

**PATRÍCIA KONIARSKI TAVARES**

**TRILOBITA (ARTHROPODA) REGISTRADO NA FORMAÇÃO  
PONTA GROSSA, DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ:  
PRESERVAÇÃO DE APARELHO DIGESTIVO PIRITIZADO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas. Referente à disciplina de Estágio em Paleontologia, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Cristina Vega Dias

**CURITIBA  
JULHO 2008**

**PATRÍCIA KONIARSKI TAVARES**

**TRILOBITA (ARTHROPODA) REGISTRADO NA FORMAÇÃO  
PONTA GROSSA, DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ:  
PRESERVAÇÃO DE APARELHO DIGESTIVO PIRITIZADO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas. Referente à disciplina de Estágio em Paleontologia, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Cristina Vega Dias

**CURITIBA  
JULHO 2008**

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, por estarem presentes não apenas nos bons momentos, mas também nas horas difíceis da minha existência. Aos meus familiares e amigos que me motivaram para o alcance do êxito em todos os aspectos da minha vida, inclusive o acadêmico. Aos grandes amores da minha vida, meu marido Alexandre Stadler e minha filha Ana Vitória, por estarem sempre ao meu lado, me fazendo acreditar que posso ir sempre adiante, que basta persistir para alcançar meus ideais. Nada disto teria sido possível se não houvesse pessoas importantes como vocês em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela inspiração, força, saúde e principalmente vontade de aprender;

Aos meus pais Celso Mário Tavares e Tereza Alina K. Tavares, por todo amor, companheirismo e dedicação;

À minha filha Ana Vitória K. Tavares por sua doçura de criança, me trazendo alegria quando tudo parecia estar desmoronando ao meu redor;

Ao meu amor Alexandre S. Guimarães Guedes, pelo carinho, compreensão, companheirismo e principalmente incentivo para a realização deste trabalho. Você sempre foi e será meu eixo de sustentação;

Às minhas queridas amigas Jamyle N.S. de Souza e Soraya V. Del Puente pela ajuda e apoio para a concretização deste sonho;

À minha orientadora, Prof<sup>ta</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Vega Dias, por sua incansável dedicação e ajuda para a elaboração deste trabalho; por suas sugestões e correções no decorrer da execução do mesmo;

E a todos os meus familiares e amigos que de maneira direta ou indireta, contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	7
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 A BACIA DO PARANÁ .....	1
1.2 A FORMAÇÃO PONTA GROSSA .....	1
1.2.1 Membro Jaguariaíva .....	2
1.2.2 Membro Tibagi .....	3
1.2.3 Membro São Domingos .....	3
1.3 CONTEÚDO FOSSILÍFERO DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA.....	4
1.4 DEVONIANO: IDADE E CORRELAÇÃO ENTRE AS BACIAS DO BRASIL.....	5
<b>2. TRILOBITA</b> .....	6
2.1 CARACTERÍSTICAS DO FILO ARTHROPODA.....	6
2.2 CARACTERÍSTICAS DA CLASSE TRILOBITA.....	7
2.3 ORIGEM E TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS DOS TRILOBITAS .....	9
2.4 IMPORTÂNCIA PALEOECOLÓGICA E BIOESTRATIGRÁFICA DOS TRILOBITAS .....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
3.1 LOCALIZAÇÃO DO AFLORAMENTO ESTUDADO, DADOS DE COLETA E PREPARAÇÃO .....	15
3.2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA .....	15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	21
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	22
<b>7. ANEXOS</b> .....	25

## RESUMO

Os Trilobita, animais extintos pertencentes ao Filo Arthropoda, são considerados um grupo extremamente importante dentro da Paleontologia, para a realização de estudos bioestratigráficos, paleoecológicos e paleobiogeográficos. A Bacia do Paraná, especialmente a Formação Ponta Grossa, de idade devoniana, apresenta diversas espécies de trilobitas já relatadas na literatura. O presente trabalho relata a ocorrência de um novo exemplar de trilobita para esta formação. O material é procedente de um afloramento situado no município de Jaguariaíva. A amostra é constituída de parte e contraparte, preservada em uma concreção em folhelho, e apresenta uma característica peculiar na região do lobo frontal glabellar, onde se faz presente uma estrutura piritizada (calcopirita) de forma enovelada, que aparentemente corresponderia ao aparelho digestivo do trilobita. Além da porção direita do céfalo, encontram-se preservados parte do lobo axial e parte do lobo pleural direito, ambos na região torácica. Para se corroborar a hipótese da preservação do aparelho digestivo na amostra, estudos com raios-X devem ser executados, no sentido de se ampliar o conhecimento sobre a anatomia interna destes artrópodes. Além disso, uma descrição mais detalhada precisa ser feita, a fim de atribuir a este material uma determinação taxonômica (família, gênero e/ou espécie já descrita na literatura), ou até mesmo permitir a identificação de uma nova forma.

Palavras-chave: Devoniano; Formação Ponta Grossa; Trilobita; Morfologia.

## **ABSTRACT**

The Trilobita, extinct animals belonging to Arthropoda, are considered an extremely important group on Paleontology, specially for biostratigraphic, paleoecologic and paleobiogeographic studies. The Paraná Basin, specially the Ponta Grossa Formation, of Devonian age, has many trilobite species mentioned on literature. This work presents an occurrence of a new exemplar of trilobite on this formation. The material comes from an outcrop on Jaguariaíva city. The fossil are represented by part and counterpart, preserved on a shale concretion, and presents a peculiar characteristic in the region of the frontal glabellar lobe, where it is possible to observe a pyritized structure (calcopyrite), curled shaped, which apparently represents the trilobite digestive system. Beyond the right portion of the cephalum, there are preserved part of the axis of thorax and part of the right pleural axis, both on thoracic region. Studies with X-rays must be done to corroborate the hypothesis of the preservation of digestive system. This study will contribute to a better knowledge of the internal anatomy of these arthropods. Besides, a more detail description of the sample must be done, in order to attribute a taxonomic determination (family, genus and/or species already described on literature), or at least an identification of a new material.

Keywords: Devonian; Ponta Grossa Formation; Trilobita; Morphology.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1. A BACIA DO PARANÁ

A Bacia do Paraná é uma vasta bacia intracratônica, que evoluiu sobre a Plataforma Sul-Americana, registrando depósitos sedimentares desde o Ordoviciano até o Cretáceo. Cobrindo cerca de 1.600.000 km<sup>2</sup> na porção centro-leste do continente sul-americano, estende-se por quatro países: Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, a área da bacia abrange os territórios dos Estados de Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e partes dos territórios de Minas Gerais e Goiás. No Paraná, compreende o Segundo e o Terceiro Planalto, recobrando a maior porção do Estado. De acordo com MILANI *et al.* (1994), o pacote sedimentar-magmático da Bacia do Paraná constitui-se de seis grandes seqüências limitadas por expressivas discordâncias regionais: ordovício-siluriana, devoniana, carbonífera-eotriássica, neotriássica, jurássica-eocretácea e neocretácea. A Bacia do Paraná é constituída por grupos, os quais se encontram subdivididos em formações. Os grupos paleozóicos que caracterizam esta bacia são: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Itararé (Permo-carbonífera), Guatá (Permiano), Passa Dois (Permiano Superior).

Designa-se como Grupo Paraná os sedimentos clásticos que constituem uma seqüência arenosa basal e uma seqüência argilosa superior, compreendendo, respectivamente, as formações Furnas e Ponta Grossa (**figura 1**). Esta unidade foi proposta inicialmente por MORAES REGO (1931 apud POPP, 1985) como Série Paraná e posteriormente por LANGE & PETRI (1967) como Grupo Paraná.

### 1.2. A FORMAÇÃO PONTA GROSSA

A designação “Xistos de Ponta Grossa” foi usada pela primeira vez por OLIVEIRA (1912 apud BOSETTI *et al.*, 2007) para designar as camadas argilosas abundantemente fossilíferas dos terrenos devonianos próximos à cidade de Ponta Grossa, no Estado do Paraná.

A Formação Ponta Grossa compreende uma seqüência sedimentar de idade Emsiano-Frasniano (LANGE, 1967; DAEMON *et al.*, 1967 apud POPP, 1985) que aflora nos Estados do



Paraná, Goiás e Mato Grosso e é constituída por folhelho, folhelho síltico, siltito e arenito, com marcas onduladas e freqüentemente bioturbado, indicando condições marinhas rasas predominantes durante sua deposição (SCHNEIDER *et al.*, 1974). O clima durante a deposição desses sedimentos é considerado frio. As baixas temperaturas destas águas de plataforma são explicadas pela alta paleolatidade da área, que estaria aproximadamente entre 75 e 80°S (GERRIENNE, 1999 apud AZEVEDO *et al.*, 2002).

A Formação Ponta Grossa, conforme estabelecido por LANGE & PETRI (1967), encontra-se dividida em três membros (**figura 2**): Jaguariaíva (base), de idade Praguiano-Emsiano, com constituição síltico-argilosa; Tibagi (idade Emsiano-Eifeliano), com arenito muito fino ou siltito arenoso; e São Domingos (topo), de idade Eifeliano-Neofameniano, com sedimento síltico argiloso e que tendem a cores escuras (DINO, 1999; QUADROS, 1999 apud AZEVEDO *et al.*, 2002). Com o objetivo de estabelecer um zoneamento bioestratigráfico desta unidade, LANGE (1967 apud POPP, 1985) e DAEMON *et al.* (1967 apud POPP, 1985) estudaram a distribuição horizontal e vertical dos microfósseis, principalmente quitinozoários e esporomorfos.

### 1.2.1 Membro Jaguariaíva

Proposto por LANGE & PETRI (1967) para designar a parte basal da Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná, o Membro Jaguariaíva é um pacote homogêneo de folhelhos sílticos de coloração cinza média a escura, com muitos fósseis, e freqüentemente bioturbados. O sítio está localizado no ramal ferroviário Jaguariaíva-Arapoti (antigo ramal Jaguariaíva-Jacarezinho), na zona urbana do Município de Jaguariaíva (BOLZON *et al.*, 2002).

