

ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA DO INTERVALO LLANDOVERIANO DA BACIA DO PARANÁ NO PARAGUAI ORIENTAL

PAULA MENDLOWICZ MAULLER, EGBERTO PEREIRA, YNGVE GRAHN

Depto. de Estratigrafia e Paleontologia, FGEL, UERJ, Rua São Francisco Xavier 524, Bloco A, 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *mendlowicz@msn.com, egberto@uerj.br, grahn@uerj.br*

PHILIPPE STEEMANS

NFSR Research Associated, Paléobotanique Paléopalynologie & Micropaléontologie, Université de Liège, Allée du 6 Août, bâtiment B-18, B-4000 Liège 1, Belgium. *p.steemans@ulg.ac.be*

RESUMO – A partir das assembléias de miósporos e quitinozoários identificadas nos furos de sondagem 269-R1 e 269-R2, foi possível realizar um biozoneamento detalhado, para o intervalo siluriano da bacia do Paraná na região do Paraguai Oriental, envolvendo os sedimentos do Grupo Itacurubí. Foram reconhecidas as biozonas de miósporos *Imperfectotriletes* e *chulus-nanus*. A biozona *Imperfectotriletes*, de idade neo-aeroniana/eotelychiana, é coincidente com a parte inferior da biozona de quitinozoários *Conochitina elongata* (Aeroniano/Eotelychiano). A biozona *chulus-nanus* (Telychiano/Wenlockiano) é correlata às biozonas de quitinozoários *Salopochitina monterrosae* - *Conochitina proboscifera* (Eotelychiano-Eossheinwoodiana) e com a parte superior da biozona *Conochitina elongata* (sub-biozona *Conochitina proboscifera* e *Desmochitina* cf. *D. densa* - transição Neo-Aeroniano-Eotelychiano). A assembléia de quitinozoários observada na parte superior dos furos estudados possibilitou uma datação mais precisa deste intervalo, definindo uma idade neotelychiana. Com relação à diversidade de espécies e o número de indivíduos descritos nos furos, pôde-se observar uma relação inversamente proporcional entre os esporos triletes e os criptosporos envoltos em membrana. Enquanto que a diversidade e o número de indivíduos de esporos triletes aumenta em direção ao topo do furo, os criptosporos envoltos em membrana apresentam uma relação inversa. Para estes, ocorre uma diminuição na diversidade e no número de indivíduos em direção ao topo do furo. As tétrades identificadas no furo 269-R1 possuem uma variação de tamanho aparentemente anômala quando comparadas àquelas descritas em diferentes trabalhos. Esta característica peculiar das espécies, observada neste estudo, pode estar associada a fatores ecológicos específicos desta parte do Gondwana ocidental, que se encontrava em condições periglaciais, durante o intervalo de tempo analisado.

Palavras-chave: Siluriano, bacia do Paraná, criptosporos, miósporos, quitinozoários.

ABSTRACT – BIOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS OF THE LLANDOVERY IN THE PARANÁ BASIN, EAST PARAGUAY. A refinement of miospore and chitinozoan zones has been achieved based on assemblages in boreholes 269-R1 and 269-R2, east Paraguay. The sediments studied belong to Itacurubi Group of Paraná basin. The miospore zone *Imperfectotriletes* (Early Aeronian and Early Telychian) corresponds to the lower part of the chitinozoan zone *Conochitina elongata* (Aeronian/Eotelychian). The *chulus-nanus* miospore zone (Telychian/Wenlock), corresponds to the Zone of *Salopochitina monterrosae* - *Conochitina proboscifera* (Early Telychian and Early Sheinwoodian), and the upper part of the *Conochitina elongata* zone (subzone *Conochitina proboscifera* - *Desmochitina* cf. *D. densa*, transition of Early Aeronian to Early Telychian). The chitinozoan assemblage observed in the upper part of the boreholes made it possible to establish a more detailed zonation, involving the early Telychian. The diversity of species and the number of described individuals in the boreholes, have an inversely proportional relation between the trilete spore and envelope-enclosed cryptospores. While the diversity and the number of the trilete spores increase upwards the borehole, the envelope-enclosed cryptospores show an inverse relation. A reduction in diversity and abundance occur also upwards in the borehole. The tetrads identified in borehole 269-R1 have an anomalous size variation when compared with those earlier described. The peculiar characteristic of the species, observed in this study, could be associated with specific ecological factors in this part of the Gondwana occidental, which were situated in peri-glacial conditions during the studied interval.

Key words: Silurian, Paraná basin, cryptospores, miospores, chitinozoan.

INTRODUÇÃO

Apesar de intensamente estudada nos seus vários aspectos geológicos, a bacia do Paraná apresenta ainda aspectos controversos, principalmente em função de sua grande extensão territorial, que se estende pelo Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Especialmente para a porção paraguaia desta bacia, a informação geológica é ainda precária, não existindo até o momento um quadro estratigráfico consoli-

do, sobretudo para o conjunto sedimentar eopaleozóico. Este trabalho tem por objetivo aprimorar o arcabouço bioestratigráfico, com base na análise dos miósporos (criptosporos e esporos triletes) e quitinozóários do intervalo llandovertiano da bacia do Paraná, no Paraguai Oriental.

As rochas silurianas da bacia do Paraná, no Paraguai, vêm sendo estudadas desde os trabalhos geológicos pioneiros de Harrington (1950), Eckel (1959) e Wolfart (1961), os quais estavam baseados somente em informações de afloramentos da parte central do Paraguai oriental. As primeiras informações de subsuperfície sobre os sedimentos paleozóicos do Paraguai foram publicadas em 1982, por meio de um relatório interno da Companhia Shell-Pecten. A correlação da seção siluriana paraguaia com sedimentos de mesma idade na porção brasileira da bacia do Paraná foi inicialmente proposta Zalán *et al.* (1987). Contudo, esta correlação foi estabelecida a partir de um arcabouço bioestratigráfico pouco desenvolvido. Dados bioestratigráficos mais detalhados sobre as rochas silurianas do Paraguai oriental foram apresentados por Wood & Miller (1991, 1997), Gray *et al.* (1992), Grahn *et al.* (2000) e Steemans & Pereira (2002). Os miósporos silurianos da bacia do Paraná foram descritos em diversos trabalhos, a partir de diferentes localidades, situados principalmente no Brasil (Gray *et al.*, 1985; Melo, 1997; Mizusaki *et al.*, 2002), mas também foram estudados no Paraguai, próximo à área de estudo deste trabalho (Gray *et al.*, 1992; Steemans & Pereira, 2002).

Esporo é o termo geral utilizado para designar as unidades reprodutivas microscópicas, assexuadas e unicelulares dos vegetais criptógamos (Jackson, 1928). Miósporo é o termo geral utilizado para designar todos os esporos fósseis menores que 200 μm , não importando se são isósporos, micrósporos, pequenos megásporos, pré-pólen ou grãos de pólen (Guennel, 1952). O limite de tamanho de 200 μm é arbitrário, dessa forma, megásporos menores do que 200 μm são também descritos (Traverse, 1988). O conceito de criptosporo foi criado para designar os esporos produzidos pelas plantas terrestres primitivas, presentes desde o Ordoviciano até o Eodévoniano. Richardson *et al.* (1984) definem criptosporos como: “tétrades permanentes, díades e mônades aletas...”. Strother (1991) propõe que sejam considerados criptosporos “todos os esporomorfos não marinhos (exceção aos grãos de pólen) com ausência da marca trilete ou de qualquer outra característica presente nos esporos produzidos pelas traqueófitas”. Mônades, díades “permanentes” e tétrades são consideradas como esporomorfos derivados de políades, as quais podem preservar ou não as áreas de contato. Entretanto, esta definição per-

