

Pesquisas em Geociências

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

Spongiophyton nas Bacias Intracratônicas Brasileiras. Considerações Paleoecológicas e Bioestratigráficas

Margot Guerra-Sommer

Pesquisas em Geociências, 20 (1): 70-77, Mai./Ago., 1993.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21283>

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 - Mai./Ago., 1993.

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

***Spongiophyton* nas Bacias Intracratônicas Brasileiras. Considerações Paleocológicas e Bioestratigráficas**

MARGOT GUERRA-SOMMER

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

(Recebido em 11/05/93. Aceito para publicação em 09/09/93.)

Abstract — Recent studies of finely preserved specimens of *Spongiophyton* from Devonian marine sedimentary sequences regarded as representing estuarine conditions provide a basis for new concepts on their growth habit. The tubular nature of thallus, with dorsiventral differentiation, profuse branching and thick cuticle appear to show adaptation to a terrestrial habit in pond margins. Thus, it must be nowadays assumed that fragmentary associations of these taloid plants in Brazilian intracratonic shallow marine sequences were, in fact, extensively transported into the deposition sites. Taking into account the palinological and floristic data, as well as the marine faunas associated to *Spongiophyton* in stratigraphic sequences from western Africa and Canada, it is suggested here that the São Domingos Member of Ponta Grossa Formation (Parana Basin) and much of the Pimenteiras Formation (Parnaíba Basin) span an interval of Givetian age.

Resumo — A presença de *Spongiophyton* nas seqüências marinhas do Devoniano nas Bacias do Paraná (Formação Ponta Grossa) e Parnaíba (Formação Pimenteiras) levou, muitas vezes, a inferir um habitat marinho para estas plantas. Estudos recentes definiram para *Spongiophyton* habitat terrestre e hábito rastejante associado a margens de corpos d'água em nichos estuarinos. Os registros destas plantas em seqüências marinhas, como densas associações de fragmentos talóides, megascópicos, bem preservados, deve-se portanto ao transporte extensivo potencializado pela forma achatada, tubiforme e a espessa cutícula protetora. A integração dos dados até o presente disponíveis sobre *Spongiophyton* permitiram estabelecer considerações de caráter paleogeográfico, paleoambiental e bioestratigráfico para as seqüências devonianas das bacias intracratônicas brasileiras que contêm esses fósseis.

INTRODUÇÃO

Kraüsel (1954, 1960), em pesquisa pioneira, descreve plantas talóides com características estruturais diferentes daquelas registradas em talófitas e arqueogniadas, para seqüências devonianas da Bacia do Paraná. Desde então, muitas hipóteses têm sido levantadas a respeito de suas afinidades botânicas, hábito e habitat.

O registro destas plantas em seqüências estratigráficas da Ásia, África, América do Sul, América do Norte e Rússia demonstrou que o "stock" spongiofítico era bem representado no Devoniano, formando populações extensas em algumas áreas.

O estabelecimento de parâmetros para definir o habitat de *Spongiophyton* tem se baseado nos caracteres morfológicos, nas informações fornecidas pelas seqüências sedimentares de onde provém os fragmentos, e também pela análise das associações fossilíferas das rochas que os contêm.

As seqüências que contêm *Spongiophyton* distribuem-se paleogeograficamente no Devoniano em latitudes diversificadas (30° N até 60° S), de acordo com os mapas de Scotese *et al.* (1985), dentro de um intervalo que vai do Devoniano Inferior ao Devoniano Médio (Givetiano).

A presença de *Spongiophyton* em seqüências marinhas devonianas das Bacias do Paraná e Parnaíba levou ao estabelecimento de hipóteses de um hábito flutuante em ambiente marinho para esta planta. Atualmente, os dados existentes confirmam um hábito provavelmente rastejante, associado à margem de corpos d'água efêmeros. Os recentes aportes trazidos ao hábi-

to e habitat de *Spongiophyton* bem como os limites de sua distribuição estratigráfica levaram a esta investigação, que objetiva trazer subsídios de caráter paleogeográfico, paleoambiental e bioestratigráfico na interpretação das seqüências devonianas de onde este fóssil procede, nas bacias intracratônicas brasileiras.

As características morfológicas de *Spongiophyton* foram definidas primeiramente a partir de material fragmentário e disperso, por Kraüsel (1954, 1960), os estudos de Gensel *et al.* (1991) em densas associações de material autóctone ou hipoautóctone permitiram esclarecer muitos detalhes até então desconhecidos. Constituem-se estas plantas de estrutura talóide, com diferenciação dorsiventral, e constrições ao longo da sua estrutura, apresentando superfície recoberta por poros circulares e ovais (Lâm. 1, Fig. b). Estes talos ramificam diversas vezes dicotomicamente, apresentando lobos com ápices arredondados. Pequenos ramos eretos podem ocorrer associados à superfície porífera, a qual apresenta cutícula mais espessa (75 a 250 μm). Os talos ocorrem em densas associações, sendo difícil identificá-los nas "colônias" (Lâm. 1, Fig. c). A face interna da cutícula pode apresentar impressos os contornos de células retangulares.

O termo "cutícula" define aqui a película inerte de cor preta até marrom avermelhado que reveste estes fósseis, resistente à maceração oxidativa, de composição química desconhecida mas com morfologia semelhante à cutícula lipídica que ocorre em embriófitas (plantas superiores). Esta película é diferente daquela apresentada por algumas algas, de natureza proteínica, grossa, que resiste à hidrólise ácida. Conforme referem

Chaloner *et al.* (1974), mesmo considerando que determinadas clorofíceas, como *Botryococcus*, possuem uma película protetora grácea que lhes garante a flotação, a organização dorsiventral de *Spongiophyton* sugere um hábito terrestre.