De acordo com LANGE & PETRI (1967), a origem marinha do membro Jaguariaíva é demonstrada pelo seu conteúdo fóssil. Ainda de acordo com esses autores, a unidade foi depositada em zona marinha nerítica de plataforma. Segundo BOLZON *et al.* (2002), o sítio é praticamente todo fossilífero, possuindo importância paleontológica pela ocorrência de grande diversidade de fósseis de invertebrados devonianos característicos da fauna Malvinocáfrica, como Cnidaria (Conulariida), Brachiopoda, Mollusca (Bivalvia, Gastropoda e Tentaculitoidea), Trilobita e Echinodermata (Crinoidea), além de microfósseis, vegetais e abundantes traços fósseis. Em relação a estes grupos de invertebrados, PETRI (1948 apud BOLZON *et al.*, 2002)

evidenciou a predominância dos braquiópodes em relação aos demais e a relativa abundância dos trilobitas e dos moluscos bivalves. O afloramento apresenta característica argilosa que predomina em subsuperfície.

O Membro Jaguariaíva apresenta um contato concordante gradacional sobre a Formação Furnas, sendo recoberto em discordância pelos arenitos do Grupo Itararé (PETRI, 1948; POPP & BARCELLOS-POPP, 1986; CIGUEL, 1989 apud AZEVEDO *et al.*, 2002). A presença de pirita é comum no membro, especialmente em xistos mais escuros. Nódulos calcários escuros com fósseis bem preservados, bem como concreções sideríticas avermelhadas a púrpura ocorrem em toda a seção (LANGE & PETRI, 1967).

### 1.2.2 Membro Tibagi

O Membro Tibagi, proposto por OLIVEIRA (1912 apud POPP, 1985) constitui-se de arenitos sílticos muito finos ou siltitos arenosos, micáceos, laminados e cinza-claros. Quando intemperizados podem apresentar cores que variam de amarelo-ocre a vermelho-amarelado. Seu ambiente de formação é interpretado como marinho devido à presença de fósseis e estratificações cruzadas (PETRI & FÚLFARO, 1983 apud HORNES, 2006). De acordo com LANGE e PETRI (1967), as camadas sílticas e areníticas intercaladas neste membro indicam provavelmente um avanço e retrocesso da linha de costa, provocada por uma oscilação no nível do mar.

### 1.2.3. Membro São Domingos

Foi primeiramente usado por MAACK (1947 apud LANGE & PETRI, 1967) para designar folhelhos com intercalações de camadas betuminosas. São comuns espessas camadas de folhelhos com laminação vermelho e preto. Comparado com o Membro Jaguariaíva, o São Domingos em outros afloramentos apresenta cores escuras, abrangendo do cinza ao cinza escuro ou preto. Em superfície o folhelho altera para verde claro ou cinza avermelhado (POPP, 1985).

Quanto ao conteúdo fossilífero, há presença de micro e macrofósseis, sendo os mais característicos os quitinozoários, acritarcos, esporos, plantas, braquiópodos, moluscos bivalves e

tentaculítídeos, equinodermos, trilobitas, escolecodontes e ostracodes. O conteúdo microfossilífero do membro indica um ambiente marinho de deposição.

### 1.3. CONTEÚDO FOSSILÍFERO DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA

O conteúdo fossilífero da formação indica, de maneira inquestionável, condições marinhas de deposição. A maior parte da unidade depositou-se em ambiente de águas rasas, e parte considerável desta em ambiente sob influência de marés. Uma outra parte da formação, presente em subsuperfície na região de Apucarana (PR), representada por folhelhos pretos laminados, parece ter-se depositado em águas mais calmas (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Na Formação Ponta Grossa, a fauna marinha fóssil comumente encontrada inclui os seguintes organismos: quitinozoários, conularídeos (Scyphozoa), tentaculítóides, bivalves, gastrópodes, cefalópodes, braquiópodes (Linguliformea e Rhynchonelliformea), equinodermas (Asteroidea, Ophiuroidea, Crinoidea, Cistoidea, Carpoidea), escolecodontes, trilobitas e diversos microfósseis. Estes fósseis de invertebrados geralmente ocorrem como moldes ou impressões; em alguns casos, conchas e demais tecidos esqueléticos orgânicos ocorrem carbonificados ou substituídos (AZEVEDO *et al.*, 2002). Na Formação Ponta Grossa, os braquiópodos são mais numerosos na parte inferior (Membro Jaguariaíva- base) e os moluscos bivalves excedem os braquiópodos na parte superior (Membro São Domingos-topo). Em composição, a macrofauna do Membro Jaguariaíva é mais numerosa e variada que aquela do São Domingos (LANGE & PETRI, 1967).

Em relação aos trilobitas registrados na Formação Ponta Grossa, POPP (1985) revisou os trabalhos de CLARKE (1913) e DELO (1935 apud POPP, 1985), e assumiu a classificação utilizada por este último. Desta forma, os trilobitas registrados na formação pertenceriam a duas famílias, Phacopidae e Dalmanitidae. De acordo com POPP (1985), os trilobitas *Calmonia*, *Pennaia* e *Paracalmonia* são gêneros que estão mais restritos ao Membro Jaguariaíva da Formação Ponta Grossa.

#### 1.4. DEVONIANO: IDADE E CORRELAÇÃO ENTRE AS BACIAS DO BRASIL

Além do registro na Bacia do Paraná, sedimentos devonianos também são encontrados em outras bacias brasileiras, como as bacias do Amazonas e do Parnaíba. A macrofauna destas bacias teve um aspecto um tanto “boreal” e não é considerada como pertencendo à Província Malvinocáfrica (LANGE & PETRI, 1967), como ocorre com a fauna da Bacia do Paraná.

As formações geológicas correspondentes ao Devoniano, na Bacia do Amazonas, são: parte da Formação Maecuru, além das formações Ererê, Barreirinha e Curiri (CUNHA *et al.*, 1994). De acordo com LANGE & PETRI (*op.cit.*), esporos fornecem uma correlação da Formação Maecuru com o Membro Jaguariaíva da Formação Ponta Grossa; a Formação Ererê apresenta esporos e microfósseis correlacionáveis a formas do Membro Tibagi e para a parte inferior do Membro São Domingos; enquanto a Formação Curuá apresenta formas correlacionáveis para aquelas da parte superior do Membro São Domingos. Conforme CUNHA *et al.* (1994), Curuá foi elevada à categoria de Grupo, englobando as formações Barreirinha e Curiri (Devoniano), além das formações Oriximiná e Faro (Carbonífero).

Na Bacia do Parnaíba, o Devoniano é representado por três formações: Picos, Cabeças e Longá. Existem algumas divergências com respeito à idade destas formações, mas eventualmente a Formação Picos pode ser correlacionada com o Membro Jaguariaíva, a Formação Cabeças com o Membro Tibagi e parte inferior do São Domingos, e a Formação Longá com a parte superior do Membro São Domingos (LANGE & PETRI, 1967).

Entretanto, ainda de acordo com LANGE & PETRI (*op. cit.*), precisa-se salientar que essas correlações têm sido tomadas como provisórias já que o nosso conhecimento sobre a maioria das outras áreas devonianas da Província Malvinocáfrica precisa ser melhor estruturado.

## 2. TRILOBITA

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DO FILO ARTHROPODA

Os fósseis de trilobitas ocorrentes na Formação Ponta Grossa constituem representantes do Filo Arthropoda (com mais de um milhão de espécies viventes já descritas). Os artrópodes tiveram seu primeiro aparecimento no registro fóssil durante o período Cambriano (Fauna do Folhelho de Burgess - Canadá), juntamente com outros filós modernos de invertebrados (RUPPERT *et al.*, 2005). A rápida evolução adaptativa do filo permitiu a ocupação de praticamente todos os nichos ecológicos (STORER *et al.*, 1986 apud CARVALHO *et al.*, 2004).

O corpo dos artrópodes é revestido por um exoesqueleto de quitina, flexível e elástico, mas muitas vezes impregnado de carbonato de cálcio. A evolução de um exoesqueleto compatível com a mobilidade e crescimento é uma das razões para o sucesso destes invertebrados. O exoesqueleto ou cutícula protege a superfície contra abrasão e contra o ataque de patógenos e é responsável pelo suporte estrutural e pela manutenção da forma do corpo, sendo substituído pelo processo de muda ou ecdise, o qual permite o crescimento do animal em tamanho ou aumento no número de segmentos e apêndices (RUPPERT *et al.*, 2005).

A característica diagnóstica do grupo é a presença de apêndices articulados, os quais podem ser de dois tipos básicos: unirramosos (apenas um ramo) ou birramosos (dois ramos). No caso de apêndices birramosos, um dos ramos (endopodito) é utilizado para a locomoção, enquanto o outro (exopodito) serve para respiração e/ou natação (CARVALHO *et al.*, 2004). O corpo dos representantes deste filo apresenta-se dividido em cabeça, tórax e abdômen, ou então cefalotórax (prossoma) e abdômen (opistossoma). Nos trilobitomorfos, utiliza-se a divisão em céfalo, tórax e pigídio (**figura 3**) (CARVALHO *et al.*, 2004).

O registro fóssil dos artrópodes resulta principalmente da preservação dos espécimes que possuem um exoesqueleto mineralizado e reforçado com carbonato de cálcio ou fosfato de cálcio, tais como os trilobitas, objeto de interesse deste trabalho.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DA CLASSE TRILOBITA

Os trilobitas são artrópodes marinhos que foram abundantes e largamente distribuídos nos mares do Paleozóico do Cambriano Inferior até o Permiano, mas atualmente estão extintos (RUPPERT *et al.*, 2005). São, sem dúvida alguma, os mais importantes fósseis de artrópodes, principalmente da Era Paleozóica. Em rochas marinhas cambrianas eles são tão abundantes que algumas vezes os autores referem-se ao Cambriano como a “idade dos trilobitas”. São encontrados fósseis de trilobitomorfos nas bacias do Paraná, Parnaíba, Amazonas, Parecis e Jatobá principalmente em rochas do Devoniano e Carbonífero (CARVALHO *et al.*, 2004).