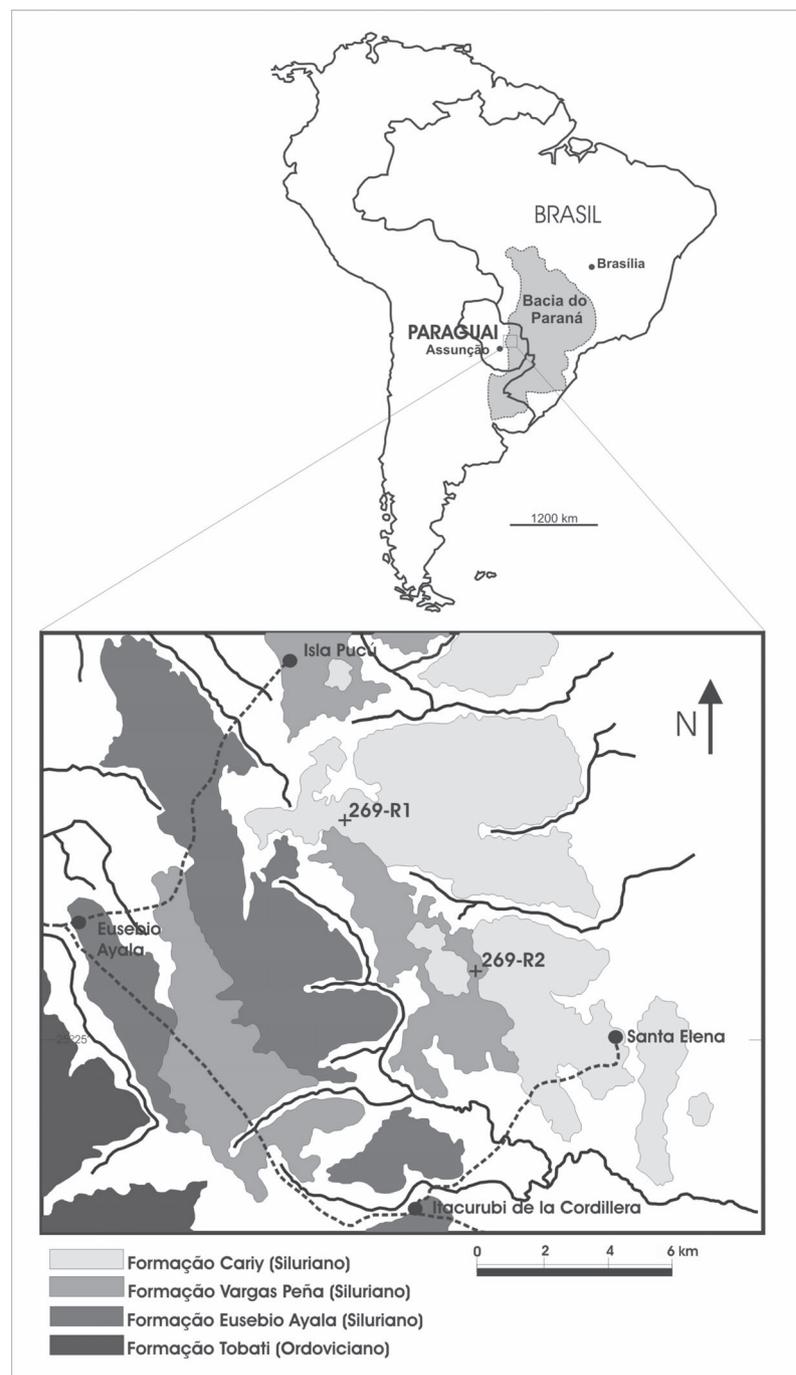


Figura 1. Mapa de localização dos furos de sondagem estudados neste trabalho (modificado de Orué, 1996).

Figure 1. Locality map showing the boreholes studied in this work (modified of Orué, 1996).

manece insatisfatória, porque a marca trilete não é observada somente em esporos de traqueófitas, mas também em alguns esporos de briófitas (Gray, 1985). A definição de “esporomorfo não marinho” também não é suficiente para separar os esporos dos acritarcos. Além disso, os criptosporos possuem afinidade com duas divisões de plantas: Hepatophyta (Neodevoniano/Recente) e Rhyniophyta (Eossiluriano/Eodevoniano) ou plantas ancestrais das Tracheophytas (Eossiluriano/Recente).

Richardson (1996) restringe a definição de miósporo aos esporomorfos formados em tétrades e dispersos com a marca trilete ou monoete na face proximal. Conseqüentemente, os criptosporos são excluídos do grupo dos miósporos. O autor inclui também os grãos de pólen no grupo dos miósporos. Mas, uma vez que grãos de pólen desprovidos de aberturas são geralmente descritos como aletes, a definição de Guenel (1952) é preferencial, sendo os criptosporos incluídos no grupo dos miósporos. Portanto, no presente trabalho será considerada a definição de miósporo como todos os esporos fósseis menores do que 200 µm, incluindo os criptosporos, isósporos, micrósporos, pequenos megásporos, pré-pólen ou grãos de pólen (Stemans, 2000). Os criptosporos compreendem as tétrades, as díades e as mônades; os esporos triletes envolvem os esporos que apresentam a marca trilete bem preservada na face proximal.

Com relação ao conteúdo de quitinozoários registrados na seção siluriana da bacia do Paraná, a fauna de quitinozoários presente nos folhelhos da Formação Vila Maria e em sedimentos equivalentes a esta unidade, possui espécies em comum com a Formação Vargas Peña, de idade neollandoveriana, registrada no Paraguai. Grahn *et al.* (2000) e Misuzaki *et al.* (2002) sugerem que a Formação Vila Maria, bem como os depósitos equivalentes à mesma, são de idade llandoveriana e contemporâneos ao Grupo Itacurubí. Assim como os miósporos, os quitinozoários também possuem um grande valor estratigráfico para a datação de sedimentos e correlação dos estratos rochosos. Dessa forma, o estudo dos miósporos e quitinozoários, de forma integrada permite a elaboração de um arcabouço bioestratigráfico refinado, elemento básico para o entendimento do registro sedimentar.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A bacia do Paraná está localizada na parte sudoeste da América do Sul, cobrindo uma área de aproximadamente 1.600.000 km². A maior porção se encontra no Brasil, ocupando cerca de 1.000.000 km² de extensão na parte sul do país, estendendo-se a leste do Paraguai (100.000 km²), nordeste da Argentina (400.000 km²) e parte central do Uruguai (100.000 km²). A bacia possui forma elíptica e se alinha na direção NNE-SSW. Os sedimentos datam do Ordoviciano ao Terciário

		ESPOROS	QUITINOZOÁRIOS	BRASIL		PARAGUAI
		(Stemans & Pereira, 2002)	(Grahn <i>et al.</i> , 2000)	(Pereira, 1998)	(Grahn <i>et al.</i> , 2000)	(Harrington, 1972)
Llandoveriano	Telychiano	<i>chulus-nanus</i>	<i>S. monterrosae</i> <i>C. proboscifera</i>	Associação de Fácies III e IV	Upper part	Formação Cariy
	Aeroniano	<i>divellomedtia II</i>	3 <i>Conochitina elongata</i> 2	Associação de Fácies II	Middle part	Formação Vargas Peña
	Rhuddamiano	<i>divellomedtia I</i>	1 <i>Belonechitina postrobusta</i>			

Figura 2. Correlação entre a parte brasileira e paraguaia da bacia do Paraná, para o intervalo siluriano.

Figura 2. Silurian correlation chart of the Paraná Basin between Brazil and Paraguay.

e dois terços de sua superfície são cobertas por magma basáltico de idade mesozóica. O registro estratigráfico ultrapassa a espessura de 7.000 m, na parte central da bacia.

Não se tem uma idéia definida da extensão original desta bacia. Certamente, a bacia do Paraná possuía uma abrangência bem maior que a atual, onde se ligava a outras bacias gonduânicas em determinados períodos de sua evolução geológica.

Atualmente, a bacia do Paraná é interpretada como uma bacia de interior cratônica, *sensu* Klemme (1980; *in* Milani & Thomaz Filho, 2000). No Brasil, para o intervalo pré-carbonífero, a bacia pode ser subdividida em duas sub-bacias: sub-bacia de Apucarana, ao sul, e sub-bacia de Alto Garças, ao norte (Ramos, 1970; Pereira *et al.*, 1998). A partir dos aspectos sedimentológicos e bioestratigráficos dos sedimentos do pré-Carbonífero observados no Paraguai, Grahn *et al.* (2000) introduziram o termo sub-bacia do Paraguai Oriental, definindo um novo compartimento da bacia do Paraná. As três sub-bacias apresentam histórias sedimentológicas distintas, sendo que há uma maior similaridade litológica entre as sub-bacias de Alto Garças e do Paraguai Oriental do que entre estas sub-bacias e a sub-bacia de Apucarana.

A seqüência siluriana na sub-bacia do Paraguai Oriental é composta, em termos litoestratigráficos, pelo Grupo Itacurubí (Harrington, 1972), que é equivalente à Formação Vila Maria na sub-bacia de Alto Garças, segundo Pereira (2000). O Grupo Itacurubí está distribuído em afloramentos isolados e descontínuos (Harrington, 1972) formando um cinturão de exposição com mais de 85 km de extensão, na direção N-NW e S-SW, entre Arroyos e Esteros e San José, e 20 km de largura entre Eusebio Ayala e Santa Elena (Figura 1). O mesmo é composto, da base para o topo, pelas formações Eusebio Ayala, Vargas Peña e Cariy.

A Formação Eusebio Ayala tem como litologia predominante arenitos amarelados a amarronzados, sendo encontradas também intercalações de folhelhos e argilitos. Diamictitos, arenitos e folhelhos atribuídos ao desenvolvimento de uma sedimentação glácio-marinha transgressiva foram descritos por Borghi *et al.* (1997). Raros pelecípodes, trilobitas, braquiópodes e ortoceratides presentes nesta unidade su-

gerem uma idade siluriana. A espessura total desta unidade está entre 200-250 m, de acordo com Harrington (1972). A Formação Vargas Peña está limitada pelas formações Eusebio Ayala e Cariy e aflora em uma grande área do centro leste do Paraguai. Os sedimentos são compostos por folhelhos alterados, ricos em caolinita e argila micácea. Segundo Pereira (2000), a Formação Vargas Peña pode atingir cerca de 250 m.

