análise preliminar. *Ciência e Natura*, 12: 17-22.
- _____. & Menegat, R.; Guerra-Sommer, M.; Marques-Toigo, M. & Porcher, C.C. 1991. Faciologia da seqüência sedimentar gonduânica nas folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita. *Pesquisas*, 23:24-31.
- _____. & Paim, P.S.G.; Sarturi, J.A.D.; Holz, M.; Munaro, P. & Granitoff, W. 1983. Geologia do Supergrupo Tubarão na Região de Mariana Pimentel, Município de Guaíba, RS. *Atas 1º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre, SBG, p. 125-139.
- Remy, R. 1975. The floral change at the Carboniferous-Permian boundary in Europe and North America. In: Barlow, A.J. (ed.). *Proceedings, 1º I.C. White Memorial Symposium*, Sept. 25-29, 1972, Morgantown West Virginia Geological and Economic Survey, Morgantown, W.V., p.305-343.
- Sarjeant, W.A.S. 1974. English Jurassic Dinoflagellate Cysts and Acritarchs: A reexamination of some type and figures specimen. *Geoscience and Man*, 15:1-25.
- Schmitt, R.S.; Luz, J.A.G. & Marques-Toigo, M. 1992. O Grupo Itararé no Oeste do Rio Grande do Sul: Seqüência glaciolagunar Suspiro e seqüência marinha Budó. *Resumos, 37º Congresso Brasileiro de Geologia*, São Paulo, SBG, p. 532.
- Short, S.K. & Holdsworth, G. 1985. Pollen, Oxigen isotope content and seasonality in an ice core from the Penny Ice Cap, Baffin Island. *Arctic*, 38(3):214-218.
- Staplin, F.L. 1961. Reef controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta, Canada. *Palaeontology*, 4(3):392-424.
- Tissot, B.P. & Welte, D.H. 1978. *Petroleum formation and occurrence. A new approach to oil gas exploration*. Springer Verlag, Berlim. 583p.
- Tomazelli, L. & Soliani Jr., E. 1982. Evidências de atividade glacial no Paleozóico Superior no Rio Grande do Sul. *Anais, 32º Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador, SBG, 4:1378-1391.
- Valencio, D.A. 1973. The paleomagnetism of South American rocks and its significance for the fragmentation of Gondwanaland. In: Campell, D.S.W. (ed.). *Gondwana Geology*. Australian National University Press, Austrália, p.3-8.

- _____ & Vilas, J.F. 1972. Paleomagnetism of Late Paleozoic and Early Mesozoic Rocks of South American. *Earth and Planetary Science Letters*, **15**(1):75-85.
- Wall, D. 1965. Modern hystrichospheres and dinoflagellate cysts from the Woods Hole region. *Grana Palynologica*, **6**(2):297-314.
- Wilson, L.R. 1971. Palynological techniques - Deep Basin Stratigraphy. *Shale Shaker - Bulletin Oklahoma City Survey*, **21**(6):35-42.
- Xavier, F.F. & Sue, R.B. 1992. *Projeto Lavras do Sul - Coxilha do Tabuleiro*. Relatório Geológico da Faixa II. Trabalho de Graduação, Instituto de Geociências, UFRGS, 243p. (inédito).