A maioria dos trilobitas mede entre 3 e 10 cm de comprimento, muito embora algumas espécies planctônicas tivessem apenas 0,5 mm. O exoesqueleto difere da maioria dos outros artrópodes por ser principalmente mineral – uma forma de carbonato de cálcio conhecida como calcita – em vez de orgânico e isso, provavelmente, contribuiu para o seu grande sucesso (RUPPERT *et al.*, 2005). O corpo de um trilobita típico é achatado dorsoventralmente e dividido transversalmente em três tagmas consistindo em céfalo anterior (cabeça), tórax mediano e pigídio posterior (**figura 4**). O nome trilobita (latim *tri* = três + *lobus* = lobo) advém da presença de dois sulcos longitudinais na superfície dorsal, provocando uma distinta trilobação, o que resulta em uma região axial (lobo axial) e duas laterais (lobos pleurais) (CARVALHO *et al.*, 2004). O exoesqueleto consiste em uma carapaça dorsal grossa e altamente calcificada e uma fina membrana ventral (dobra) não calcificada cobrindo as superfícies dorsal e ventral, respectivamente (RUPPERT *et al.*, 2005). A dobra, por não ser mineralizada, era mais vulnerável. Desta forma, muitos trilobitas utilizaram-se de um processo de enrolamento, como um recurso de defesa, não só com relação aos predadores como também a qualquer adversidade do ambiente (CARVALHO *et al.*, 2004).

O céfalo dos trilobitas é composto de quatro segmentos fusionados, sendo dorsalmente dividido em quatro regiões: uma proeminente glabela central e duas genas laterais achatadas, uma de cada lado da glabela, separadas da mesma por uma sutura facial, estrutura esta que provavelmente desempenhou um importante papel na vida dos trilobitas, uma vez que, durante as ecdises era por meio dela que o exoesqueleto se rompia. A grande maioria das espécies portava olhos compostos (bem desenvolvidos) localizados dorsalmente nos lobos laterais, embora alguns

fossem destituídos de olhos (CARVALHO *et al.*, 2004). Os olhos compostos dos trilobitas são únicos, possuindo uma lente mineral de carbonato de cálcio ao invés de cutícula orgânica (característica dos olhos de outros artrópodes). Os olhos dos trilobitas podem se apresentar de três maneiras: holocroais (com numerosas lentes pequenas e hexagonais agrupadas); esquizocroais (com algumas lentes grandes, esféricas e bastante espaçadas) ou abatocroais (olhos planos com córneas separadas) (**figura 5**). O olho holocroal é típico da maioria dos trilobitas, enquanto que o esquizocroal era típico nos facopídeos e outros poucos gêneros (CARVALHO *et al.*, 2004; RUPPERT *et al.*, 2005). O tórax é a única parte flexível do corpo; céfalo e pigídio são rígidos.

Os apêndices dos trilobitas estão presos à membrana ventral e consistem em um par de antenas anteriores seguido por uma série de apêndices segmentares pares se estendendo por todo o comprimento do corpo, do céfalo até o final do pigídio (CARVALHO *et al.*, 2004).

O desenvolvimento dos trilobitas inclui três estágios larvais (RUPPERT *et al.*, 2005) (**figura 6**). O primeiro estágio larval conhecido como protaspis, caracteriza-se por um exoesqueleto subcircular, sem articulação, com menos de 1 mm de comprimento. Um período intermediário conhecido como meraspis inicia-se com a separação do exoesqueleto dorsal em um céfalo, tórax e pigídio. Por meio de mudas subseqüentes, o animal atingia a forma de um trilobita em miniatura, com o número de segmentos torácicos próprio de cada espécie. Esta fase é denominada de holaspis (CARVALHO *et al.*, 2004).

A classificação mais atual, com base em dados morfológicos, subdivide a Classe Trilobita em oito Ordens: Agnostida, Redlichiida, Corynexochida, Lichida, Phacopida, Proetida, Asaphida e Ptychopariida (FORTEY, 1997 apud CARVALHO *et al.*, 2004) (**figura 7**).

As diferenças dos trilobitas quanto à forma, tamanho, ornamentação, morfologia dos apêndices, morfologia do céfalo e do pigídio, bem como tamanho e posição dos olhos, indicam que estes organismos exploraram uma diversidade de ambientes (**figura 8**). Presume-se que a maioria fosse epibentônica, arrastando-se no sedimento. Alguns, entretanto, parecem ter sido adaptados para a vida planctônica, infaunais e pelágicos, e outros viveram em águas profundas (RUPPERT *et al.*, 2005).

### 2.3 ORIGEM E TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS DOS TRILOBITAS

Para realizar um estudo a respeito da evolução dos trilobitas, é necessário o reconhecimento de caracteres diagnósticos importantes, a fim de estipular diversos tipos de especialização. Um trilobita tem numerosos elementos estruturais que fazem parte de seu exoesqueleto, e cada um desses exibe vários tipos de tendências evolutivas.

Os trilobitas apresentam algumas características que também são encontradas nos crustáceos e quelicerados, tanto que são relacionados com estes grupos dentro de Arthropoda. Caracteres de crustáceos seriam a presença de antenas unirramosas e multissegmentadas, seguidas por apêndices birramosos, dos quais quatro se encontram na cabeça; além disso, a presença de um par de espinhos caudais. Em contrapartida, a presença de um só par de apêndices pré-orais os aproxima de quelicerados e os afasta dos crustáceos (CAMACHO, 1966). Entretanto, as relações dos trilobitas com os outros grupos de artrópodes não são até o momento satisfatoriamente conhecidas. A hipótese mais aceita é que os Chelicerata e Trilobita são *taxa*-irmãos e estes são, por sua vez, grupos-irmãos dos Crustacea (ELDREDGE, 1977 apud CARVALHO *et al.*, 2004) **(figura 9)**.

Durante seu tempo de ocorrência, os trilobitas experimentaram diversas tendências evolutivas. Desde o Ordoviciano aumentou-se a importância dos tubérculos e dos espinhos e, durante o Devoniano, o tamanho destes organismos alcançou as maiores dimensões. A estatística mostra que, durante o Paleozóico, houve um aumento gradual no número de segmentos fusionados no pigídio, em detrimento ao número de segmentos torácicos. A diminuição destes últimos é mais acentuada nas formas com glabella cilíndrica ou dilatada, que nos de glabella cônica. No pigídio foi notável a fusão dos segmentos durante a evolução. As formas micropígias (pigídio pequeno em relação ao céfalo) são estatisticamente, as menos derivadas, mas há exceções. Em geral, o número de segmentos soldados no pigídio tende a aumentar mais rapidamente nos trilobitas com glabella cônica que nos de glabella subcilíndrica ou dilatada (CAMACHO, 1966).

A redução no tamanho dos olhos, acompanhada pelo desaparecimento do globo ocular (se presente) conduz, pela evolução contínua, à ausência de olhos. Esta tendência é demonstrada em muitos grupos de espécies ou gêneros relatados e é inferida em outros. A redução dos olhos está



associada a espécies que vivem em águas profundas, sem presença da luz. Entretanto, o aumento no tamanho real e relativo dos olhos compostos também é mostrado por vários gêneros. A área visual do olho é aumentada em altura e em curvatura lateral, assim como para tornar-se mais eficiente como um órgão visual. Pode-se então concluir que nos trilobitas existem direções opostas de evolução dos olhos: (1) redução de tamanho ou desaparecimento do órgão e (2) aumento de tamanho. Há ainda uma modificação especial observada em muitos gêneros, que é a elevação dos olhos em hastes (MOORE *et al.*, 1952).

Um número incomum ou proeminente de espinhos nos trilobitas pode ter sido interpretado como adaptações evolutivas para um modo de vida natatório ou flutuante (MOORE *et al.*, 1952). Acredita-se que a espinhosidade estivesse relacionada com a defesa, a estabilidade e a flutuação dos trilobitas.

De acordo com trabalhos de HUPÉ citados em CAMACHO (1966), na evolução dos trilobitas como em outros organismos, nota-se uma tendência pedomórfica que originou mudanças filogenéticas pela aparição nos descendentes adultos de caracteres presentes apenas nos estágios larvais de seus antecessores; e, além disso, uma tendência gerontomórfica, inversa à anterior, onde os caracteres adultos são consequência da soma de novos caracteres e de outros existentes nos adultos das formas ancestrais.

A pesquisa sobre a natureza das tendências evolutivas que tem sido efetuada é suficiente para esclarecer: (1) a diversidade de elementos esqueléticos que são afetados pelo ambiente, modo de vida, isolamento geográfico, competição pela sobrevivência, e outros fatores, causando mudança morfológica com intervalo de tempo; e (2) as principais direções de modificação desses elementos esqueléticos. Além disso, a evolução de diferentes partes do exoesqueleto de trilobita pode não ter sido a mesma em espécie, proporção, ou em data geológica (MOORE *et al.*, 1952). Isto é claramente evidenciado pelos fósseis pertencentes a muitas famílias reconhecidas, distribuídas atualmente em oito ordens, como citado anteriormente.

Muito da variedade do desenvolvimento do exoesqueleto de trilobita, particularmente no céfalo, pode ser explicado como uma resposta para a adoção de modos específicos de alimentação. De acordo com FORTEY & OWENS (1999), o modo menos derivado é tido como predatório/escavador, mas este hábito teve uma longa história subsequente no grupo. Predadores avançados freqüentemente adquirem lobos glabulares anteriores expandidos, os quais são

associados com a ingestão de alimento volumoso. Detritívoros foram derivados dos predadores pela separação (destacamento) do hipóstoma da dobra no modo natante. A típica morfologia detritívora apresenta glabelas retangulares ou afiladas, e tamanho pequeno a moderado. É sugerido que em algumas espécies o hipóstoma pode ter funcionado como uma “pá” diretamente para auxiliar a ingestão de sedimento. Trilobitas filtradores desenvolvem uma câmara cefálica expandida, e tórax elevado, freqüentemente ladeado por espinhos genais. Trilobitas com hábito filtrador são tipicamente pequenos, e são incomuns fora de habitats lamacentos.