O fechamento do Grupo Itacurubí é marcado pelos arenitos da Formação Cariy. Esta unidade é composta basicamente por arenitos, apresentando também folhelhos argilosos amarelados a amarronzados. Possui uma rica fauna de braquiópodes, tentaculídeos, graptólitos e trilobitas. Os quitinozoários presentes nesta unidade, segundo Grahn *et al.* (2000), sugerem uma idade telychiana a eosheinwoodiana.

Segundo Pereira (2000) e Steemans & Pereira (2002), os sedimentos do Grupo Itacurubí representam um ciclo completo transgressivo-regressivo, em um contexto deposicional de uma seqüência de 2ª ordem. Os arenitos da Formação Eusebio Ayala marcam a base deste ciclo, estando os mesmos organizados em sucessões de engrossamento e espessa-

mento para o topo. A associação de fácies observada nos arenitos indica que os sedimentos foram depositados em um ambiente deltaico. Os sedimentos da Formação Eusebio Ayala estão limitados por uma superfície transgressiva de idade aeroniana. Os folhelhos e arenitos da Formação Vargas Peña foram depositados acima desta superfície. Nestes sedimentos está posicionada a superfície de máxima inundação da seqüência de 2ª ordem, considerada de idade eotelychiana. Os arenitos da Formação Cariy definem o topo do ciclo transgressivo-regressivo, representando o trato de mar alto da seqüência.

O arcabouço sedimentar siluriano da sub-bacia do Paraguai oriental é similar ao registrado na Formação Vila Maria, descrita na sub-bacia de Alto Garças. Segundo Pereira *et al.* (1998), esta unidade foi depositada em um contexto glacial-marinho, no qual três fases evolutivas são registradas. A primeira representa o máximo glacial, a segunda define uma fase pós-glacial e a terceira marca a fase pós-glacial isostática. Neste sentido, segundo Steemans & Pereira (2002), a associação de fácies observada no Grupo Itacurubí pode

Tabela 1. Distribuição dos miósporos ao longo do furo 269-R1.
Table 1. Miospores distribution chart from 269-R1 borehole.

ESPÉCIES	27,5 m	60,5 m	61,5 m	62 m	62,5 m	64 m	66 m	69 m	79 m	85 m	101 m	102 m	105 m	115 m	116 m	118 m	120 m	121 m	130 m	142 m	145 m	150,2 m
Tétrades																						
<i>Nodospora</i> sp. D															X							
<i>Nodospora rugosa</i>													X									
<i>Rimosotetras problematica</i>		X					X			X			X	X					X		X	X
<i>Tetrahedraletes medinenses</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Velatitetras anatolienses</i>													X	X	X							
<i>Velatitetras laevigata</i>													X	X							X	
<i>Velatitetras rugosa</i>			X			X		X	X	X		X	X	X		X	X	X				X
Díades																						
<i>Dyadosporamurus attenuata</i>			X			X								X								X
<i>Dyadospora murusdensa</i>	X	X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
<i>Pseudodyadospora laevigata</i>								X	X				X	X								X
<i>Pseudodyadospora petasus</i>			X			X	X				X	X	X									X
Gênero A sp. C													X	X								
<i>Segestrespora laevigata</i>											X	X	X	X								
<i>Segestrespora rugosa</i>								X					X	X		X						
Mónades																						
<i>Laevolancis chibrikovae</i>			X			X							X	X	X				X			X
<i>Laevolancis divellomedia</i>	X		X	X	X	X		X	X			X	X	X		X	X	X				X
<i>Rugosphaera cerebra</i>									X				X	X	X		X	X			X	
<i>Sphaerasaccus glabellus</i>													X	X		X	X	X			X	
Esporos Triletes																						
<i>Ambitisporites avitus</i>		X						X	X				X	X								
<i>Ambitisporites dilutus</i>		X					X							X								
<i>Archaeozonotriletes chulus</i>	X	X	X							X	X	X		X								
<i>Imperfectotriletes patinatus</i>	X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X	X		X	X	X		X	X
<i>Imperfectotriletes varvrdovae</i>		X				X	X		X		X	X	X				X					

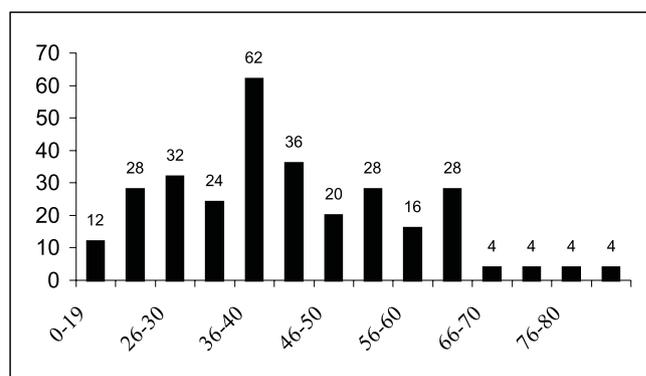


Figura 3. Distribuição de tamanho de 302 espécimes observados de *Tetrahedraletes medinenses*.

Figure 3. *Tetrahedraletes medinenses* size distribution, based on 302 specimens.

ser considerada como acumulada em uma posição periglacial, em relação aos depósitos silurianos da bacia do Paraná no Brasil (Figura 2).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado a partir de 43 amostras coletadas nos furos de sondagens 269-R1 (N 7196.3, E 512.0) e 269-R2 (N 7191.8, E 515.9), localizados na parte oriental do Paraguai (folha Eusebio Ayala, 1:50000) (Figura 1). Estas sondagens foram perfuradas pela Companhia Anschutz Minerals na década de oitenta.

As amostras foram processadas no Laboratório de Palinologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (UERJ/LGPA). O método utilizado foi adaptado da Universidade de Liège e tem como etapas a trituração das amostras e o posterior ataque com os ácidos fluorídrico, clorídrico e nítrico. Após o ataque ácido, utiliza-se um sistema de filtração, que consiste de uma bomba de vácuo e pressão que alterna condições de pressão e vácuo sobre o resíduo, possibilitando a lavagem do mesmo e a concentração da matéria orgânica. As lâminas são preparadas com uma base de hidróxi-acetil-celulose e álcool. Estas foram analisadas no Laboratório de Palinologia da Universidade de Liège, Bélgica, utilizando-se um microscópio óptico normal. As lâminas obtidas estão depositadas no Laboratório de Paleontologia da UERJ.

RESULTADOS PALINOLÓGICOS

Furo 269-R1

O furo 269-R1 apresenta diversificada assembléia de miósporos bem preservados (Tabela 1), sendo também abundantes os acritarcos e os quitinozoários. Os criptosporos *Tetrahedraletes medinenses* Strother & Traverse (1979), *Laevolancis divellomedia* (Chibrikova 1959) Burgess & Richardson (1991) e *Dyadospora murusdensa* Strother & Traverse (1979) estão presentes em quase todo o furo, assim como os esporos triletes. *Archaeozonotriletes chulus* (Cramer) Richardson & Lister (1969), *Ambitisporites avitus*

(Hoffmeister 1959) e *Ambitisporites dilutus* (Hoffmeister) Richardson & Lister (1969) foram observados pela primeira vez a 115 m de profundidade. Cabe ressaltar que a espécie *Archaeozonotriletes chulus* é de difícil distinção em relação às espécies *Ambitisporites avitus* e *Imperfectotriletes patinatus* (Steevens *et al.*, 2000). A espécie *Archaeozonotriletes chulus* foi também encontrada na profundidade de 27,5 m, última amostra coletada no furo.

Os criptosporos envoltos em membrana ocorrem a partir da base do furo, mas se mostram abundantes em torno de 105 m de profundidade. A partir desta profundidade há um decréscimo na frequência dos mesmos.

A análise das diversas tétrades observadas nesse furo demonstrou a existência de uma grande variação intra-específica, caracterizada por uma diversidade na espessura da parede (exina), no tamanho e na forma dos diferentes espécimes descritos. De acordo com Richardson & Wellman (1993), *Tetrahedraletes medinenses* apresenta um tamanho que pode variar de 35 a 70 µm. Gray (1988) verificou que ocorre um aumento na média de tamanho das tétrades com o tempo. Assembléias de esporomorfos do Ordoviciano possuem uma média de tamanho menor do que 30 µm, enquanto que para o Siluriano há um aumento desta média, que chega perto dos 50 µm. As tétrades identificadas no furo 269-R1 apresentaram variação de tamanho de 18 µm a 84 µm (Figura 3). Comparadas às assembléias descritas em trabalhos anteriores (Burgess, 1991; Burgess & Richardson, 1991; Gray *et al.*, 1992; Wang *et al.*, 1997; Wellman, 1996 e Steevens *et al.*, 2000, por exemplo), as mesmas apresentam variação de tamanho aparentemente anômalo. Foi possível também observar que as tétrades podem ser agrupadas de acordo com a espessura da parede (exina). Algumas tétrades apresentam a exina extremamente espessa (3,5 a 4,0 µm), enquanto que um segundo grupo apresenta tétrades com exina pouco espessa (0,5 a 1,0 µm) (Figura 4). Da mesma forma que as tétrades, as díades também apresentam uma significativa variação na espessura da exina e no tamanho das formas, ocorrendo um exemplar com 100 µm de tamanho.