Análises da composição elementar dos talos spongióceos efetuadas no material analisado por Chaloner *et al.* (1974) e Gensel *et al.* (1991) revelaram a seguinte percentagem elementar:

Taxonomia	Procedência	N	C	H	S	N/C%
<i>S. minutissimum</i>	Canadá	1,18	74,88	8,08	0	—
<i>S. minutissimum</i>	Canadá	103	69,01	7,55	0	—
<i>S. nanum</i>	Ghana	2,70	78,40	8,40	—	3,4

A relação N/C% correspondente em *Spongiophyton nanum* a 3,4% é segundo Chaloner *et al.* (1974) consideravelmente mais alta que aquela encontrada em *Ptilophyllum pecten* (N/C% 2,4), uma gimnosperma do Jurássico, quando se preservam, sem qualquer dúvida, tecidos carbonificados de planta terrestre com uma cutícula muito espessa.

Estes resultados devem, porém, ser considerados como apenas um indício da composição do material orgânico ao tempo de fossilização, pois o processo de carbonificação certamente afetou as taxas elementares.

Niklas & Chaloner (1976), em um estudo sobre a quimiotaxonomia de plantas paleozóicas de afinidade botânica incerta, consideram que a alta concentração de aldeídos aromáticos nos extratos de *Spongiophyton* sugere natureza não vascular para estas plantas.

A organização estrutural destes talos, a não preservação de estruturação anatômica e a ausência de estruturas reprodutivas associadas, têm levado a inferências conflitantes quanto a sua afinidade botânica.

Kraüsel (1960) relaciona *Spongiophyton* à Tallophyta, constituindo a família Spongiophytaceae, com afinidade desconhecida a nível de ordem. As espécies registradas são: *Spongiophyton nanum*, *S. lenticulare*, *S. articulatum*, *S. hirsutum* e *S. minutissimum*; Chaloner *et al.* (1974), ao reestudarem o gênero, preferem não enquadrá-lo em um nível taxonômico superior. Kraüsel *et al.* (1966) ao analisarem material carbonificado do Devoniano da Sibéria caracterizam um novo gênero. *Aculeophyton*, que engloba *S. hirsutum* e *S. articulatum*; *Orestovia orgoskala* também é enquadrada na família Spongiophytaceae, sem vinculação a um nível superior.

Istchenko & Istchenko (1981) consideram *Rhytidophyton* e *Voronejiphyton*, procedentes do Devoniano Médio da Rússia, como Spongiophytaceae "sensu lato". Meyen (1987) classifica *Spongiophyton* como gênero satélite junto à Divisão Phaeophyta.

Gensel *et al.* (1991) consideram que, apesar da abundância do gênero no registro fossilífero, muitas dúvidas permanecem principalmente quanto à natureza de suas estruturas reprodutivas e se estas plantas possuem ou não um sistema condutor. Concluem esses autores que, se cutículas de constituição lipídica (cutinizadas) ocorrem apenas em embriófitas, e se *Spongiophyton* tem cutícula de composição lipídica, então

esta planta deve ser enquadrada na linhagem embriótica. Por outro lado, a constituição parenquimatosa das paredes dos tubos poderia indicar um grupo de plantas derivadas de algum clado de algas que tenha se adaptado a um nicho terrestre, possuindo cutícula resistente.

HÁBITO E HABITAT DE SPONGIOPHYTON

Kraüsel (1954, 1960) registra pioneiramente estas plantas talóides em afloramentos no Estado do Paraná (Formação Ponta Grossa, Membro São Domingos *apud* Lange & Petri, 1967) formados por seqüências de siltitos cinzentos, onde os fragmentos são muito abundantes e em níveis de siltitos claros, onde ocorrem associados a escolocodontes". De acordo com o autor estas diferenças refletiriam em fácies distintos, próximos ou afastados da costa "concordando com isso, com a própria distribuição da planta".

O material descrito por Kraüsel, 1960 (Estampas I a X) corresponde a fragmentos tubiformes com largura de 0,6 a 0,8 cm e comprimento entre 1 e 8 cm; alguns fragmentos apresentam-se dicotomizados, com extremidades arredondadas. É importante ressaltar que as plantas descritas por Barbosa (1954) em seqüências da Formação La Torre na Bolívia (corresponde ao Folhelo Ponta Grossa) e em folhelhos no alto Rio São Lourenço (Mato Grosso) como *Haplostigma lenticularis*, foram sinonimizadas a *Spongiophyton lenticulare* por Kraüsel, 1954.

Guerra-Sommer *et al.* (1991) identificam *Spongiophyton* em uma associação fossilífera diversificada, procedente de um afloramento da Formação Ponta Grossa (Membro São Domingos) no Estado do Paraná, composta também por palinomorfos (esporos triletes de Pteridophyta, acritarcas, quitinozoários), invertebrados (*Metacryphaeus australis*) e icnofósseis (*Bifungites*, *Palaeophycus*). Os espécimes de *Spongiophyton* ocorrem como fragmentos talóides, rígidos, isodiamétricos ou alongados sem orientação, dispersos na matriz (comprimento de 2 a 4 cm X largura de 0,4 a 1 cm) (Lâm. 1, Fig. a); aparecem raros fragmentos dicotomizados. Em direção ao topo da seqüência, os fragmentos tornam-se cada vez menores, milimétricos.

A integração dos dados indicou um paleoambiente marinho raso de deposição, que evolui em um ambiente de sublitoral interno com regular energia até um ambiente com baixa energia ("near-shore").

Segundo Guerra-Sommer *et al.* (*op. cit.*) "a dominância de fragmentos de *Spongiophyton* em níveis estratigráficos seguramente relacionados a ambiente marinho raso indicaria que o habitat desta planta estaria relacionado a este tipo de ambiente".

A presença de trilobita (*Metacryphaeus australis*) registrada nos níveis onde *Spongiophyton* é abundante, indicaria ambiente de águas rasas, relacionadas a estuários, baías ou lagunas.

As características da associação palinológica, onde ocorrem acritarcas e quitinozoários levaram a ratificar a hipótese de um possível hábito flutuante para esta planta.

A presença de *Spongiophyton* em seqüências cor-

relacionáveis com a Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná) na Bacia do Parnaíba permite inferir a ampla distribuição paleogeográfica do gênero. As características comuns a nível genérico e específico, entre os espécimes de *Spongiophyton*, parecem confirmar a idéia da existência de intercomunicação entre estas bacias no Devoniano Médio (Givetiano), segundo o que já afirmaram Lange & Petri (1967).