#### 2.4. IMPORTÂNCIA PALEOECOLÓGICA E BIOESTRATIGRÁFICA DOS TRILOBITAS

Os trilobitas foram os elementos dominantes nas faunas marinhas durante o início do Paleozóico. São estritamente fósseis, sendo registrados desde o Cambriano Inferior até o Permiano. Sua ampla distribuição geográfica permitiu já no Cambriano Inferior e Médio, o estabelecimento das províncias Pacífica, Asiática e Acado-Báltica (LEHMANN & HILLMER, 1983 apud CARVALHO *et al.*, 2004). O endemismo persistiu nas faunas ordovicianas e novas províncias paleobiogeográficas foram estabelecidas. Os trilobitas siluro-devonianos mostram poucas mudanças em sua morfologia básica, provavelmente como resultado da eliminação contínua das famílias.

Os trilobitas da Formação Ponta Grossa foram primeiramente estudados por CLARKE (1913), que destacou as características das faunas de trilobitas do Devoniano da Bacia do Paraná, vinculando-as, pelas suas características, com as faunas das Ilhas Malvinas e África do Sul, denominando-as de Fauna Austral (POPP, 1985). Em 1942, Richter & Richter (apud POPP & BALDIS, 1989) realizaram uma análise crítica do estado de conhecimento dos chamados trilobitas “austrais” e criaram o termo Província Malvinocáfrica para reunir os gêneros de trilobitas presentes nas Ilhas Malvinas e África do Sul e, por extensão, devido à grande co-participação de formas, os trilobitas presentes na Formação Ponta Grossa, no Brasil.

WOLFART (1968 apud POPP, 1985) fez a subdivisão da Província Malvinocáfrica em Província África do Sul-Malvinas-Antártica e Província Sul-americana (Andina), tomando como Malvinocáfricas as associações faunísticas bolivianas. Anos mais tarde, BALDIS (1979, apud

POPP 1985) propôs a criação de uma nova província de trilobitas devonianos, a qual foi denominada de Província Andina Central que ocupa os Andes Bolivianos, o noroeste argentino e parte da Bacia do Amazonas (Brasil). Após as revisões dos trilobitas da Bolívia, ELDREDGE & ORMISTON (1979, apud POPP 1985) subdividiram a Província Malvinocáfrica a qual denominaram de “Realm” em três províncias: Província Andina (Peru, Bolívia, Paraguai e Argentina); Província Brasileira (Brasil e possivelmente Uruguai) e Província África do Sul-Malvinas (incluindo possivelmente a Antártida). A subdivisão do “Realm” Malvinocáfrica em Província Brasileira, proposta por ELDREDGE & ORMISTON (*op. cit*), inclui gêneros da Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná) e gêneros do Devoniano da Bacia do Amazonas, estes últimos sem nenhuma afinidade genérica ou específica com as formas do Sul do Brasil (POPP & BALDIS, 1989).

Outra classificação acerca do provincialismo foi proposta por BOUCOT (1974 apud SANTOS & CARVALHO, 2004), o qual reconheceu três províncias biogeográficas no Devoniano:

- Província Faunística do Velho Mundo, de águas quentes, ocupando as regiões de latitudes baixas, correspondentes à Europa, África do Norte, Ásia, Austrália, Nova Zelândia e ao oeste da América do Norte;
- Província Faunística Americana Oriental, situada entre latitudes baixas a médias, com águas tépidas a temperadas no leste da América do Norte, Colômbia, Venezuela;
- Província Faunística Malvinocáfrica, caracterizada pela baixa diversidade taxonômica e endemismo acentuado, situada em regiões de altas latitudes, abrangendo os mares rasos e frios, na América do Sul, Ilhas Malvinas e a África do Sul.

Após uma revisão dos trabalhos anteriores, POPP (1985) fez uma reconstrução paleogeográfica (**figura 10**) onde se representou a distribuição dos trilobitas da fauna Malvinocáfrica clássica (Ilhas Malvinas e África do Sul), a fauna da Província Andina Central (Bolívia e Argentina) e os locais de ocorrência dos demais fósseis devonianos do Brasil. Notou-se que a alta diversidade da fauna do Paraná e Uruguai motiva a representação de uma Província Brasileira tipicamente desenvolvida na Bacia do Paraná, diferenciável de uma Sub-província Amazônica caracterizada pelas faunas das formações Maecuru e Ererê, as quais não guardam maior relação genérica e específica com os trilobitas do sul do Brasil.

A paleobiogeografia do Devoniano nas bacias brasileiras e da América do Sul foi discutida por MELO (1988). Na Bacia do Paraná, a fauna representada apresenta afinidades com a Província Malvinocáfrica, como foi dito acima. Entretanto, nas bacias do Amazonas e Parnaíba, a fauna registrada está mais relacionada às províncias Malvinocáfrica e Americana Oriental. Precisa-se salientar, entretanto, que a principal diferença das interpretações anteriores é a separação dos trilobitas do Paraná daqueles da África do Sul e Ilhas Malvinas, fato que não foi determinado por CLARKE (1913) e outros autores, quando agruparam as faunas das duas regiões sem notar que esta união é produto exclusivo de estudos simultâneos de duas coleções paleontológicas. Na monografia de CLARKE (1913) pode-se comprovar que as formas das Ilhas Malvinas não aparecem na Bacia do Paraná e vice-versa.

Após inúmeros estudos acerca do provincialismo devoniano de trilobitas, a comparação das faunas desses organismos na África do Sul com as do Paraná (CLARKE, 1913 e SHAND, 1917 apud POPP, 1985) sugerem pelo menos uma barreira ecológica, fato que explicaria a diferença de faunas de trilobitas entre os dois continentes. Constatou-se ainda que a afinidade de conexão entre as faunas de trilobitas de plataforma e oceânica entre a África do Sul e Ilhas Malvinas é maior do que entre a África do Sul e o Brasil (POPP, 1985; POPP & BALDIS, 1989).

As faunas de trilobitas apresentam grande valor estratigráfico, sendo utilizadas em correlações paleontológicas, datações e estabelecimentos de paleoprovíncias (como mencionado acima), sendo grande o número de fósseis-guia. Um dos exemplos clássicos da aplicação destes organismos com fins bioestratigráficos é a análise da evolução do Oceano Iapetus, no Paleozóico inferior (**figura 11**). Nesta época, o atual oceano Atlântico ainda não existia, estando a América do Norte e Groenlândia unidas à Escócia e Irlanda do Norte. Estas regiões eram separadas da Inglaterra, País de Gales, Massachusetts e New Brunswick por um amplo oceano, chamado Iapetus. De ambos os lados desenvolveram-se faunas diferentes de trilobitas. Com o fechamento do oceano, as faunas de lados opostos foram se misturando, graças à migração das larvas, perdendo gradualmente sua identidade, até o total desaparecimento do oceano Iapetus (CARVALHO *et al.*, 2004).

As rochas do Devoniano Médio da Bacia do Paraná contêm baixa diversidade de fauna marinha, a qual a maior parte é de trilobitas e braquiópodos articulados que tem afinidades

malvinocáfricas (COOPER, 1977 apud MELO, 1988). Os calmonídeos superam em diversidade outras famílias de trilobitas também presentes na Bacia do Paraná (MELO, 1988).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZAÇÃO DO AFLORAMENTO ESTUDADO, DADOS DE COLETA E PREPARAÇÃO

O material foi coletado num trabalho de campo realizado por uma turma de alunos do Curso de Ciências Biológicas da UFPR, no dia 21 de outubro de 2006, tendo sido encontrado pela aluna Mariana Vieira Porsani. O material procede de um afloramento, em corte ferroviário, localizado dentro do município de Jaguariaíva (**figuras 12 e 13**). O afloramento, de idade Praguiano-Emsiano, está situado na estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti (acesso ao município de Jaguariaíva realizado por meio da Rodovia PR 151) e está exposto entre os quilômetros 0,5 e 6,2 da linha férrea entre as altitudes de 844 e 961 metros acima do nível do mar (CIGUEL 1989 apud AZEVEDO *et al.*, 2002). As coordenadas do afloramento no quilômetro 4,3 são: 24°14'50''S e 49°43'18''W (AZEVEDO *et al.*, 2002).

O fóssil está preservado numa concreção em folhelho, e não foi necessária a utilização de ferramentas para preparação em laboratório, visto que grande parte da mesma havia sido exposta no próprio afloramento, quando da sua coleta.

O material encontra-se depositado na Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra, na Universidade Federal do Paraná, com os seguintes números de registro: NR 5987-A (parte) e NR 5987-B (contraparte).

#### 3.2. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

O espécime está representado pela porção direita do céfalo, sendo que a porção mais anterior da parte (NR5987-A) está destacada até a parte anterior da glabela. Também está preservada parte do lobo axial do tórax e parte do lobo pleural direito. A delimitação entre céfalo e tórax é observada pela presença do bordo posterior do céfalo, que também está incompleto. Ornamentações, tais como espinhos, não foram encontradas na amostra. O pigídio não está presente na amostra (**figura 14**).

O fóssil encontrado apresenta as seguintes dimensões: 7,1 cm de comprimento; 2,6 cm de largura (na região posterior do céfalo); 2,5 cm de largura (na região média do tronco, incluindo a maior parte preservada do lobo axial e o lobo pleural direito).

O material foi observado macroscopicamente, mas também em lupa, para a observação de alguns detalhes, principalmente da região cefálica. A amostra foi então fotografada com câmera digital para auxiliar na identificação da morfologia. A descrição morfológica baseia-se no trabalho de CARVALHO *et al.* (2004).

Na porção anterior do céfalo, faz-se presente o processo frontal e a margem lateral (**figura 15**).

A região do lobo frontal glabelar (na amostra NR 5987-A/parte), próxima ao processo frontal, não está preservada, expondo a porção interna dessa região. Nela, encontra-se uma estrutura piritizada (calcopirita), de forma enovelada, representada por pelo menos três porções, medindo cerca de 0,5 cm cada, sendo que cada uma sofre uma pequena bifurcação na porção mais distal (**figura 16**).

Ainda na amostra NR 5987-A (parte), percebe-se que as porções média e posterior do céfalo encontram-se mais elevadas que a porção anterior, mas isto pode ser um artefato tafonômico, visto que a região do lobo frontal glabelar não está preservada.

Já na porção média do céfalo, próxima à margem lateral direita, observa-se a presença do que poderia caracterizar o olho do animal. Na contraparte (amostra NR 5987-B) detectou-se a impressão do olho direito do trilobita, mas não foi possível determinar o tipo de olho (**figura 17**). Também na contraparte fez-se presente a impressão da margem lateral direita e do processo frontal do céfalo, bem evidentes, em forma de seta.