A assembléia de quitinozoários se mostrou abundante e bem preservada, com 12 espécies identificadas: *Ancyrochitina ancyrea*, *Ancyrochitina paranaensis*, *Angochitina* sp. A, *Belonechitina postrobusta*, *Cingulochitina* cf. *C. serrata*, *Conochitina elongata*, *Conochitina proboscifera*, *Desmochitina* cf. *D. densa*, *Eisenackitina bejui*, *Plectochitina paraguayensis*, *Plectochitina* sp. B e *Salopochitina monterrosae* (Tabela 3).

Furo 269-R2

Neste furo, poucos espécimes foram observados. No entanto, foi possível identificar as seguintes espécies de miósporos: *Laevolancis divellomedia* (Chibrikova, 1959) Burgess & Richardson (1991), *Tetrahedraletes medinenses* Strother & Traverse (1979) e *Dyadospora murusdensa* Strother & Traverse (1979), que ocorrem em quase todas as amostras analisadas (Tabela 4). Foram observados também miósporos associados ao gênero *Imperfectotriletes* Steevens *et al.* (2000). Os mesmos ocorrem entre as profundidades de

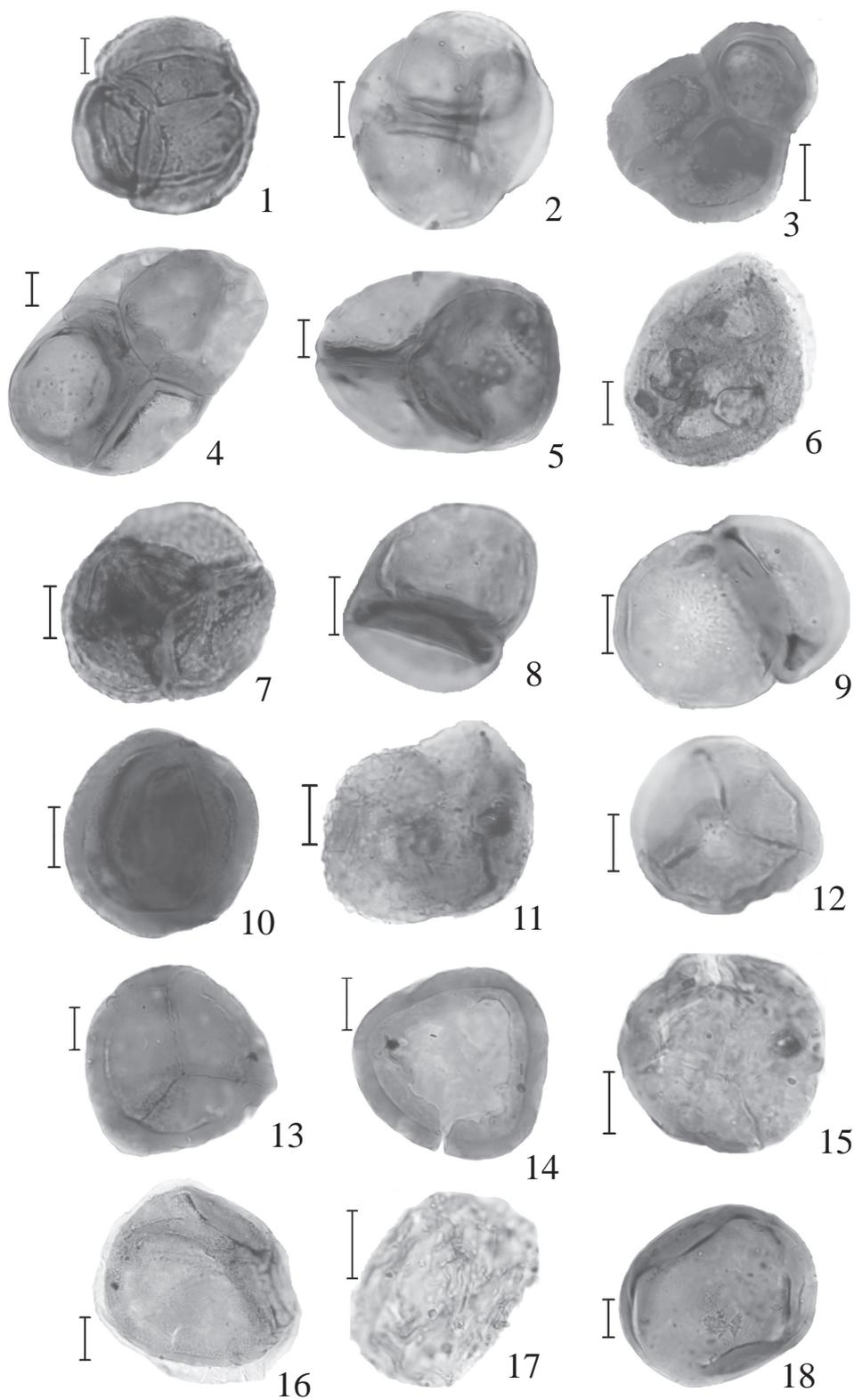


Figura 4. Miósporos dos furos de sondagem 269-R1. 1-5. *Tetrahedraletes medinenses*; 6. cf. *Nodospora* sp.D; 7. *Nodospora rugosa*; 8. *Dyadospora murusattenuata*; 9. *Dyadospora murusdensa*; 10. *Pseudodyadospora petasus*; 11. *Segestrespora rugosa*; 12. *Ambitisporites avitus*; 13. *Archaeozonotriletes chulus*; 14. *Imperfectotriletes patinatus*; 15. *Imperfectotriletes varvrdovae*; 16. *Sphaerasaccus glabellus*; 17. *Rugosphaera cerebrata*; 18. *Laevolancis divellomedia*. Para dados de localização dos espécimes ilustrados, ver Tabela 2. Escala = 10 μ m.

Figure 4. Miospores of boreholes 269-R1. For location data of illustrated specimens see Table 2. Scale bar = 10 μ m.

80 m e 60,9 m. Os criptosporos envolvidos em membrana, como *Velatitetras anatolienses* Steemans *et al.* (1996) e *Velatitetras* (Nodospora) *rugosa* (Strother & Traverse) Steemans *et al.* (1996) aparecem a partir de 100 m de profundidade. *Velatitetras laevigata* Burgess (1991) foi identificada apenas na profundidade de 100 m. Um espécime de *Rugosphaera cerebra* Miller & Eames (1982) foi identificado em 74 m e *Sphaerasaccus glabellus* Steemans *et al.* (2000) foi reconhecido somente em 80 m. Como no furo 269-R1, também no furo 269-R2 existe uma abundante assembléia de acritarcos e quitinozoários bem preservados.

Foram identificadas 10 espécies de quitinozoários: *Ancyrochitina ancyrea*; *Ancyrochitina paranaensis*; *Cingulochitina* cf. *C. serrata*; *Conochitina elongata*; *Conochitina proboscifera*; *Desmochitina* cf. *D. densa*; *Eisenackitina bejui*; *Linochitina* sp. A; *Plectochitina paraguayensis* e *Salopochitina monterrosae* (Tabela 5).

Zoneamento bioestratigráfico

Segundo Steemans *et al.* (2000), três critérios devem ser considerados para o biozoneamento do intervalo llandoveriano, com base nos miósporos: aparecimento dos esporos pseudo-triletes (*Imperfectotriletes*), aparecimento dos esporos triletes verdadeiros (*Ambitisporites* e *Archaeozonotriletes*) e abundância relativa de criptosporos envolvidos em membrana. O intervalo é subdividido em duas biozonas: *Imperfectotriletes spp./Laevolancis divellomedia* e *chulus-nanus*, e se caracteriza pela presença de criptosporos, esporos triletes e pseudo-triletes (*Imperfectotriletes*). A assembléia consiste de mônades, díades e tétrades, que podem aparecer “nuas” ou envolvidas em membrana. A membrana pode ser lisa ou ornamentada (retículos, rúgulas, grânulos, entre outros). Os esporos triletes são geralmente raros, mas sua abundância aumenta em direção aos estratos mais novos. A abundância de criptosporos envolvidos em membrana diminui progressivamente em direção aos estratos mais novos.

O intervalo da biozona *Imperfectotriletes* é subdividido em *Imperfectotriletes* α e *Imperfectotriletes* β , e compreende o intervalo de tempo ashgilliano/rhuddaniano. A sub-biozona *Imperfectotriletes* α é caracterizada pela ausência de esporos triletes verdadeiros (*Ambitisporites*) e o aparecimento dos esporos triletes verdadeiros (*Ambitisporites*) determina a base da sub-biozona *Imperfectotriletes* β . No Brasil, o primeiro esporo trilete (*Ambitisporites*) é datado como Neo-Aeroniano (Lé Herissé *et al.*, 2002). No Paraguai, o aparecimento de *Ambitisporites* é datado como Eo-Aeroniano (Steemans & Pereira, 2002).

Tabela 2. Dados de localização dos espécimes ilustrados na Figura 4, todos procedentes do furo de sondagem 269-R1.

Table 2. Location data of specimens illustrated in Figure 4, all them from 269-R1 borehole.