As seqüências que contêm *Spongiophyton* na Bacia do Parnaíba correspondem à Formação Pimenteira (Membro Picos *sensu* Beurlen, 1970).

Campanha & Mabesoone (1974) caracterizam o Membro Picos como originado em área plana de águas marinhas rasas, em ambiente calmo onde se constituíam tanto baixios de marés como canais de escoamento de lagoas costeiras com fracas correntes, limitadas por cordões litorâneos e barreiras, sendo acompanhadas por estreitas praias além de ilhas arenosas.

Segundo Santos *et al.* (1984) os folhelhos e arenitos com nódulos ferrificados estão relacionados a ambientes litorâneos com oscilações do nível do mar, causando períodos de exposição nas áreas sub-elevadas.

Embora o termo "Membro Picos" não seja utilizado na literatura mais recente (Grahn, 1992) ele é adotado no presente trabalho por considerar-se que caracteriza a seqüência estudada, sendo seu uso consagrado.

Os fragmentos de *Spongiophyton* descritos por Kraüsel & Dolianiti (1957) correspondem a talóides de comprimento que não ultrapassam 4 cm.

A presença de plantas vasculares primitivas (*Archaeosigillaria*, *Palaeostigma*, *Protolpidodendron*) na mesma localidade (Morro do Cemitério, Picos) de onde procede *Spongiophyton*, indica a proximidade de nichos terrestres higrófilos litorâneos.

Ao comparar-se as seqüências que contêm *Spongiophyton* no Devoniano das bacias intracratônicas brasileiras com aquelas onde ocorrem estas formas na África (Chaloner *et al.*, 1974) e no Canadá (Gensel *et al.*, 1991) evidenciam-se algumas diferenças quanto ao processo tafonômico, nível de preservação dos espécimes e fácies sedimentares de onde procedem.

Densas associações de fragmentos de *Spongiophyton*, maiores e mais bem preservadas que aqueles registrados por Kraüsel (1954) quando da descrição do gênero, são registradas por Chaloner *et al.* (1974) para o Arenito Takoradi (Givetiano) Série Sekondi, Ghana. Os fragmentos ocorrem dispersos ao longo dos 10 metros superiores de deposição deste folhelho arenítico com laminação média a fina.

Crow (1952) interpreta as condições de deposição da porção basal do arenito Takoradi como representando

do transição de condições estuarinas e fluviais durante uma fase de emersão. Dadas as características grosseiras dos sedimentos clásticos, e também pelas taxas presumivelmente altas de acumulação, é inferido que estas plantas teriam sido transportadas pela drenagem até o sítio de preservação.

Material mais fragmentado ocorre em arenito cinza, argiláceo, na localidade de Essipon, na parte superior do Folhelho Takoradi, associado a uma fauna de invertebrados descrita por Crow (1952). Abaixo deste horizonte, Mensah & Chaloner (1971) descrevem *Archaeosigillaria* e *Lepidodendropsis*, plantas de ambiente terrestre litorâneo higrófilo, à época caracterizadas como de idade eocarbonífera mas atualmente reconhecidas como devonianas. Fragmentos de *Spongiophyton* também são registrados no Folhelho de Accra (Devoniano Médio — Givetiano *cf.* Saul *et al.*, 1963) a 150 km de distância dos afloramentos de onde procede o material descrito por Chaloner *et al.* (1974) (Fig. 1).

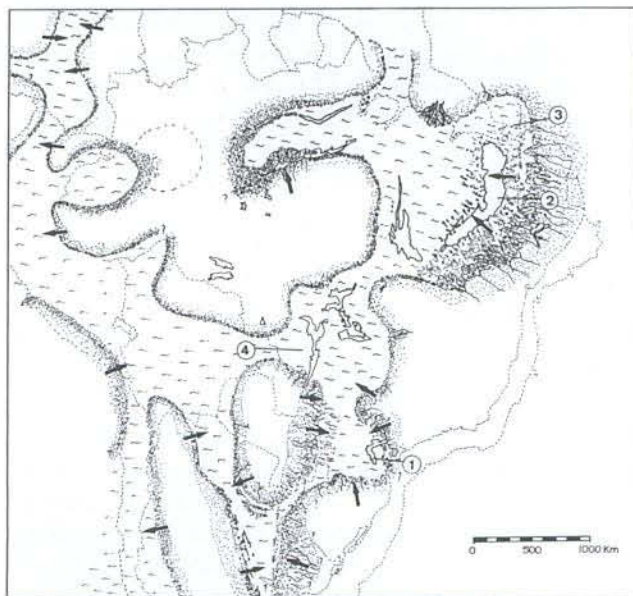


Figura 1 — Mapa paleogeográfico do intervalo Eifeliano superior - Givetiano, elaborado por Melo (1988), para o Brasil, áreas vizinhas da América do Sul e África Ocidental, sendo plotadas as localidades de onde procedem os registros de *Spongiophyton*.

- 1 — Ponta Grossa Paraná — Kraüsel (1954, 1960), Guerra-Sommer *et al.* (1991)
- 2 — Picos (Morro do Cemitério) — Kraüsel & Dolianiti (1957)
- 3 — Accra (Ghana) — Chaloner *et al.* (1974)
- 4 — Alto São Lourenço — Barbosa (1954)