A região torácica não está completamente preservada. O tórax apresenta lobo axial mais elevado e mais largo (1,36 cm) do que o lobo pleural (1,26 cm).

Tanto no lobo axial quanto no pleural direito (o único preservado) pode-se observar a presença de cerca de treze tergitos (**figura 18**).

Na amostra NR 5987-A (parte), o tórax apresenta lobo axial com tergitos axiais marcados pela presença de sulcos na porção distal. O lobo pleural direito possui tergitos bem marcados, principalmente os três primeiros. Esta característica é bem evidente na contraparte (NR 5987-B),

que evidencia a impressão desses três primeiros anéis. Tanto o lobo axial quanto o pleural não apresentam ornamentações.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior parte do conhecimento sobre trilobitas baseia-se nas carapaças dorsais, uma vez que a fina e não calcificada porção ventral, assim como os apêndices delicados, raramente são preservados. Entretanto, alguns estudos recentes aumentaram o conhecimento sobre a porção ventral, apêndices, e até mesmo órgãos internos.

Além disso, existem depósitos fósseis que apresentam corpos completamente preservados, sendo que por meio de técnicas apropriadas, mesmo as partes moles e às vezes detalhes da estrutura interna podem ser reconhecidas. Famosas formações deste tipo são as faunas encontradas em Burgess Shale (Cambriano Médio do Canadá), onde apêndices ventrais aparecem aplainados, como impressões extremamente detalhadas. Nos fósseis de Utica Shale (Ordoviciano Médio de Nova Iorque) e Hunsrück Shale (Alemanha), as partes moles de trilobita são substituídas por finos cristais de pirita de ferro, e esta característica felizmente se presta à detecção por meio de observação visual e, mais efetivamente, por radiografia (SETTI, 1993).

Trilobitas com apêndices preservados também têm sido ocasionalmente encontrados em muitos calcários. Conforme RUPPERT *et al.* (2005), existem pelo menos vinte sítios, distribuídos pelo mundo, em que trilobitas com apêndices podem ser encontrados. Os apêndices de vários gêneros desses sítios, incluindo *Agnostus*, *Olenoides*, *Phacops* e *Triarthrus*, são bem conhecidos por meio de raios-X, técnicas de corrosão ácida e a descoberta de fósseis silicificados e piritizados. Ocasionalmente, bactérias do enxofre em ambientes anóxicos depositavam pirita de ferro em trilobitas mortos, resultando na preservação de detalhes tanto das partes moles quanto dos apêndices. Fósseis piritizados são especialmente receptivos aos estudos com raios-X. Fósseis silicificados pela substituição do exoesqueleto original de calcita por sílica podem ser estudados pela remoção da matriz calcária com ácido acético fraco (RUPPERT *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, técnicas mais aperfeiçoadas de raio-X têm rendido muitas informações novas da anatomia de partes moles de trilobitas, em particular os estudos de CISNE (1973 apud SETTI, 1993) em trilobitas de Utica Shale, e STÜRMER & BERGSTRÖM (1973 apud SETTI, 1993) em trilobitas de Hunsrück Shale. STÜRMER é considerado o “pai” das técnicas modernas para o estudo dos fósseis de Hunsrück Shale. Ele foi o primeiro a obter sucesso para a captura de imagens de partes moles destes organismos e de órgãos internos de vários fósseis. Estes fósseis

geralmente têm sido convertidos em pirita, ou mineralizados, ou ainda silicificados e cobertos com uma camada de pirita (HOHENSTEIN, 2004).

Exames com raios-X fracos (25 a 40 Kv) mostram que o material piritizado apresenta bom contraste devido à absorção do coeficiente de pirita (STUERMER, 1970). Pirita é um composto químico estável constituído de ferro e enxofre ( $\text{FeS}_2$ ) (HOHENSTEIN, 2004). Por meio de uma alteração intempérica, a pirita (coloração cinza-claro) se transforma em calcopirita (coloração vermelha). A calcopirita (responsável pela preservação da estrutura estudada neste trabalho) se forma em ambiente redutor, e em contato com o ar oxida. O ferro (elemento constituinte da pirita) é impermeável ao raio-X, o que torna eficiente a análise de partes moles ou apêndices do material fóssil (**figura 19**).

Os estudos do Dr. Cisne (1973) revelaram a presença de detalhes importantes da anatomia interna de trilobitas. Entretanto, o aparelho digestivo de *Triarthrus eatoni* (espécie estudada por Cisne e uma das mais abundantes em Utica Shale) frequentemente tem sido preservado, bem como as fibras musculares e outras surpreendentes características do corpo dos trilobitas. Foi feita uma reconstrução dos lados ventral e dorsal de *Triarthrus eatoni* baseada nas observações de Cisne. Ela difere das reconstruções anteriormente realizadas em diversos detalhes, sendo o mais proeminente, o número de apêndices cefálicos (três ao invés de quatro pares) e a presença de uma extensão abdominal transportando-se à região anal. Este último projeta-se além da borda do pigídio. No total, aproximadamente trinta e um pares de membros podem ser reconhecidos (SETTI, 1993).

Trilobitas como *Triarthrus* parecem ter se alimentado de detritos ou microrganismos. Seus alimentos em placas de raios-X podem ocasionalmente ser observados como nuvens de partículas materiais finamente comprimidas pelo canal alimentar. A boca tem uma pequena abertura, posteriormente orientada, exatamente na ponta do hipóstoma, desprovida de maxilares ou mandíbulas. Uma vez ingeridas, as partículas alimentares diminutas podem passar do esôfago para o estômago, localizado embaixo do lobo frontal glabellar, e então as partículas seguem para o intestino, um longo tubo percorrendo a região axial e terminando no ducto anal. Ainda considerado como parte do sistema digestivo nos agnostídeos, o chamado ceco genal é uma rede de ramificações estendendo-se para fora da região axial dentro da área genal do céfalo. (SETTI, 1993).

Como citado anteriormente, o pouco que se conhece sobre a anatomia interna baseia-se em estudos com raios-X de espécies piritizadas. O trato digestivo deve ter sido relativamente simples. No lado ventral do céfalo localizava-se a boca; desta, seguia-se o esôfago em direção anterior, encontrando o estômago de posição dorsal. O intestino possuía a forma de J, um estômago ou papo no céfalo entre o hipóstoma e a glabela. O trato digestivo estende-se posteriormente em um lobo axial até o ânus, na linha média ventral do pigídio. O céfalo também apresenta estruturas ramificadas na gena, os prováveis cecos digestivos (**figura 20**). Bordas medianas das coxas possuem dentes ou espinhos e formam uma gnatobase. As gnatobases das duas fileiras opostas das coxas estão voltadas uma para a outra ao longo da linha média, formando o chamado canal alimentar. Durante a alimentação, os movimentos dos ramos moviam as partículas de comida no canal alimentar (CARVALHO *et al.*, 2004; RUPPERT *et al.*, 2005). Estudos mais recentes (GON III, 2007) mostram que o sistema digestivo inicia-se na boca (junto ao hipóstoma), avançando para o estômago, o qual ocupa uma grande porção do espaço glabellar. Do estômago, um longo canal alimentar envia alimento para a região posterior, desembocando no ânus (localizado na base do pigídio/ventralmente). Órgãos digestivos acessórios, algumas vezes referidos como divertículos gástricos, ocorrem acima e de cada lado do estômago.

A amostra descrita neste trabalho não apresenta nenhum apêndice preservado, seja cefálico ou torácico. Entretanto, a ausência da preservação da região do lobo frontal glabellar, permitiu a exposição da porção interna a essa estrutura. Nela, observa-se a estrutura piritizada (calcopirita), de forma enovelada (**figura 16**), como descrita no item 3.2. Esta estrutura deve corresponder aos cecos digestivos, conforme citado por CARVALHO *et al.* (2004) e RUPPERT *et al.* (2005).

É importante salientar que o material precisa ser estudado de maneira mais aprofundada, provavelmente realizando-se uma análise em raios-X, para corroborar a hipótese aqui apresentada. Além disso, uma descrição mais detalhada pode ser feita, a fim de atribuir este espécime a uma família, gênero e/ou espécie já descrita na literatura, bem como a descrição de uma nova forma.

## 5. CONCLUSÕES

Com base na amostra fóssil piritizada de trilobita e do levantamento bibliográfico realizado, podemos tecer as seguintes conclusões:

- O material aqui descrito, procedente de Jaguariaíva (PR), apresenta grande relevância, visto que desde os trabalhos de LANGE & PETRI (1967) esse grupo de invertebrados caracteriza-se por sua relativa abundância em relação a outros macrofósseis presentes na Bacia do Paraná (Estado do Paraná), sendo o terceiro em número de espécies (12), superado apenas pelos braquiópodes e moluscos bivalves (ambos com 27 espécies registradas).
- A preservação peculiar de partes moles/molde interno (aparelho digestivo) de trilobita no Afloramento Jaguariaíva é um evento raro, embora a presença de pirita, responsável aparentemente pela preservação não apenas das partes moles como também de apêndices, seja comum no local.
- A análise feita no material estudado leva a crer que se trata do primeiro registro de partes internas de trilobitas na Formação Ponta Grossa, Devoniano da Bacia do Paraná.
- Outra hipótese apresentada acerca do espécime estudado é o fato de se tratar de uma exúvia, caracterizada pela ausência de apêndices preservados. A estrutura piritizada de forma enovelada na região do lobo frontal glabelar (provável aparelho digestivo) poderia ser uma galeria escavada por certos organismos no molde interno do exemplar fóssil.
- Um estudo mais detalhado da amostra, como análise de raios-X para evidenciar a anatomia interna (provável aparelho digestivo) do trilobita, ainda precisa ser realizada, além de uma análise sistemática aprofundada, para caracterizar melhor o exemplar.

## 6. REFERÊNCIAS:

AZEVEDO, I., BOLZON, R.T. & SCHEFFLER, S.M. Roteiro paleontológico do Devoniano do Estado do Paraná. In: Simpósio de Roteiros Geológicos do Paraná, 1., 2002. Universidade Estadual de Ponta Grossa: SBG PR, 2002, p. 35-41.