Espécime	Táxon	Lâmina	Profundidade	England finder
1	<i>Tetrahedraletes medinenses</i>	57683	105 m	Q46/3
2	<i>Tetrahedraletes medinenses</i>	58899	105 m	G55/3
3	<i>Tetrahedraletes medinenses</i>	57681	85 m	G59/1
4	<i>Tetrahedraletes medinenses</i>	58902	115 m	M56/4
5	<i>Tetrahedra letes medinenses</i>	58901	115 m	R61/2
6	cf. <i>Nodospora</i> sp. D	57683	105 m	T61/1
7	<i>Nodospora rugosa</i>	58900	105 m	O65/3
8	<i>Dyadospora murusattenuata</i>	57683	105 m	J55/1
9	<i>Dyadospora murusdensa</i>	58899	105 m	X54/4
10	<i>Pseudodyadospora petasus</i>	58796	85 m	F55/3
11	<i>Segestrespora rugosa</i>	58901	115 m	W47/1
12	<i>Ambitisporites avitus</i>	58795	85 m	Q47/4
13	<i>Archaeozonotriletes chulus</i>	58902	115 m	E59/2
14	<i>Imperfectotriletes patinatus</i>	58796	85 m	R51/R52
15	<i>Imperfectotriletes varvrdovae</i>	57681	85 m	R43/3
16	<i>Sphaerasaccus glabellus</i>	58900	105 m	X54/4
17	<i>Rugosphaera cerebra</i>	57641	145 m	O31/2
18	<i>Laevolancis divellomedia</i>	57654	12,5 m	Y45/4

Tabela 3. Distribuição dos quitinozoários ao longo do furo 269-R1.

Table 3. Chitinozoa distribution in borehole 269-R1.

Espécies	27,5 m	60,5 m	66 m	75 m	85 m	105 m	115 m	118 m	130 m	142 m	145 m
<i>Ancyrochitina ancyrea</i>			X					X			
<i>Ancyrochitina paranaensis</i>	X		X				X				
<i>Angochitina</i> sp. A			X	X							
<i>Belonechitina postrobusta</i>			X								
<i>Cingulochitina</i> cf. <i>C. serrata</i>							X				
<i>Conochitina elongata</i>						X			X	X	X
<i>Conochitina proboscifera</i>			X	X	X		X				
<i>Desmochitina</i> cf. <i>D. densa</i>							X				
<i>Eisenackitina</i> cf. <i>E. bejui</i>		X	X		X		X			X	
<i>Plectochitina Paraguaiensis</i>								X			X
<i>Plectochitina</i> sp. B	X		X				X				
<i>Salopochitina monterrosae</i>		X			X						

O intervalo da biozona *divellomedia* é subdividido em *divellomedia* α e *divellomedia* β (Rhuddaniano/Aeroniano). A sub-biozona *divellomedia* α caracteriza-se pela ausência de esporos triletes e a sub-biozona *divellomedia* β pela ocorrência de raros *Ambitisporites*, abaixo do aparecimento de *Archaeozonotriletes*. O limite entre as sub-biozonas *divellomedia* α e β é determinado pelo decréscimo dos criptosporos envolvidos em membrana e o aumento da ocorrência dos esporos triletes. A transição das biozonas é progressiva.

A base da biozona *chulus-nanus* é determinada pelo aparecimento do *Archaeozonotriletes chulus*. O aparecimento de *Archaeozonotriletes* é datado como Telychiano na Líbia (Al-Ameri, 1980; Richardson, 1996) e, provavelmente, na Arábia Saudita (Wellman *et al.*, 2000). Devido ao diacronismo do aparecimento dos esporos triletes no Llandoveriano, um biozoneamento local torna-se necessário. Sendo assim, no presente trabalho, foi utilizado o biozoneamento descrito por Steemans & Pereira (2002).

Grahn *et al.* (2000), com base na distribuição dos

Tabela 4. Distribuição dos miósporos ao longo do furo 269-R2.**Table 4.** Miospores distribution in borehole 269-R2.

Espécies	60,9 m	62 m	62,5 m	74 m	76 m	80 m	87 m	99,2 m	98,7 m	100 m
Tétrades										
<i>Tetrahedraletes medinenses</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Velatitetras anatolienses</i>				X						
<i>Velatitetras laevigata</i>										X
<i>Velatitetras rugosa</i>				X		X				X
Diádes										
<i>Dyadospora murusde nsa</i>	X		X	X	X	X	X			
Mónades										
<i>Laevolancis divellomedia</i>	X	X		X		X	X		X	
<i>Rugosphaera cerebra</i>				X						
<i>Sphaerasaccus</i> cf. <i>S. glabellus</i>						X				
Esporos Triletes										
<i>Archaeozonotriletes chulus</i>			X		X					
<i>Ambitisporites avitus</i>					X					
<i>Imperfectotriletes patinatus</i>	X		X	X		X				
<i>Imperfectotriletes varvrdovae</i>		X								

Tabela 5. Distribuição dos quitinozoários ao longo do furo 269-R2.**Table 5.** Chitinozoa distribution in borehole 269-R2.

Espécies	48 m	49 m	57 m	60,9 m	76 m	84 m	87,7 m	100 m
<i>Ancyrochitina ancyrea</i>		X						
<i>Ancyrochitina paranaensis</i>	X		X			X	X	
<i>Cingulochitina</i> cf. <i>C. serrata</i>	X				X			
<i>Conochitina elongata</i>						X		
<i>Conochitina proboscifera</i>			X					
<i>Desmochitina</i> cf. <i>D. densa</i>					X			
<i>Eisenackitina</i> cf. <i>E. bejui</i>		X						
<i>Linochitina</i> sp. A		X		X				
<i>Plectochitina paraguayensis</i>		X	X		X			X
<i>Salopochitina monterrosae</i>		X						

quitinozoários, definiram sete biozonas e três sub-biozonas para reconhecer o intervalo siluriano da bacia do Paraná: biozona *Belonechitina postrobusta*; biozona *Conochitina elongata*; sub-biozonas coincidentes de *Spinachitina wolfarti*. e *Plectochitina* sp. A; sub-biozonas coincidentes de *Conochitina proboscifera* e *Spinachitina harringtoni*; sub-biozonas coincidentes de *Conochitina proboscifera* e *Desmochitina* cf. *D. densa* e biozonas coincidentes *Salopochitina monterrosae* e *Conochitina proboscifera*. A biozona *Belonechitina postrobusta* corresponde ao intervalo de ocorrência da espécie *Belonechitina postrobusta* Nestor 1980 até a primeira ocorrência da espécie *Conochitina elongata* Taugourdeau 1963. A mesma restringe-se ao intervalo de tempo rhuddaniano (Grahn *et al.*, 2000). A biozona *Conochitina elongata* caracteriza-se pela ocorrência da espécie *Conochitina elongata*, estendendo-se da primeira ocor-

rência da espécie até o aparecimento da espécie *Salopochitina monterrosae* Cramer (1969). Na bacia do Paraná, esta biozona engloba o intervalo de tempo aeroniano-eotelychiano (Grahn *et al.*, 2000).

As sub-biozonas coincidentes de *Spinachitina wolfarti*. e *Plectochitina* sp. A; englobam parte do intervalo de ocorrência da espécie *Spinachitina wolfarti* e o intervalo total de distribuição da espécie *Plectochitina* sp. A. Estas sub-biozonas se estendem do aparecimento da espécie *Plectochitina* sp. A e *Conochitina elongata* até a primeira ocorrência da espécie *Conochitina proboscifera* Eisenack 1937. Na bacia do Paraná, este intervalo é datado como eo-aeroniano (Grahn *et al.*, 2000). As sub-biozonas coincidentes de *Conochitina proboscifera* e *Spinachitina harringtoni* correspondem à parte do intervalo de distribuição da espécie *Conochitina proboscifera* e *Spinachitina harringtoni* até o aparecimento da espécie *Desmochitina* cf. *D. densa*. Na bacia do Paraná, este intervalo corresponde à transição neo-aeroniano/aeroniano-telychiano. (Grahn *et al.*, 2000). As sub-biozonas coincidentes de *Conochitina proboscifera* e *Desmochitina* cf. *D. densa* encerram as espécies *Conochitina proboscifera* e *Desmochitina* cf. *D. densa*. As mesmas estendem-se da primeira ocorrência da espécie *Desmochitina* cf. *D. densa* até o aparecimento da espécie *Salopochitina monterrosae* Cramer 1969. A ocorrência destas espécies indica uma zona de transição entre o Neo-Aeroniano e o Eotelychiano. A espécie *Ancyrochitina paranaensis* é facilmente identificada neste intervalo.

As biozonas coincidentes *Salopochitina monterrosae* e *Conochitina proboscifera* englobam a ocorrência das espécies *Salopochitina monterrosae* e *Conochitina proboscifera*. Estas biozonas assinalam o intervalo neotelychiano-eosshinwoodiano, portanto, o limite de transição Llandoveryano-Wenlockiano (Grahn *et al.*, 2000). A espécie *Angochitina* sp.A Grahn & Paris (1992) apresenta distribuição restrita ao intervalo marcado por esta biozona.