LÂMINA 1

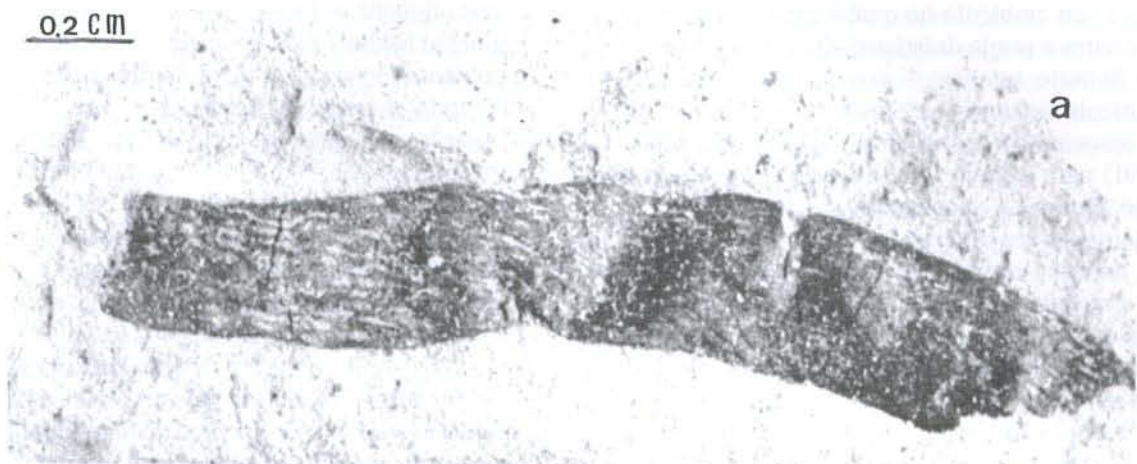
Figura a — *Spongiophyton lenticulare* — fragmento procedente da Formação Ponta Grossa, Membro São Domingos.

Figura b — *Spongiophyton minutissimum* — massa de talos achatados formando uma só "colônia". Reproduzida de Gensel *et al.*, 1991 (plate 1, fig. 4. Procedência New Brunswick, Canadá).

Figura c — *Spongiophyton minutissimum* — fragmento de talo com quatro dicotomias no mesmo plano. Reproduzida de Gensel *et al.*, 1991 (plate 1, fig. 7. Procedência Baía de Gaspé, Canadá).

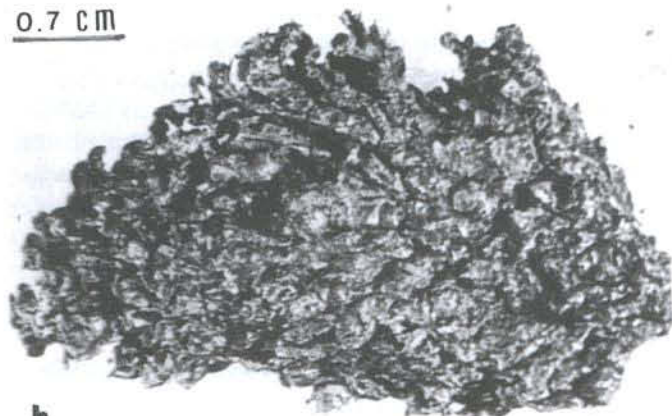
Figura d — fragmentos de *Spongiophyton* dispersos no Folhelho Ponta Grossa (Membro São Domingos).

0.2 CM



a

0.7 CM

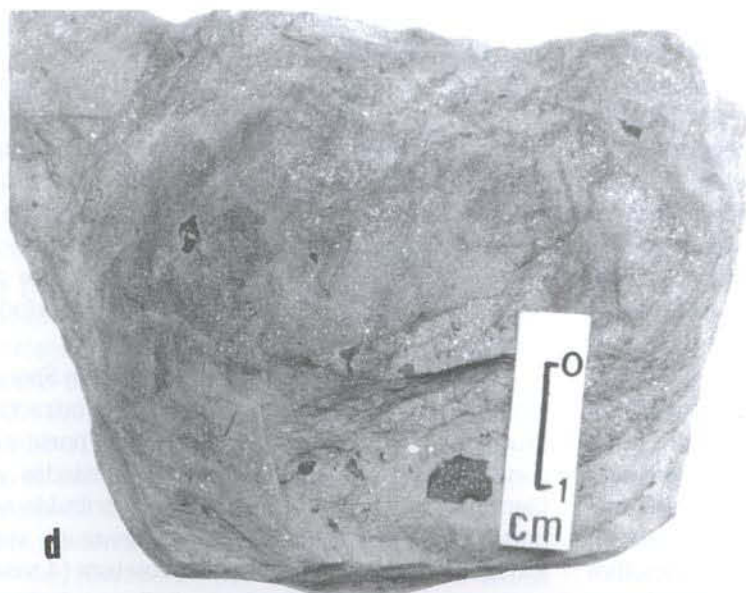


b

0.5 CM



c



d

Com base nas informações fornecidas pela morfologia dos fragmentos talóides e pela seqüência sedimentar é atribuído a *Spongiophyton* um hábito dorsiventral em um habitat terrestre; a presença de uma espessa cutícula pode, segundo os autores, estar relacionada a um ambiente no qual a planta deveria proteger-se contra a perda drástica d'água; a hipótese de um hábito flutuante também é considerada uma vez que esta cutícula facilitaria a flotação dos tubos.

A associação "spongiófica" descrita por Gensel *et al.* (1991) para o Devoniano Inferior de New Brunswick e Gaspé, Quebec, Canadá, forneceu informações muito importantes sobre o hábito e habitat destas plantas.

O material compreende colônias de tubos densamente concentrados, com ramificações em mais de um eixo. O excelente estado de preservação destas "colônias" que formam esteiras de até 10 cm de comprimento e as ramificações em mais de um eixo ainda preservadas, indicam deposição autóctone ou hipocóctone (Lâm. 1, Figs. b, c).

As seqüências devonianas aflorantes na baía de Gaspé, caracterizadas indivisamente como Arenitos Gaspé (Gaspé Sandstones) por Logan (1846), estão incluídas atualmente na seqüência sedimentar que corresponde à Formação Battery Point, na porção superior, e à Formação York River, subjacente, ambas incluídas no Grupo Gaspé Sandstone de idade eodevoniânica.

A Formação York River caracteriza-se por seqüências de arenito e folhelhos acinzentados e arenitos conglomeráticos que se tornam mais freqüentes no topo, gradando para os arenitos cinzentos e arenitos intercamadas com conglomerados, folhelhos e siltitos cinza avermelhados da Formação Battery Point.