BOLZON, R.T.; AZEVEDO, I.; ASSINE, M.L. Sítio Jaguariaíva, PR. Invertebrados devonianos de grande importância paleobiogeográfica. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2002. p. 33-37.

BOSETTI, E. P.; PEYERL, D.; HORODYSKI, R.S.; ZABINI, C. Formação Ponta Grossa: História, Fácies E Fósseis. In: I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra- III Simpósio Nacional Sobre Ensino de Geologia no Brasil, 2007, Campinas: UNICAMP, 2007. p. 353-360. Disponível em <http://www.ige.unicamp.br/simposioensino/artigos/014.pdf>. Acesso em: 05/02/08

CAMACHO, H.H. **Invertebrados Fósseis**. 1 ed. Buenos Aires: EUDEBA (Editorial Universitária de Buenos Aires), 1966. 707 p.

CARVALHO, I.S.; VICALVI, M.A. & CARVALHO, M.G.P. Artrópodes. In: Carvalho, I.S. (ed.). **Paleontologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p. 579-607.

CLARKE, J.M. Fósseis devonianos do Paraná. **Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**. Rio de Janeiro, v.1, 353 p., 1913.

CLARKSON, E.N.K. **Invertebrate paleontology and evolution**. Cambridge: Chapman & Hall, 1996. 456 p.

CUNHA, P.R.C.; GONZAGA, F.G.; COUTINHO, L.F.C.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p. 47-55, 1994.

FORTEY, R.A.; OWENS, R.M. Feeding habits in trilobites. **Palaeontology**. London, v. 42, part 3, p. 429-465, 1999.

GOON III., S.M. 2007. **Trilobite Internal Anatomy**. Disponível em: <http://www.trilobites.info/trilointernal.htm>. Acesso em: 22/05/08.

HOHENSTEIN, P. General interest X-ray imaging for Palaeontology. **The British Journal of Radiology**. Germany, v.77, n. 917, p.420- 425. 2004. Disponível em: <http://bjr.birjournals.org/cgi/content/full/77/917/420> . Acesso em: 24/04/08.

HORNES, K. L. **A Paisagem e o Potencial Turístico no Município de Tibagi: A Fazenda Santa Lúcia do Cercadinho - Um Estudo de Caso (PR)**. Maringá, 2006. 216p. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental e Regional) - Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <http://www.pge.uem.br/pdf/klhornes.pdf>. Acesso em: 10/03/08.

LANGE, F.W.; PETRI, S. The Devonian of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J.J. (ed), Problems in Brazilian Devonian geology. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 21/22, p. 5-55, 1967.

LEME, J.M.; RODRIGUES, S.C.; SIMÕES, M.G.; ITEN, H. V. Sistemática dos conulários (Cnidaria) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v.7, n.2, p. 213-222, 2004. Disponível em: [http://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/7\\_2/leme.pdf](http://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/7_2/leme.pdf). Acesso em: 20/04/08.

MELO, J.H.G. The Malvinokaffric Realm in the Devonian of Brazil. In: McMILLAN, N.J.; EMBRY, A.F.; GLASS, D.J (eds.) **Devonian of the world**. Second International Symposium on the Devonian System, 1988, Calgary. Canadá: Canadian Society of Petroleum Geologists, v.1: Regional Syntheses, 1988. p. 669-703.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p. 69-82, 1994.

MOORE, R.C.; LALICKER, C.G.; FISCHER, A.G. **Invertebrate Fossils**. United States of América: McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC., 1952. 766 p.

POPP, M.T.B. **Revisão dos trilobitas calmoniideos e comunidades faunísticas da Formação Ponta Grossa, Devoniano, no estado do Paraná**. Porto Alegre, 1985. 112p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

POPP, M.T.B.; BALDIS, B.A. Trilobites y comunidades faunísticas del devonico de la Formacion Ponta Grossa (Paraná, Brasil). **Revista Técnica de YPFB**, v.10, n.3 e 4, p.219-227, dez. 1989.

RUPPERT, E.E; FOX, R.S. & BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados - Uma abordagem funcional-evolutiva**. 7 ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

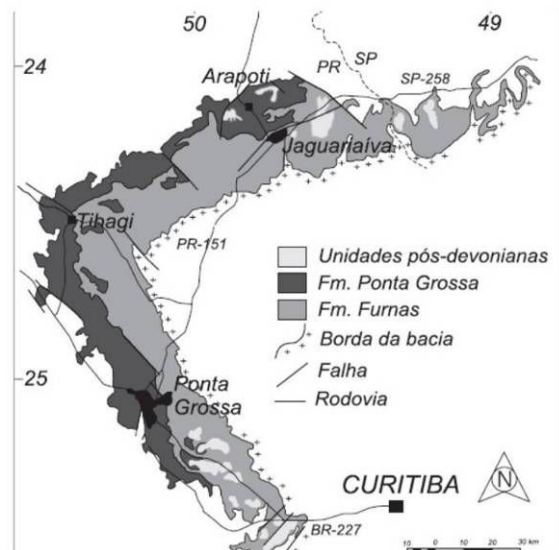
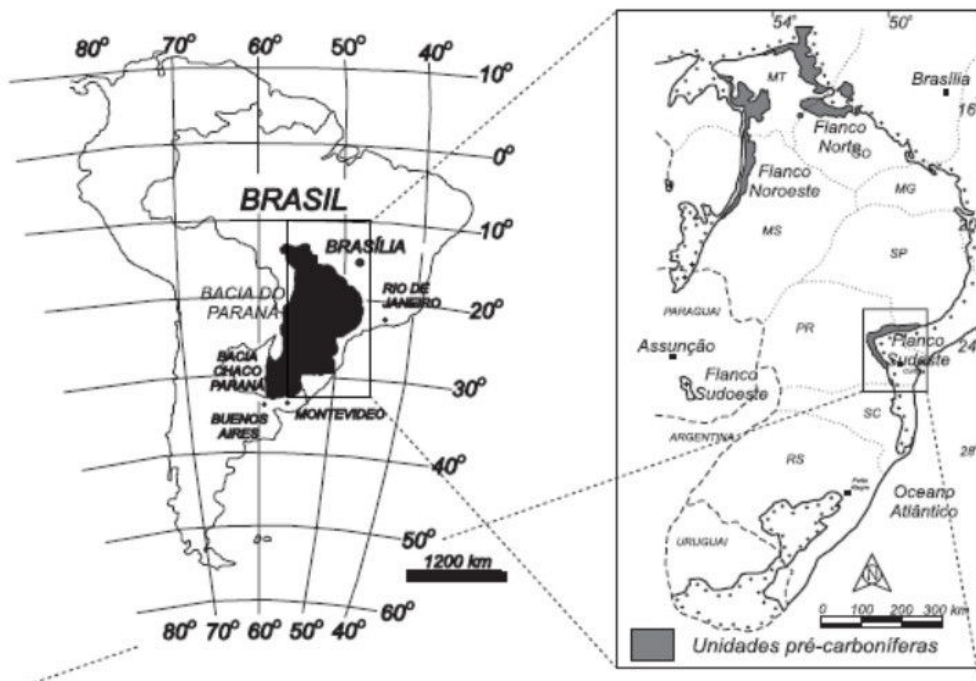
SANTOS, M.E.C.M.; CARVALHO, M.S.S. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luiz: reconstituições paleobiológicas**. 2 ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2004.

SCHNEIDER, R.L; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v.1, p. 41-65.

SETTI, R.L. **Trilobites**. 2 ed. United States: University of Chicago Press, 1993.

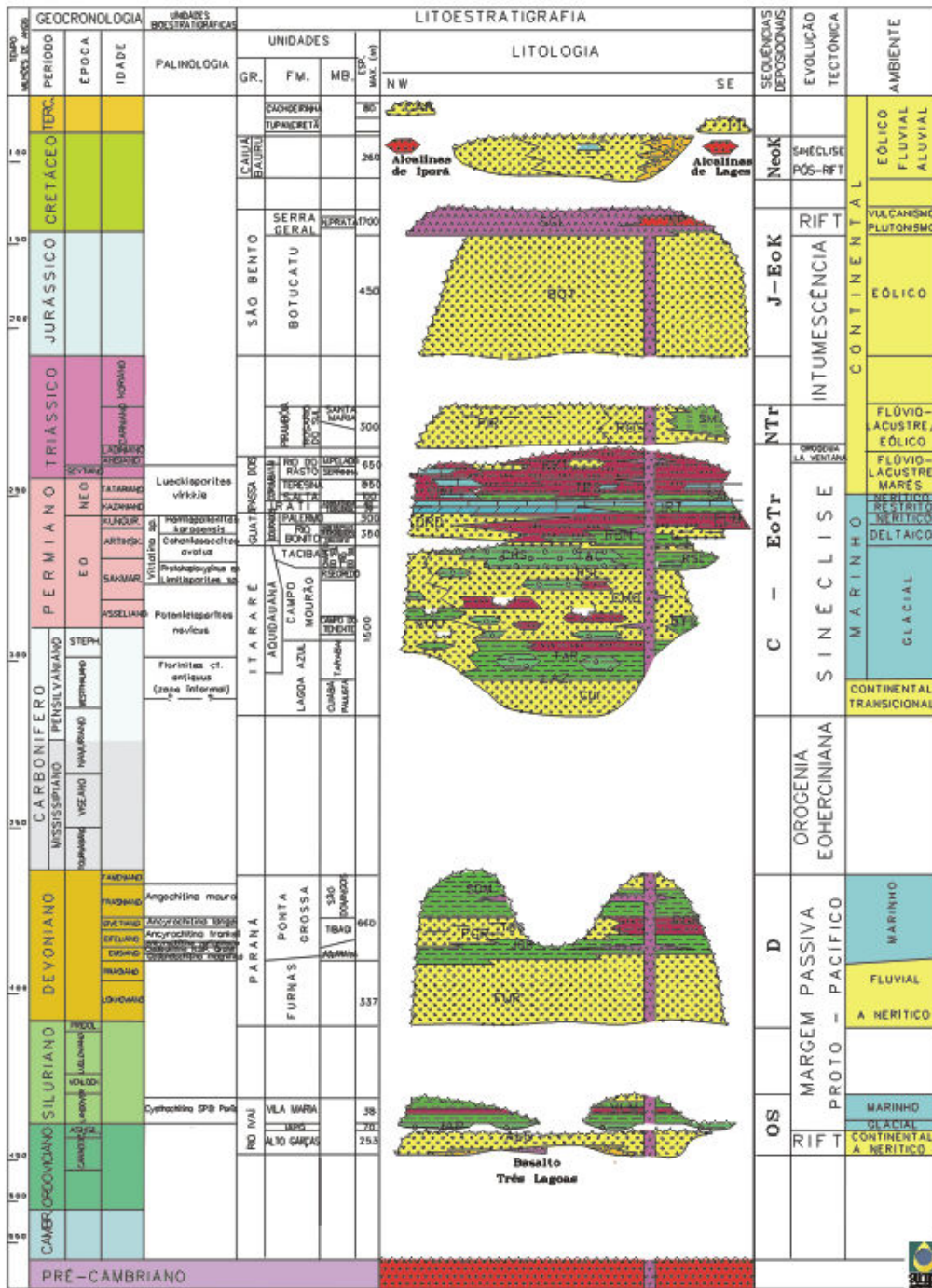
STUERMER, W. Soft parts of cephalopods and trilobites: some surprising results of X-ray examinations of Devonian slates. **Science**. Washington, v. 170 n. 3964, p. 1300-1302, 1970.