DISCUSSÃO

A partir das assembléias de miósporos e quitinozoários identificadas nos testemunhos dos furos de sondagem 269-R1 e 269-R2, foi possível realizar um biozoneamento detalhado, correlacionando as biozonas de miósporos e quitinozoários. Isto permitiu datar e correlacionar os intervalos de estudo com grande precisão (Figura 5).

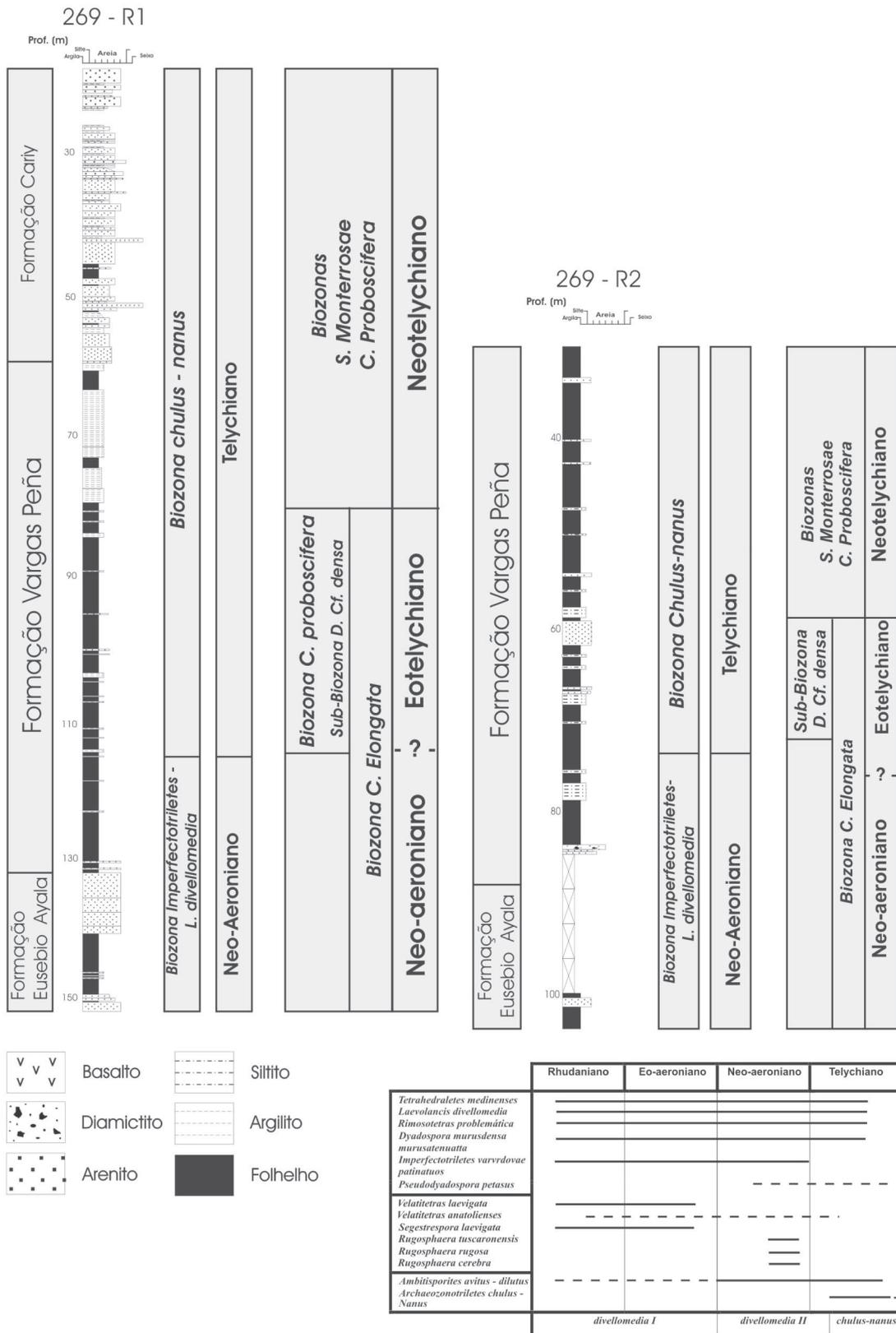


Figura 5. Perfis litoestratigráficos dos furos 269-R1 e 269-R2, apresentando o biozoneamento adotado neste estudo. Quadro de distribuição das espécies de miósporas baseado em Steemans & Pereira (2002). Correlação baseada nas biozonas *chulus-nanus* e sub-biozona *Desmochitina* cf. *D. densa*.

Figure 5. Lithostratigraphic sections of the boreholes 269-R1 and 269-R2, showing the zonation scheme suggested in this study. Range of miospores species based on Steemans & Pereira (2002). Correlation based on *chulus-nanus* biozone and *Desmochitina* cf. *densa* sub-biozone.

A correlação entre os furos foi estabelecida utilizando-se como *datum* a superfície de máxima inundação da seqüência siluriana, que coincide com a base das biozonas *chulus-nanus* e *Desmochitina* cf. *D. densa*, nos furos estudados.

Para o intervalo basal de ambos os furos, foi reconhecida a biozona de miósporos *Imperfectotriletes* de idade neo-aeroniana/eotelychiana. Esta biozona coincide com parte da biozona *Conochitina elongata* (Aeroniano/Eotelychiano), confirmando a idade neo-aeroniana para este intervalo. Para a parte superior dos furos, a ocorrência da espécie *Archaeozonotriletes chulus* em ambos os testemunhos permitiu o reconhecimento da biozona *chulus-nanus*. Esta biozona engloba o intervalo de tempo telychiano/wenlockiano. Correlatas à biozona *chulus-nanus*, são observadas: as sub-biozonas coincidentes *Conochitina proboscifera* e *Desmochitina* cf. *D. densa*, associadas ao intervalo de transição neo-aeroniano-eotelychiano; parte da biozona *Conochitina elongata*, de idade aeroniana-eotelychiana; e as biozonas coincidentes de quitinozoários *Salopochitina monterrosae* e *Conochitina proboscifera*, de idade neotelychiana-eossheinwoodiana. Dessa forma, a assembléia de quitinozoários observada para a parte superior dos furos estudados possibilita uma datação mais precisa, envolvendo a idade neotelychiana.

Com relação à diversidade de espécies e o número de indivíduos descritos nos furos, pôde-se observar uma relação inversamente proporcional entre os esporos triletes e os criptosporos envoltos em membrana. Enquanto que a diversidade e o número de indivíduos de esporos triletes aumenta em direção ao topo do furo, os criptosporos envoltos em membrana apresentam uma relação inversa. Para os mesmos, ocorre uma diminuição na diversidade e no número de indivíduos em direção ao topo do furo. Esta relação está de acordo com a proposta de evolução apresentada por Steemans (2000) para a distribuição dos esporos e criptosporos ao longo do intervalo ordoviciano-siluriano.

As tétrades e díades identificadas no furo 269-R1 possuem uma variação de tamanho aparentemente anômalo quando comparadas àquelas descritas em diferentes trabalhos (Burgess, 1991; Burgess & Richardson, 1991; Gray *et al.*, 1992; Wang *et al.*, 1997; Wellman, 1996 e Steemans *et al.*, 2000).

CONCLUSÕES

Foram reconhecidas as biozonas de miósporos *Imperfectotriletes* (Neo-aeroniana/Eotelychiana) e *chulus-nanus* (Telychiano/Wenlockiano). A partir das espécies de quitinozoários identificadas, foi possível reconhecer, da base para o topo, as biozonas *Conochitina elongata* (Aeroniano-Eotelychiano), as sub-biozonas coincidentes *Conochitina proboscifera* e *Desmochitina* cf. *D. densa* (transição Neo-aeroniano-Eotelychiano) e as biozonas coincidentes *Salopochitina monterrosae* e *Conochitina proboscifera* (transição NeoTelychiano-Eossheinwoodiano). A relação entre os criptosporos envoltos em membrana e os esporos triletes está de acordo com a proposta de evolução, apresentada por Steemans (2000), para a distribuição destes elementos ao longo do intervalo ordoviciano-siluriano. A variação de tama-