Segundo Mc Gregor (1977) a seqüência representa sedimentação em uma fase marinha regressiva com ambiente marinho aberto representado pela parte inferior da Formação York River, tornando-se transicional na parte superior desta formação e não marinho na Formação Battery Point.

Na porção basal da Formação Battery Point foi registrada uma das mais importantes associações de plantas superiores psilófitas do Devoniano Inferior. Nestas seqüências basais são assinaladas por Dawson (*in* Penhallow, 1889) lâminas de substância resinosa, "semelhante a âmbar ... que freqüentemente era associada a um filme carbonáceo" ... As investigações de Gensel *et al.* (1991) demonstraram que estes fósseis não eram secreções resinosas, mas sim, cutículas de uma associação talóide correspondente a esteiras de *Spongiophyton*.

A excelente preservação dos espécimes e de suas ramificações secundárias em diferentes eixos, a manutenção de estrutura original das associações sem notável compressão e sua preservação em sedimentos arenosos, são características que, integradas, fornecem evidências seguras de que *Spongiophyton* esteve relacionado a um hábito rasteiro higrófilo em ambientes litorâneos associados a estuarinos. Se for considerado um hábito semelhante ao de determinadas briófitas (musgos) atuais tal como *Marchantia*, pode-se inferir que o sepultamento de colônias inteiras dava-se muito facil-

mente, relacionado ao aporte mais intenso de sedimentos ocorrentes nestes ambientes.

Fragmentos de *Prototaxites* foram também resgatados de alguns níveis de onde procede *Spongiophyton*. A esta planta tem sido atribuídas afinidades com fungos, líquens e Phaeophyta; com base em análises químicas, Niklas (1976) conclui que *Prototaxites* seria uma planta terrestre ou uma planta aquática de habitat submetido a períodos de seca. Jonker (1979) sugere associações densamente concentradas em planícies de marés ou lagunas, temporariamente emersas e em outros períodos totalmente submersas.

A presença de resistente camada lipídica protetora em *Spongiophyton*, associada à provável estrutura parenquimática interna, leva a supor, concordando com Gensel *et al.* (1991), que estas plantas corresponderam ao resultado da evolução de um clado de algas com evolução independente em relação àquele que gerou as primeiras plantas psilófitas. A cutícula lipídica semelhante à das plantas terrestres, e diferenciada daquelas de constituição proteínica encontrada em algumas algas aquáticas, demonstra claramente a posição taxonômica diferenciada deste grupo que se estabeleceu em ambiente terrestre.

Meyen (1987) registra formas relacionadas a *Spongiophyton* no Devoniano Médio da Laurússia (Bacia de Kuznetz, Região de Voronezh); estas plantas seriam geradoras da biomassa de camadas de carvão (sapromixita ou barsassita) originado a partir de deposição em lagunas rasas. O habitat destas plantas, que originaram a biomassa dos carvões é, porém, considerado como desconhecido.

A constituição de camadas de carvão a partir de plantas de "stock" spongiófico constituem-se em evidência a reforçar a hipótese de que o habitat destas plantas estivesse associado a um ambiente que propiciou a acumulação e isolamento de matéria orgânica, originando turfeiras.

O registro de horizontes com plantas superiores terrestres e higrófilas (Barbosa, 1954; Krausel & Dolianiti, 1957; Mensah & Chaloner, 1971; Chaloner *et al.*, 1974; Gensel *et al.*, 1991) sempre associados aos níveis de onde procedem níveis com *Spongiophyton* vem reforçar a hipótese de um habitat associado a ambientes terrestres litorâneos para spongiófitas, compatível com desenvolvimento associado a bordas de corpo d'água efêmeros ou submetidos à influência de marés; justificar-se-ia a presença de cutícula tão resistente pela necessidade ocasional de fases emersas e períodos submersos.

A ocorrência de densas associações de *Spongiophyton* em folhelhos e arenitos nas bacias intracratônicas brasileiras, como fragmentos de médio porte ainda reconhecíveis à vista desarmada, depositadas em ambiente marinho, pode ser, portanto, atribuída ao transporte mais extensivo desde o ambiente de vida; sem dúvida, a estrutura da cutícula protetora (4 vezes mais espessa que a cutícula das psilófitas primitivas) e a morfologia talóide foram características que potencializaram o transporte. Por outro lado, o registro de licófitas em nichos relacionados àqueles onde ocorre *Spon-*

giophyton, na Bacia do Parnaíba (Kraüsel & Dolianiti, 1957) indicam que a deposição destas seqüências marinhas ocorreu ainda em áreas não muito distantes da costa, permitindo o aporte de fragmentos de vegetação terrestre, higrófila.

Esta hipótese encontra subsídios no estudo efetuado por Fonseca & Melo (1987), a respeito da biogeografia de *Tropidoleptus carinatus* (Conrad). Este braquiópode, comum no Gediniano da Europa, Ásia e África, teria invadido os mares da América do Sul no Mesodevoniano.

O registro da comunidade de *Tropidoleptus* na região de Picos e Oitis, na Formação Pimenteira (Piauí), vai coincidir, de acordo com Fonseca & Melo (1987), com o retorno de condições progradativas e de ambientes costeiros (sublitorâneos rasos) ao longo do atual flanco leste da Bacia do Parnaíba.

Face às evidências apresentadas, as hipóteses levantadas por Guerra-Sommer *et al.* (1991) a respeito de um provável habitat marinho e hábito flutuante para *Spongiophyton* ficam, portanto, totalmente afastadas.

Utilizando-se os mapas paleogeográficos inferidos para o Eifeliano superior e Givetiano do Brasil, áreas vizinhas da América do Sul e Oeste africano, elaborado por Melo (1988), foram plotadas as localidades onde são registrados fragmentos megascópicos de *Spongiophyton* (Fig. 1). Nesta reconstituição, observa-se que os níveis das seções estratigráficas de onde procedem os fragmentos de *Spongiophyton* localizam-se sempre em áreas muito próximas à costa, freqüentemente associadas a seqüências arenosas intercaladas como bancos de areia.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A IDADE DAS SEQÜÊNCIAS QUE CONTÊM SPONGIOPHYTON

Kraüsel (1954, 1960) atribui uma idade eodevoniana aos pacotes de folhelhos sílticos que contêm *Spongiophyton*, procedentes de seis localidades, próximas ou dentro do atual município de Ponta Grossa, Paraná.