## 7. ANEXOS:

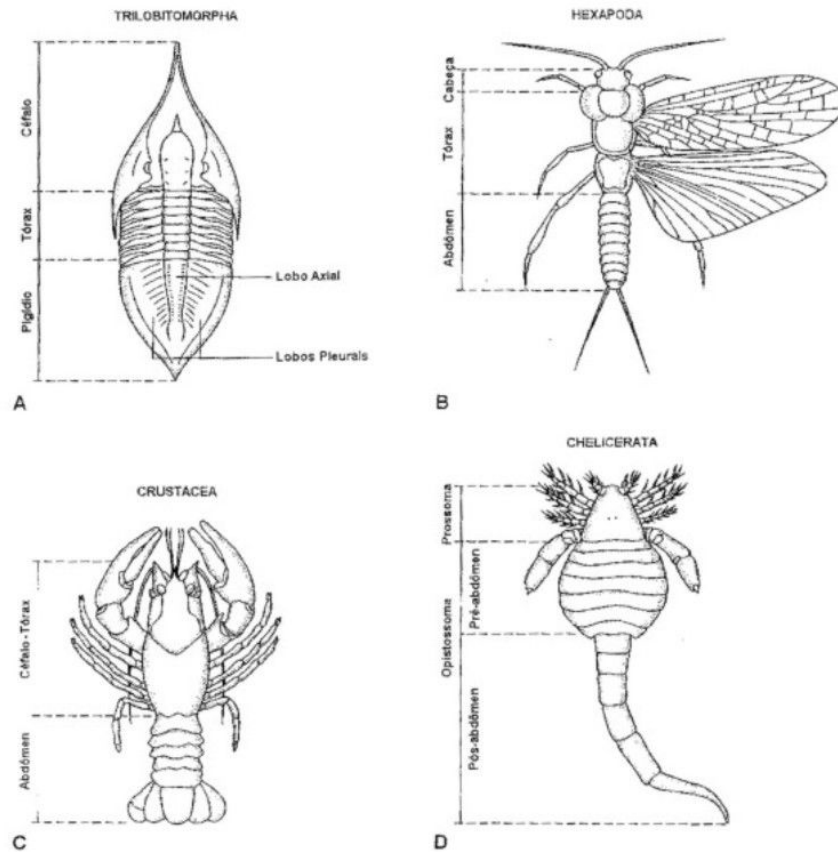


**Figura 1:** Mapa indicando a localização da Bacia do Paraná na América do Sul, evidenciando as formações Furnas e Ponta Grossa no Estado do Paraná. Retirado de LEME *et al.* (2004).

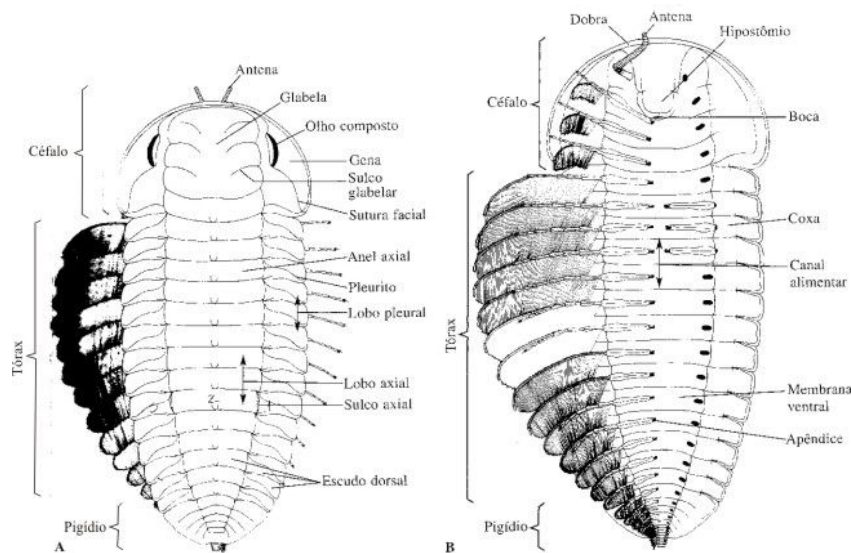




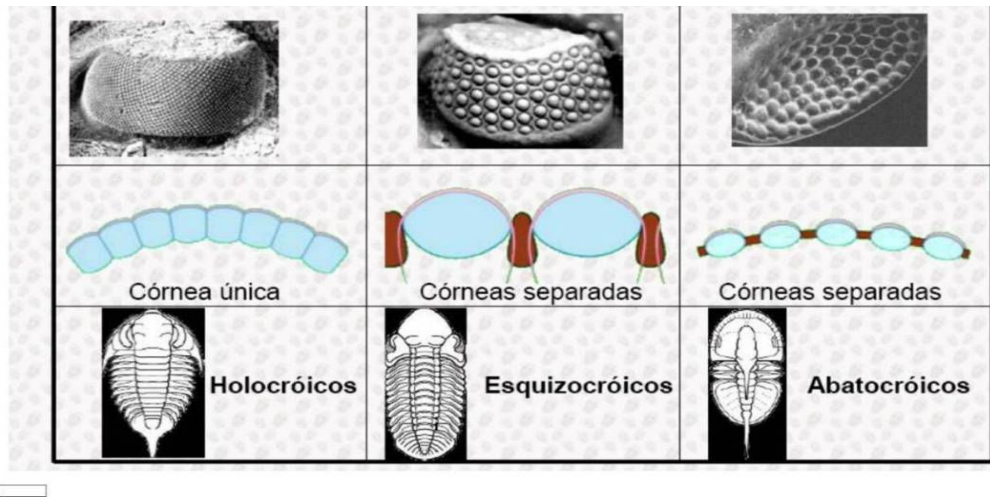
**Figura 2:** Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná correlacionando geocronologia, litoestratigrafia, seqüências deposicionais, evolução tectônica e ambiente deposicional. Modificado de MILANI *et al.* (1994).



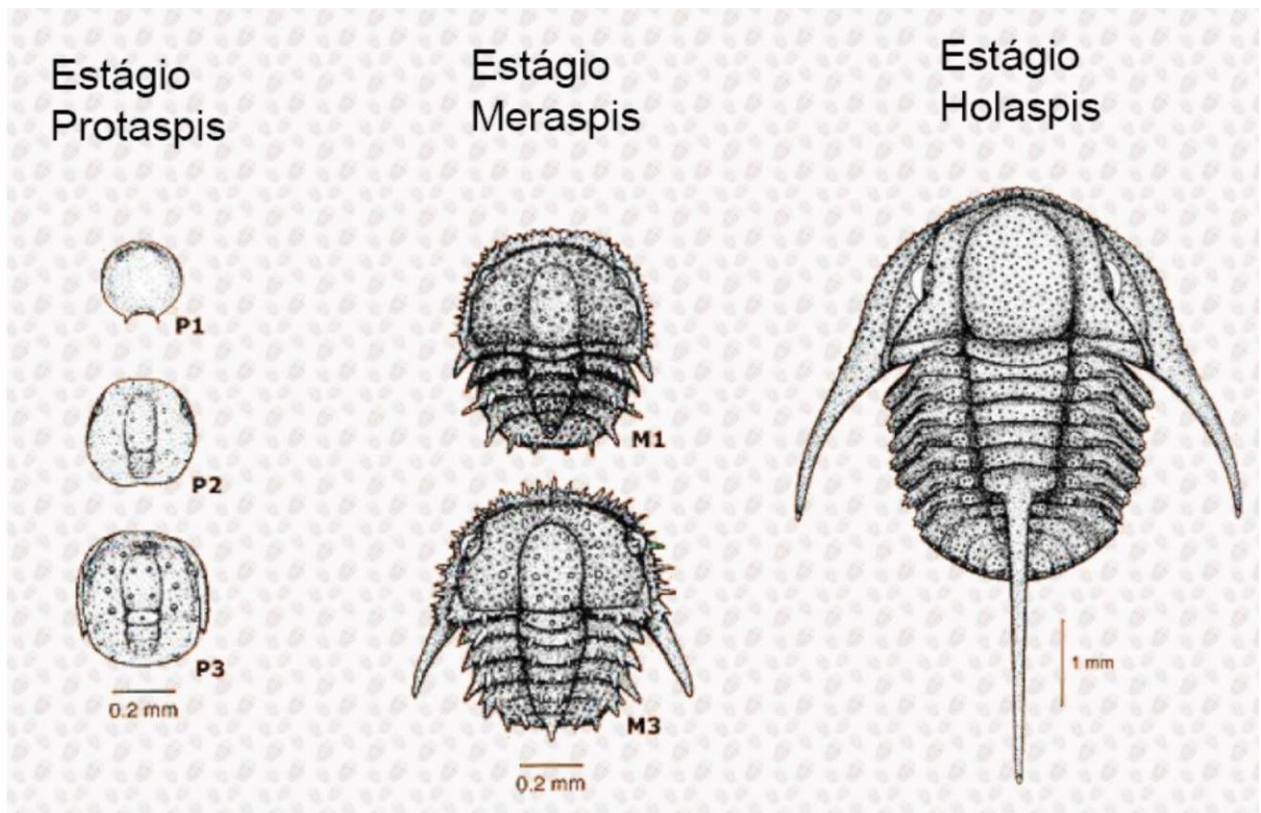
**Figura 3:** Divisões do corpo de alguns representantes do Filo Arthropoda. Em *A* está representado um Trilobitomorpha. Modificado de CARVALHO *et al.* (2004).