nho aparentemente anômalo das tétrades e díades pode estar associada a fatores ecológicos específicos desta parte do Gondwana ocidental, que se encontrava em condições periglaciais, durante o intervalo de tempo analisado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro recebido, que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa (Projeto CNPq 466854/00-5) e a Diretoria de Recursos Minerais do Paraguai, pela autorização para coleta de amostras, nos furos de sondagem de sua propriedade. Gostaríamos também de agradecer aos revisores e a Renata Guimarães Netto pelas críticas e sugestões, que contribuíram para a melhoria do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Achab, A.; Asselin E. & Soufiane, A. 1993. New morphological characters observed in the Order Operculatifera and their implications for the suprageneric Chitinozoan classification. *Palynology*, **17**:1-9.
- Al-Ameri, T.K. 1980. *Palynology, biostratigraphy and palaeology of subsurface Mid-Palaeozoic strata from the Ghadames Basin, Libya*. University of London, King's College, PhD. Dissertation, 125 p.
- Allen, K.C. 1965. Lower and Middle Devonian spores of north and central Vestspitzbergen. *Palaeontology*, **8**:687-748.
- Bharadwaj, D.A. & Venkatachala, B.S. 1961. Spore assemblage out of a Lower carboniferous shale from Spitsbergen. *Palaeobotanist*, **10**:18-47.
- Borghi, L.; Orué, D.; Figueredo, L.B.; Alvarenga, D. & Clérice, A.M.C. 1997. Correlation between the Itacurubí Group (Paraguay) and Vila Maria Formation (Brazil), Silurian of the Paraná Basin. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 3, 1997. *Resumos*, Rio de Janeiro, UERJ, p. 7.
- Burgess, N.D. 1991. Silurian cryptospores and miospores from the type Llandovery area, south-west Wales. *Palaeontology*, **34**(3):575-599.
- Burgess, N.D. & Richardson, J.B. 1991. Silurian cryptospores and miospores from the type Wenlock area, Shropshire, England. *Palaeontology*, **34**(3):601-628.
- Chibrikova, E.V. 1959. *Spores of the Devonian and older rocks of Bashkiria. Data on Palaeontology and stratigraphy of Devonian and older deposits of Bashkiria*. Academy of Sciences of USSR, Bashkirian Branch, p. 1-271.
- Cramer, F.H. 1964. Microplankton from three Paleozoic formations in the Province of Leon (NW Spain). *Leidse Geologische Medelingen*, **30**:255-361.
- Cramer, F.H. 1969. Possible implications for Silurian paleogeography from phytoplankton assemblages of the Rose Hill and Tuscarora Formations of Pennsylvania. *Journal of Paleontology*, **43**:485-491.
- Eckel, E. B. 1959. *Geology and mineral resources of Paraguay*. United States Geological Survey, 110 p. (Professional Paper 327).
- Eisenack, A. 1931. Neue Mikrofossilien des baltischen Silur I. *Palaontologische Zeitschrift*, **13**:74-118.
- Eisenack, A. 1937. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs IV. *Palaontologische Zeitschrift*, **19**:217-243.

- Eisenack, A. 1955. Chitinozoen, Hystrichosphaeren und andere Mikrofossilien aus dem Beyrichia Kalk. *Senckenbergiana Lethaea*, **36**:157-188.
- Eisenack, A. 1972. Beitrage zur chitinozoen forschung. *Palaentographica A*, **140**:117-130.
- Grahn, Y. & Paris, F. 1992. Age and correlation of the Trombetas Group, Amazonas Basin, Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, **35**:197-209.
- Grahn, Y.; Pereira, E. & Bergamaschi, S. 2000. Silurian and Lower Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. *Palynology*, **24**:147-176.
- Gray, J. 1985. The microfossil record of early land plants; advances in understanding of early terrestrialization, 1970-1984. In: W.G. Chaloner & J.D. Lawson (eds.) Evolution and environment in the Late Silurian and Early Devonian. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **B309**:167-195.
- Gray, J. 1988. Land plant spores and the Ordovician-Silurian boundary. In: L.R.M. Cocks & R.B. Rickards (eds.) A global analysis of the Ordovician-Silurian boundary. *Bulletin British Museum (Natural History), Geology*, **43**:351-358.
- Gray, J.; Boucot, A.J.; Grahn, Y. & Himes, G. 1992. A new record of early Silurian land plant spores from the Parana Basin, Paraguay (Malvinokaffric Realm). *Geological Magazine*, **129**(6):741-752.
- Gray, J.; Colbath, G.K.; De Faria, A.; Boucot, A. J. & Rohr, D. M. 1985. Silurian-age fossils from the Paleozoic Paraná Basin, southern Brazil. *Geology*, **13**:521-525.
- Guennel, G.H. 1952. Fossil spores of the Alleghenian coals of Indiana. Indiana Department of Conservation, Geological Survey, *Report of Progress*, **4**:1-40.
- Harrington, H.J. 1950. *Geología del Paraguay Oriental*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Contribución Científica, 88 p. (Serie E, Geología, 1).
- Harrington, H.J. 1972. Silurian of Paraguay. In: W.B.N. Berry & A.J. Boucot (eds.) Correlation of the South American Silurian rocks. *Geological Society of America, Special Paper*, **133**:41-50.
- Hoffmeister, W.S. 1959. Lower Silurian plant spores from the Libya. *Micropaleontology*, **5**:331-334.
- Jackson, D.D. 1928. *A glossary of Botany terms*. 1ª ed. Duckworth, 481 p.
- Jansonius, J. 1964. Morphology and classification of some Chitinozoa. *Bulletin of Canadian Geologists*, **12**:901-918.
- Jonhson, M.E. 1985. Early Silurian palynomorphs from the Tuscarora Formation in central Pennsylvania and their paleobotanical and geological significance. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, (Series B)*, p. 29-56.
- Le Hérisse, A.; Grahn, Y.; Melo, J.H.G.; Quadros, L.P. & Steemans, P. 2002. Palynological characterization and dating of the Tianguá Formation, Serra Grande Group, Northern Brazil. Correlação de Sequências Paleozóicas Sul-Americanas. *Ciência-Técnica-Petróleo*, **20**:25-42.
- Luber, A.A. & Waltz, I.E. 1938. Klassifikatsiya i stratificheskoe zhachenie spor nekotorigich kamennoug'l'nich mestorojdenii SSSR. *Trudy TSNIGRI*, **105**:1-45.
- Melo, J.H.G. 1997. *Nova datação palinológica da Formação Vila Maria (Siluriano, bacia do Paraná) em sua faixa de afloramentos no SW de Goiás*. Comunicação técnica SEBIPE 40/97, CENPES/MCT 650-18341, Rio de Janeiro, 15 p.
- Miller, M.A. & Eames, L.E. 1982. Palynomorphs from the Silurian Meddina Group (lower Llandovery) of the Niagara Gorge, Lewiston. *Palynology*, **6**:221-254.
- Milani, E.J. & Thomaz Filho, A. 2000. Sedimentary basins of South America. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000. *Extended Abstracts*, Rio de Janeiro, SBG, p. 396-398.
- Mizusaki, A.M.; Melo, J.H.G.; Vignol-Lelarge, M.L. & Steemans, P. 2002. Vila Maria Formation (Silurian, Paraná Basin, Brazil): integrated radiometric and palinological age determinations. *Geological Magazine*, **139**(4):453-463.
- Nestor, V. 1980. New chitinozoan species from the Lower Llandoveryan of Estonia. *Eesti NSV teaduste Akadeemia Toimetised*, **29**:98-107.
- Orué, D. 1996. *Síntese da geologia do Paraguai oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado*. Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 163 p.
- Paris, F. 1981. Lês Chitinozoaires dans le Paléozoïque du sud-ouest de l'Europe. *Mémoires de la Société Géologique et Mineralogique de Bretagne*, **26**:1-496.
- Paris, F.; Grahn, Y.; Nestor, V. & Lakova, I. 1999. A revised Chitinozoan classification. *Journal of Paleontology*, **3**:549-570.
- Pereira, E. 1998. Estratigrafia da Formação Vila Maria (Llandoveryano) na sub-bacia de Alto Garças (bacia do Paraná), Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **70**(3):501-525.
- Pereira, E. 2000. *Evolução tectono-sedimentar do intervalo Ordoviciano-Siluriano da bacia do Paraná, com ênfase na sub-bacia de Alto Garças e no Paraguai Oriental*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 277 p.
- Pereira, E.; Bergamaschi, S. & Rodrigues, M.A. 1998. Sedimentary evolution of the Ordovician, Silurian and Devonian sequences of Paraná Basin in Brazil. *Zentralblatt fur Geologie und Palaentologie*, **1**(3/6):779-792.
- Potonié, H. 1893. Die Flora des Rotliegenden von Thuringen. *Abhandlungen der Koniglich Preussischen Geologischen Landesanstalt*, **9**:1-298.
- Ramos, A.N. 1970. Aspectos páleo-estruturais da Bacia do Paraná e sua influência na sedimentação. Rio de Janeiro. *Boletim Técnico da Petrobrás*, **13**:85-93.
- Reinsch, P.E. 1891. *Neue Untersuchungen uber die Mikrostruktur Steinkohle des Carbon, Dyas und Trias*. 1ª ed. Leipzig, T. O. Weigel, 124 p.
- Richardson, J. B. 1988. Late Ordovician and early Silurian cryptospores and miospores from northeast Libya. In: A. El-Arnauti; B. Owens & B. Thusu (eds.) *Subsurface palynostratigraphy of northeast Libya*. Garyounis University Publications, p. 89-109.
- Richardson, J.B. 1996. Lower and Middle Palaeozoic records of terrestrial palynomorphs. In: J. Jansonius & D.C. McGregor (eds.) *Palynology: principles and applications*, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, **1**:555-574.
- Richardson, J.B.; Ford, J.H. & Parker, F. 1984. Miospores, correlation and age of some Scottish Lower Old Red Sandstone sediments from the Strathmore region (Fife and Angus). *Journal of Micropalaentology*, **3**(2):109-124.
- Richardson, J.B. & Wellman, C.H. 1993. Terrestrial plant microfossils from Silurian inliers of the Midland Valley of Scotland. *Palaeontology*, **36**:155-193.
- Richardson, J.B. & Lister, T.R. 1969. Upper Silurian and Lower Devonian spore assemblages from the Welsh Bordeland and South Wales. *Palaentology*, **12**:201-252.