Lange & Petri (1967) com base em faunas marinhas e palinologia indicam idade mesodevoniana para os folhelhos de onde procedem as diferentes espécies de *Spongiophyton* descritas por Kraüsel, incluindo-as no Membro São Domingos da Formação Ponta Grossa.

Na zonação bioestratigráfica proposta por Daemon *et al.* (1967), o Membro São Domingos abrange os intervalos palinológicos D4 e D5, que são relacionados respectivamente ao Givetiano e ao Frasniano.

A presença de *Metacryphaeus australis* no mesmo afloramento onde ocorre *Spongiophyton* (Guerra-Sommer *et al.*, 1991) permite correlação com o zoneamento do Devoniano da Bacia do Paraná, proposto por Barcellos-Popp & Baldis (1989) com base em braquiópodes; este gênero de trilobita encontra-se relacionado a comunidade *Notiochonetes*, vinculada ao topo do Devoniano Médio (Givetiano) por Barcellos-Popp & Baldis (*op. cit.*). Todavia, conforme já observam Melo (1988) e Copper (1977), comunidades de *Notiochonetes*, bem como *Metacryphaeus australis*, são mais comuns na parte inferior da Formação Ponta Grossa (Membro Ja-

guaraíba) de idade eodevoniana (Emsiana), sendo mais raras no Membro São Domingos.

Como o intervalo D5 de Daemon *et al.* (1967), datado como Frasniano, foi determinado com base em testemunhos de subsuperfície, não sendo reconhecido em afloramentos, não são conhecidas as relações entre este zoneamento palinológico e aquele estabelecido a partir de comunidades de braquiópodes por Barcellos-Popp & Baldis (1989); também não estão estabelecidas as relações entre a distribuição estratigráfica de *Spongiophyton* e o zoneamento palinológico.

Andrade e Daemon (1974) atribuem à Formação Pimenteira uma idade eifeliano a givetiano com base em dados palinológicos de subsuperfície. Grahn (1992) e Janvier & Melo (1992), a partir da revisão de dados paleontológicos, concluem que, as seqüências da Formação Pimenteira aflorantes na margem oriental da Bacia do Parnaíba, no Piauí, são de idade neoeifeliana a eogivetiana. As camadas Picos, que contêm os fragmentos de *Spongiophyton*, podem, portanto, ser correlacionadas a esses intervalos.

Os registros de *Spongiophyton* no Arenito Takoradi e Folhelho Takoradi, Série Sekondi, Essipon e Folhelho Accra, Ghana na África (Chaloner *et al.*, 1974) procedem de seqüências às quais é atribuída uma idade mesodevoniana (Givetiano), com base em trilobitas (*Burmeisteria accraensis* Saul, 1967), gastrópodos (*Plectonotus* Saul *et al.*, 1963) e palinologia (Anan-Yorke, 1974).

A mais bem preservada associação de formas relacionadas a *Spongiophyton* provém, sem dúvida, da Bacia de Gaspé (Canadá) em sedimentos da Formação Battery Point, Grupo Gaspé Sandstone; o zoneamento bioestratigráfico com base em palinologia realizado por Mc Gregor (1977) inclui os afloramentos estudados na Zona *caperatus emsiensis/annulatus lindlarensis* de idade Siegeniano-Eifeliano.

Com base nos dados fornecidos pelas seqüências estratigráficas em que se registram fragmentos megascopicamente identificados a *Spongiophyton*, conclui-se que, a par de uma ampla distribuição geográfica, este gênero teve uma distribuição estratigráfica que vai desde o Devoniano Inferior (Siegeniano) ao Devoniano Médio (Givetiano).

A presença de *Spongiophyton* como um megafóssil amplamente representado em pacotes espessos de folhelhos da Formação Ponta Grossa, relacionados ao Membro São Domingos, vem confirmar a hipótese de que grande parte da deposição desta seqüência deu-se no Devoniano Médio (Eifeliano a Givetiano). Por outro lado a presença de *Spongiophyton* no Membro "Picos" (Formação Pimenteira, Bacia do Parnaíba) indica também uma idade eifeliana a givetiana para estas seqüências.

Os registros de *Spongiophyton* na Sibéria (Kraüsel & Ventakachala, 1966) procedem de seqüências datadas do Devoniano Inferior. Istchenko & Istchenko (1981) indicam para spongiófitas "sensu lato", ocorrentes na Rússia, uma idade mesodevoniana.

A presença de megaplantas (*Archaeosigillaria* e *Protolipodendron*) associadas aos horizontes de onde procede *Spongiophyton* na Bacia do Parnaíba (Kraüsel & Dolianiti, 1957) permite algumas considerações de ca-

ráter bioestratigráfico. Considerando-se o zoneamento fitoestratigráfico proposto para o intervalo Ludloviano-Fameniano por Banks (1980) e modificado por Meyen (1987), estas megaplantas, associadas a *Spongiophyton* correspondem à zona de associação V (Svalbardia) de idade givetiana.

Nas floras deste intervalo, a mais notável característica é a ampla distribuição geográfica dos gêneros, surgem novos caracteres em relação às floras mais antigas, tais como hábito arborescente e xilema secundário (em progimnospermas). Já nas zonas de associação VI, (*Archeopteris*) corresponde ao Frasniano, drásticas modificações ocorrem na flora, com o declínio de pteridófitas e licófitas herbáceas e a dominância de progimnospermas arborescentes (*Archaeopteris*).

Estas modificações têm sido atribuídas aos mesmos fatores que, no limite Frasniano/Fameniano, provocaram as extinções de invertebrados marinhos, ou seja, modificações climáticas associadas ao início da glaciação gonduânica. Esta alteração é bem demarcada no zoneamento palinológico estabelecido por Richardson (1974) onde o início do Frasniano é demarcado pelos limites da Zona *triangulatus* e Zona *optimus bulatus*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recentes aportes trazidos ao reconhecimento do hábito e habitat de *Spongiophyton* permitiram estabelecer algumas inferências, fundamentadas na presença desta planta em seqüências devonianas nas Bacias do Paraná e Parnaíba.

A partir da análise integrada dos dados apresentados neste estudo, são estabelecidas as seguintes considerações:

1. As características morfológicas procedentes de associação "in situ" de colônias de *Spongiophyton* indicam hábito terrestre rastejante. As características faciológicas das seqüências sedimentares de onde provém esses fósseis sugerem um ambiente de vida associado a margens de lagos estacionais ("ponds") e lagunas influenciadas por eventos de marés. A origem de camadas de carvão em seqüências do Devoniano Inferior da Rússia a partir destas plantas reforça essa hipótese.
2. A espessa cutícula de *Spongiophyton*, de composição lipídica, extremamente resistente à maceração, indica capacidade de sobrevivência em condições adversas, em que a planta tivesse que suportar períodos de exposição em áreas emersas.
3. As características morfoanatômicas de *Spongiophyton*, seu hábito e habitat sugerem sua relação a um grupo de plantas com características evolutivas diferenciadas em relação àquelas encontradas nas embriófitas; constituem-se, provavelmente, em formas alternativas adaptadas a nichos terrestres, correspondendo a um grupo diferenciado a partir de um clado de algas distinto daquele que deu origem às primeiras pteridófitas.
4. A espessa cutícula, associada à morfologia talóide e aos nichos onde estas plantas viveram, constituem-

se em elementos potencializadores de transporte expressivo.

5. A presença de *Spongiophyton* como fragmentos megascópicos de médio porte em bom estado de preservação, nos folhelhos marinhos do Membro São Domingos (Formação Ponta Grossa) e nos folhelhos e arenitos do Membro Picos (Formação Pimenteira) da Bacia do Parnaíba, está relacionada a eventos que ocasionaram o transporte destes fragmentos até áreas relativamente afastadas de seus nichos originais.
6. A partir dos mapas biogeográficos do Devoniano Médio (Eifeliano/Givetiano) elaborados por Melo (1988), observa-se que estes fragmentos megascópicos, identificáveis à vista desarmada como *Spongiophyton* na Bacia do Paraná, na África (Ghana) na Bacia do Parnaíba (Brasil) e Bolívia estão sempre relacionados a seqüências depositadas próximas à costa. O registro de formas identificáveis a nível de espécie nas bacias do Parnaíba e do Paraná, parece confirmar a interligação entre as bacias, sugerida por Lange & Petri (1967).
7. A presença de grande quantidade de fragmentos de cutículas dispersas e parênquima relacionados a plantas psilófitas, terrestres, higrófilas em lâminas palinológicas reforça a hipótese de que o aporte de material proveniente de ambiente terrestre era ainda importante; estes fragmentos, observáveis apenas em nível microscópico, procedentes de amostras de folhelho de onde provém os fragmentos megascópicos de *Spongiophyton*, sugerem que a área fonte dos fragmentos de pteridófitas terrestres era mais distante do que aquela de onde procederam as spongiófitas.
8. Os nichos ambientais onde originariamente se desenvolveram as spongiófitas e também as psilófitas nas seqüências devonianas correspondentes ao Membro São Domingos, não deixaram registros faciológicos.
9. A ampla distribuição paleogeográfica de *Spongiophyton* e sua ocorrência em densas associações, sugere que esta planta foi um elemento comum, associado a nichos restritos no Devoniano. Mais uma vez, a origem de carvões formados a partir de biomassa eminentemente spongiófitas, evidencia a abundância e densidade das colônias.
10. Os registros de *Spongiophyton* "sensu stricto" e spongiófitas "sensu lato", ocorre, de forma cosmopolita, em intervalos que vão desde o Devoniano Inferior (Siegeniano) até o Devoniano Médio (Givetiano), a partir de zoneamentos estabelecidos com base macroflorística. A extinção destas plantas acompanhou o brusco declínio de determinados grupos de pteridófitas e a ascensão das progimnospermopidas no Frasniano.
11. Especificamente com relação às seqüências devonianas da Bacia do Paraná, a ocorrência de *Spongiophyton* como megafóssil bem representado ocorre nos folhelhos do Membro São Domingos (Givetiano).
12. A ocorrência do gênero em ampla distribuição lati-

tudinal durante o intervalo Devoniano Inferior-Devoniano Médio, pode estar relacionada conforme registra Gensel *et al.* (1991), à tolerância com relação à temperatura (euritermia).