- Smith, A.H.V. & Butterworth, M.A. 1967. *Miospores in coal seams of the carboniferous of Great Britain*. The Palaeontological Association, London, 322 p. (Special Papers in Palaeontology 1).
- Stemans, P. 2000. Miospore evolution from the Ordovician to the Llandovery. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **113**:189-196.
- Stemans, P.; Le Hérisse, A. & Bozdogan, N. 1996. Ordovician and Silurian cryptospores and miospores from southeastern Turkey. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **93**:35-76.
- Stemans, P.; Higgs, K.T. & Wellman, C.H. 2000. Cryptospores and trilete spores from the Llandovery, Nuayyim-2 Borehole. Saudi Arabia. In: S. Al-Hajri & B. Owens (eds.) Stratigraphic palynology of the Palaeozoic of Saudi Arabia. *GeoArabia*, p. 92-115 (Special Volume 1).
- Stemans, P. & Pereira, E. 2002. Llandovery Miospore biostratigraphy and stratigraphic evolution of the Paraná Basin, Paraguay. Palaeogeographic implications. *Bulletin de la Société de Géologie de France*, **173**(5):407-414.
- Strother, P.K. 1991. A classification schema for the Cryptospores. *Palynology*, **15**:219-236.
- Strother, P.K. & Traverse, A. 1979. Plant microfossils from the Llandovery and Wenlockian rocks of Pennsylvania. *Palynology*, **3**:1-21.
- Taugourdeau, P. 1963. Étude de quelques espèces critiques des Chitinozoaires de la région d'Édjelé et compléments à la faune locale. *Revue de Micropaléontologie*, **6**:130-144.
- Traverse, A. 1988. *Paleopalynology*. 1^a ed., Boston, Unwin Hyman, 600 p.
- Wang, Y.; Li, J. & Wang, R. 1997. Latest Ordovician cryptospores from southern Xinjiang, China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**:61-74.
- Wellman, C.H. 1996. Cryptospores from the type area for the Caradoc Series (Ordovician) in southern Britain. *Palaeontological Association Special Paper Palaeontology*, **55**:103-136.
- Wellman, C.H.; Higgs, K.T. & Stemans, P. 2000. Spore assemblages from a Silurian sequence in Borehole Hawiyah-151 from Saudi Arabia. In: S. Al-Hajri & B. Owens (eds.) Stratigraphic palynology of the Palaeozoic of Saudi Arabia. *GeoArabia*, p. 116-133 (Special Volume 1).
- Wolfart, R. 1961. Stratigraphie und Fauna des alteren Paleozoikums (Silur, Devon) in Paraguay. *Geologischen Jahrbuch*, **78**:29-102.
- Wood, G.D. & Miller, M.A. 1991. Distinctive Silurian chitinozoans from the Itacurubí Group (Vargas Peña shale) Chaco basin, Paraguay. *Palynology*, **15**:181-192.
- Wood, G.D. & Miller, R.M.A. 1997. The stratigraphic and paleoecologic importance of Acritarchs, Chitinozoans and spores from the Silurian Vargas Peña Shale. In: EUROPEAN MEETING ON THE PALAEONTOLOGY AND STRATIGRAPHY OF SOUTH AMERICA, 2, 1997. CD-ROM.
- Zalán, P.V.; Wolff, S.; Conceição J.C.J. N.; Vieira I.S.; Astolfi, M.A.M.; Appi, V.T. & Zanotto, O.A. 1987. A divisão tripartite do Siluriano da bacia do Paraná. *Revista Brasileira Geociências*, **17**(3):242-252.

Apêndice. Lista dos táxons.

• Miósporos

Tétrades

Anteturma CRYPTOSPORITES Richardson *et al.*, 1984
Turma Tetrasporites Strother, 1991

Gênero *Nodospora* Strother & Traverse, 1979
Nodospora sp. D cf. Richardson, 1988
Nodospora rugosa Strother & Traverse, 1979

Gênero *Rimosotetras* Burgess, 1991
Rimosotetras problemática Burgess, 1991

Gênero *Tetraedraletes* (Strother & Traverse) emend. Richardson & Wellman, 1993
Tetraedraletes medinenses Strother & Traverse, 1979

Gênero *Velatitetras* Burgess, 1991
Velatitetras anatolienses Stemans *et al.*, 1996
Velatitetras laevigata Burgess, 1991
Velatitetras rugosa (Strother & Traverse) Stemans *et al.*, 1996

Díades

Anteturma CRYPTOSPORITES Richardson *et al.*, 1984

Gênero *Dyadospora* Strother & Traverse, 1979
Dyadospora murusattenuata Strother & Traverse, 1979
Dyadospora murusdensa Strother & Traverse, 1979

Sub-turma Pseudodyadosporites

Gênero *Pseudodyadospora* Johnson, 1985

Pseudodyadospora laevigata Johnson, 1985

Pseudodyadospora petasus Richardson & Wellman, 1993

Gênero *Segestrespora* Burgess, 1991

Segestrespora laevigata Burgess, 1991

Segestrespora rugosa (Johnson) Burgess, 1991

Mónades

Anteturma CRYPTOSPORITES Richardson *et al.*, 1984

Gênero *Laevolancis* Burgess & Richardson, 1991

Laevolancis chibrikovae Steemans *et al.*, 2000

Laevolancis divellomedium (Chibrikova) Burgess & Richardson, 1991

Gênero *Rugosphaera* Strother & Traverse, 1979

Rugosphaera cerebra Miller & Eames, 1982

Gênero *Sphaerasaccus* Steemans *et al.*, 2000

Sphaerasaccus glabellus Steemans *et al.*, 2000

• Esporos Triletes

Anteturma SPORITES Potonié, 1893

Turma TRILETES Reinsch, 1891

Subturma ZONOTRILETES (Waltz, 1935) *In* Luber & Waltz 1938

Infraturma CRASSITI Bharadwaj & Venkatachala, 1961

Gênero *Ambitisporites* Hoffmeister, 1959

Ambitisporites avitus Hoffmeister, 1959

Ambitisporites dilutus (Hoffmeister) Richardson & Lister, 1969

Infraturma PATINATI (Butterworth & Williams) emend. Smith & Butterworth, 1967

Gênero *Archaeozonotriletes* (Naumova) Allen, 1965

Archaeozonotriletes chulus (Cramer) Richardson & Lister, 1969

Gênero *Imperfectortriletes* Steemans *et al.*, 2000

Imperfectortriletes patinatus Steemans *et al.*, 2000

Imperfectortrilete vavrdovae (Richardson) Steemans *et al.*, 2000

• Quitinozoários

Ordem PROSOMATIFERA Eisenack 1972

Família LAGENOCHITINIDAE (Eisenack 1931) emend. Paris 1981

Sub-Família ANCYROCHITININAE Paris 1981

Gênero *Ancyrochitina* Eisenack 1955

Ancyrochitina ancyrea Eisenack 1931

Ancyrochitina paranaensis Grahn *et al.*, 2000

Gênero *Plectochitina* Cramer 1964

Plectochitina sp. B

Sub-Família ANGOCHITININAE Paris, 1981

Gênero *Angochitina* Eisenack, 1931

Angochitina sp. A Grahn & Paris, 1992

Família CONOCHITINIDAE (Eisenack 1931) emend. Paris, 1981

Sub-Família BELONECHITININAE Paris, 1981

Gênero *Belonechitina* Jansonius 1964

Belonechitina postrobusta Nestor, 1980

Sub-Família CONOCHITININAE Paris, 1981

Gênero *Conochitina* (Eisenack, 1931) emend. Paris *et al.*, 1999

Conochitina elongata Taugourdeau, 1963

Conochitina proboscifera Eisenack, 1937

Ordem OPERCULATIFERA Eisenack, 1931
Família DESMOCHITINIDAE (Eisenack, 1931) emend. Paris, 1981
Sub-Família PTEROCHITININAE Paris, 1981

Gênero *Cingulochitina* Paris, 1981
Cingulochitina serrata

Sub-Família EISENACKITININAE Paris, 1981

Gênero *Eisenackitina* (Jansonius 1964) emend. Paris, 1981
Eisenackitina cf. *E. bejui* Wood & Miller, 1991

Sub-Família MARGACHITININAE Paris, 1981

Gênero *Linochitina* (Eisenack, 1968) restrict. Paris, 1981
Linochitina sp. A

Sub-Família DESMOCHITININAE Paris, 1981

Gênero *Desmochitina* Eisenack, 1931
Desmochitina cf. *D. densa*

Sub-Família ORBICHITININAE Achab, Asselin & Soufiane, 1993

Gênero *Salopochitina* (Swire, 1990) emend. Paris *et al.*, 1999
Salopochitina monterrosae Cramer, 1969