13. Pelo que se pode inferir dos dados apresentados no presente trabalho, os sedimentos devonianos das bacias intracratônicas brasileiras só serão bem caracterizados cronoestratigraficamente quando forem utilizados todos os aportes fornecidos pelos diferentes grupos fósseis registrados nas seqüências estratigráficas depositadas neste intervalo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anan-Yörke, R. 1974. Devonian Chitinozoa and Acritarcha from exploratory oil wells on the shelf and coastal region of Ghana, West Africa. *Ghana Geological Survey Bulletin*, 37: 1-216.
- Andrade, S. M. de & Daemon, R. F. 1974. Litoestratigrafia e bioestratigrafia do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba (Devoniano e Carbonífero). *Anais*, 28º Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, SBG, 2: 129-137.
- Banks, H. P. 1980. Floral assemblages in the Siluro - Devonian. In: Dilcher, D. L. & Taylor, T. N. (ed.). *Biostratigraphy of Fossil Plants. Successional and Palaeoecological Analyses*. Stroudsburg, p. 1-24.
- Barbosa, O. 1954. Vegetais fósseis do Devoniano do Brasil e da Bolívia. *Mineração e Metalurgia*, 15 (81): 81-84.
- Barcellos-Popp, M. T. & Baldis, B. A. 1989. Trilobitos y comunidades faunísticas del Devonico de la Formación Ponta Grossa (Paraná, Brasil). *Revista Técnica de YPF*, 10 (3-4): 219-227.
- Beurlen, G. 1970. Geologie von Brasilien. Gebr. Borntraeger, Berlin. *Beitrage zur Regionalen Geologie der Erde*, 9: 1-444.
- Campanha, V. A. & Mabesoone, J. M. 1974. Paleoambiente e paleoecologia do Membro Picos, Formação Pimenteira (Devoniano do Piauí). *Anais*, 28º Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, SBG, 2: 220-235.
- Chaloner, W. G.; Mensah, N. K. & Crane, N. D. 1974. Non vascular land plants from the Devonian of Ghana. *Palaeontology*, 17: 924-948.
- Cooper, P. 1977. Palaeolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian-Famenian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21 (3): 165-208.
- Crow, A. T. 1952. The rocks of the Sekondi Series of the Gold Coast. *Gold Coast Geological Survey Bulletin*, 18: 1-68.
- Daemon, R. F.; Quadros, L. P. & Silva, L. C. 1967. Devonian palynology and biostratigraphy of the Parana Basin. *Boletim Paranaense de Geociências*, 21/22: 99-132.
- Fonseca, V. M. M. & Melo, J. H. G. 1987. Ocorrência de *Tropidoleptus carinatus* (Conrad) (Brachiopoda, Orthida) na Formação Pimenteira, e sua importância paleobiogeográfica. *Anais*, 10º Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, SBP, 2: 505-537.
- Gensel, P. G.; Chaloner, W. G. & Forbes, W. H. 1991. *Spongiophyton* from the late Lower Devonian of New Brunswick and Quebec, Canada. *Palaeontology*, 34 (1): 149-168.
- Guerra-Sommer, M.; Dias-Fabricio, M. E.; Cazzulo-Klepzig, M.; Marques-Toigo, M. & Pilatti, F. 1990. *Spongiophyton* and associated micro and megafossils from the Devonian of the Ponta Grossa Formation, Parana Basin, South Brazil. *Paleobotânica Latino-Americana*, São Paulo, ALPP, 9 (1): 22.
- Istchenko, T. A. & Istchenko, A. A. 1981. Middle Devonian flora from the Vorozhezh Anticline. *Akademia Nauk Ukrainiskoi S. S. R. Kiev*, 122 pp.
- Janvier, P. & Melo, J. H. G. 1992. New acanthodian and chondrichthyan remains from the Lower and Middle Devonian of Brazil. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, 4: 193-206.
- Jonker, F. P. 1981. The questionable origin of early land plants from algae. *Palaeobotanist*, 28 (29): 423-426.
- Kräusel, R. 1954. *Spongiophyton* nov. gen. (Tallophyta) no Devoniano Inferior do Paraná. Comissão de comemoração do Centenário do Paraná, *Paleontologia do Paraná*, p. 195-210.
- . 1960. *Sprangiophyton* nov. gen. (Tallophyta) e *Haplostigma* (Seward) *Pteridophyta* no Devoniano Inferior do Paraná. *Monografia do Departamento Nacional de Produção Mineral*, 15: 1-41.
- & Venkatachala, B. S. 1966. Devonische Spongiophytaeem aus Destnud, West-Asien. *Senckenbergiana Lethaia*, 47: 215-251.
- & Dolianiti, E. 1957. Restos vegetais das camadas Picos, Devoniano Inferior do Piauí. *Boletim*, Departamento Nacional de Produção Mineral, 173: 1-20.
- Lange, F. W. & Petri, S. 1967. The Devonian of the Parana Basin. *Boletim Paranaense de Geociências*, 21 (22): 5-55.
- Logan, W. E. 1846. Report of Progress for the year 1844. *Geol. Surv. Canada*, 36: 44.
- McGregor, D. C. 1977. Lower and Middle Devonian spores of eastern Gaspé, Canada. II Biostratigraphy. *Palaeontographica*, B 163: 111-142.
- Melo, J. H. G. 1988. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. *Canadian Society of Petroleum Geologist Memoirs*, 1 (14): 669-703.
- Mensah, M. K. & Chaloner, W. G. 1971. Lower Carboniferous Lycopods from Ghana. *Palaeontology*, 14 (2): 357-369.
- Meyen, S. 197. *Fundamentals of Palaeobotany*. London, Chapman & Hall, 432 p.
- Niklas, K. J. 1976. Chemical examination of some non vascular plants. *Brittonia*, 28: 1113-1137.
- & Chaloner, W. 1976. Chemotaxy of some problematic palaeozoic plants. *Rewiew of Palaeobotany and Palynology*, 22: 81-104.
- Penhallow, D. P. 1889. (Introductory notes by Sir J. W. Dawson) on Nematophyton and allied forms from the Devonian (Erian) of Gaspé and Bay des Chalenrs. *Transactions of the Royal Society of Canada*, 6: 27-47.
- Richardson, J. B. 1974. The stratigraphic utilization of some Silurian and Devonian miospore species in the northern hemisphere: an attempt at a synthesis. *Intern. Symp. Belgian Micropaleont. Limits*, Namur, 1-13.
- Santos, E. J.; Coutinho, M. G. N.; Costa, M. P. A. & Ramalho, R. 1984. A região de dobramentos Nordeste e a Bacia do Parnaíba, incluindo o Craton de São Luís e as Bacias Marginais. *Geologia do Brasil*. DNPM, Rio de Janeiro, p. 131-186.
- Saul, J. M. 1967. *Burmeisteria* (Digonus) accraensis, a new homalonoid trilobite from the Devonian of Ghana. *Journal of Paleontology*, 41: 1126-1136.
- ; Boucot, A. J. & Finks, R. M. 1963. Fauna of the Accraian Series (Devonian of Ghana) including a revision of the gastropod *Plectonotus*. *Journal of Paleontology*, 37: 1042-1053.
- Scotese, C. R.; Van Der Voo, R. & Barratt, S. F. 1985. Silurian and Devonian base maps. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B, 309: 1-342.