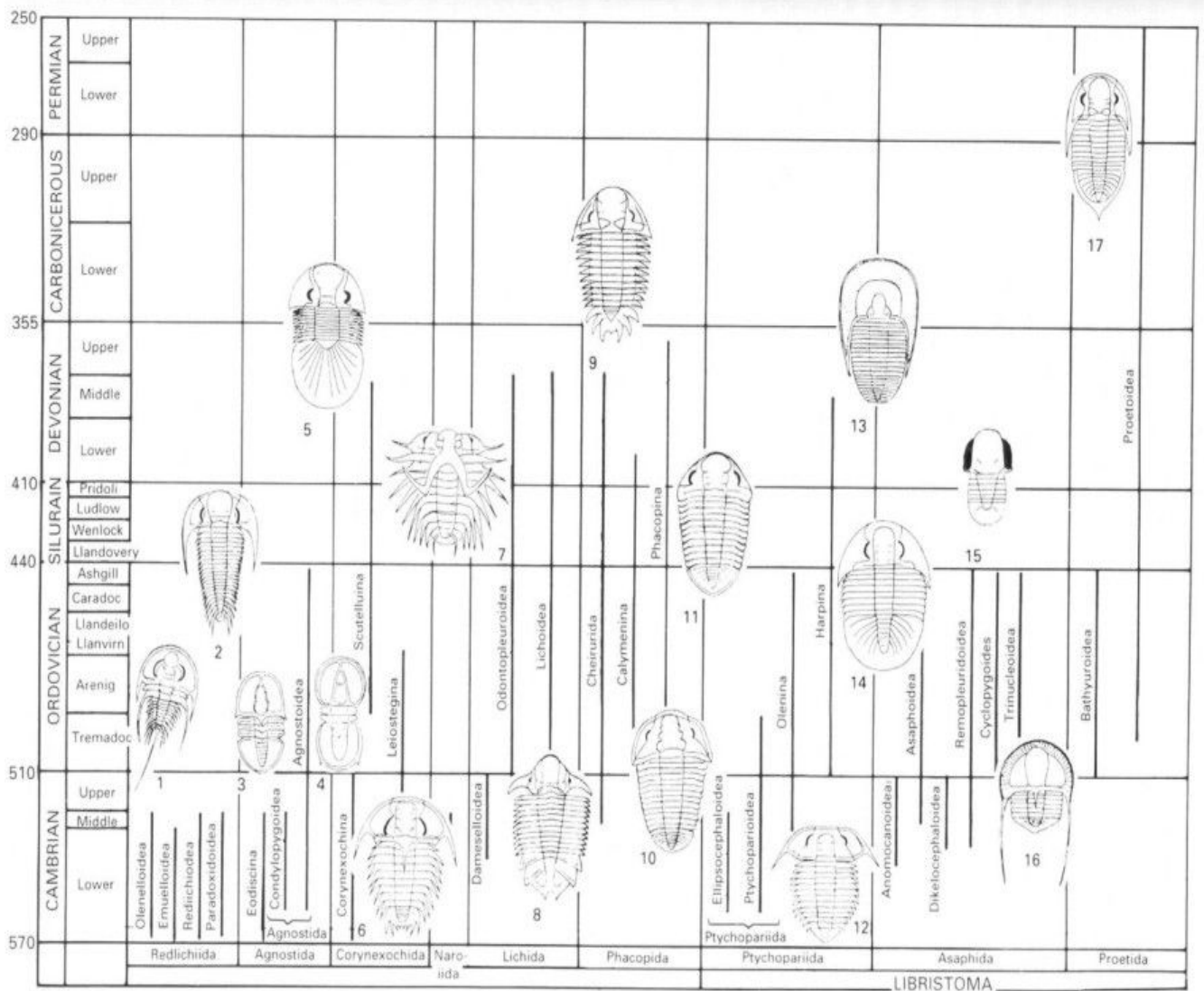
**Figura 4:** Divisão do corpo de um trilobita em três tagmas (céfalo, tórax e pigídio), evidenciando a distinta trilobação em uma região axial e duas regiões pleurais. (A) Vista dorsal. (B) Vista ventral, evidenciando a boca, o hipóstoma e o canal alimentar na região axial. Retirado de RUPPERT *et al.* (2005).



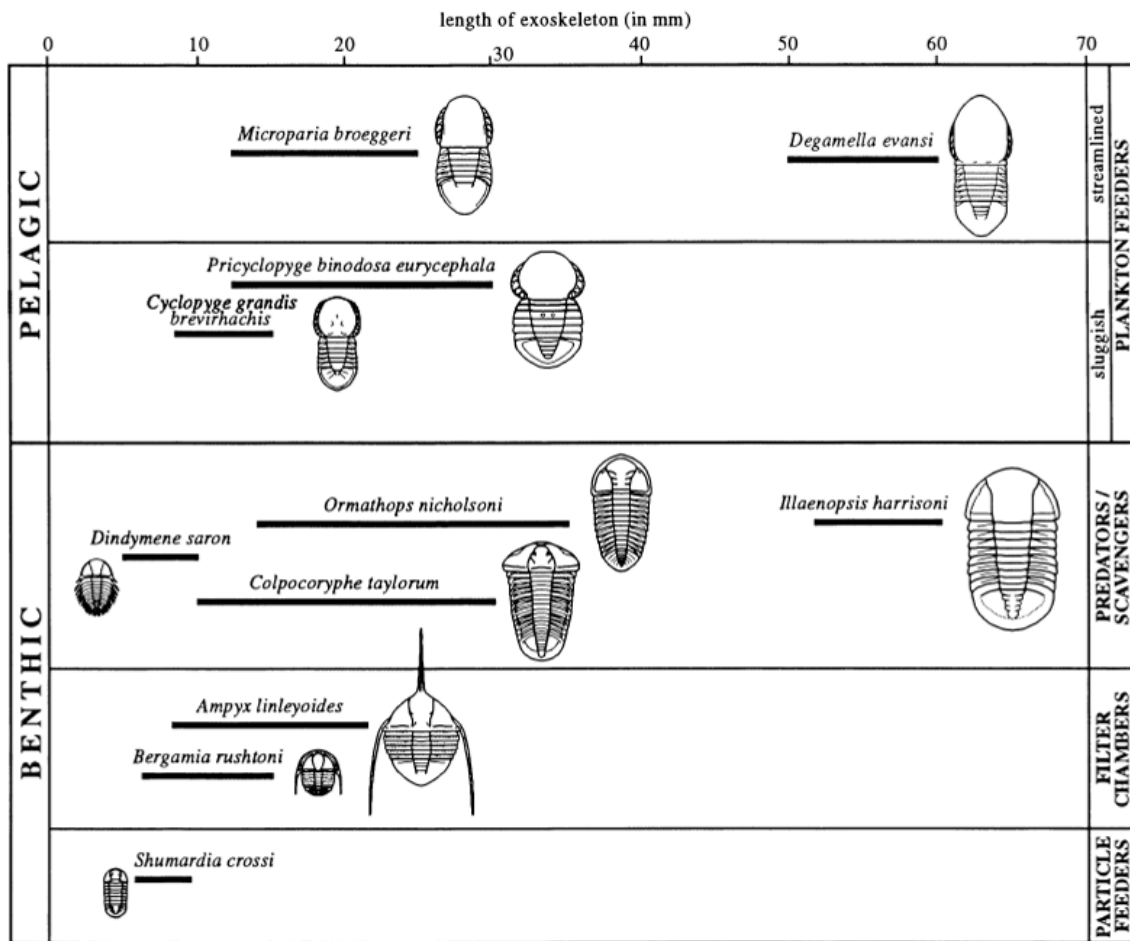
**Figura 5:** Tipos de olhos encontrados em trilobitas. Retirado de [http://www.igc.usp.br/ensino/graduacao/disciplinas\\_web/paleontologia/transparencias\\_files/Trilobites.pdf](http://www.igc.usp.br/ensino/graduacao/disciplinas_web/paleontologia/transparencias_files/Trilobites.pdf)



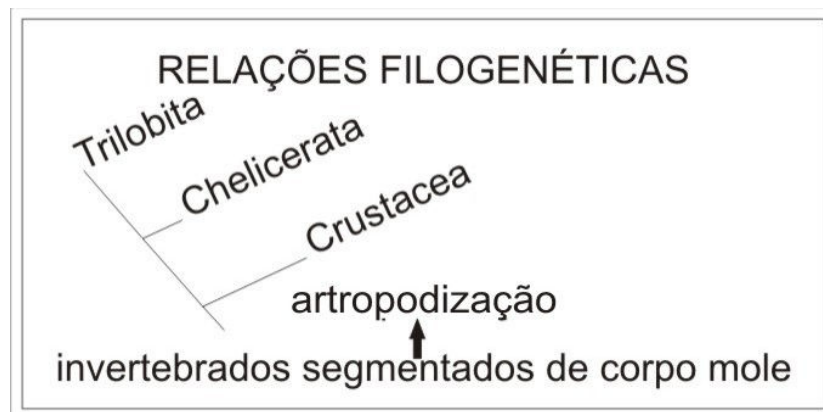
**Figura 6:** Estágios larvais do desenvolvimento de trilobitas. Modificado de [http://www.igc.usp.br/ensino/graduacao/disciplinas\\_web/paleontologia/transparencias\\_files/Trilobites.pdf](http://www.igc.usp.br/ensino/graduacao/disciplinas_web/paleontologia/transparencias_files/Trilobites.pdf)



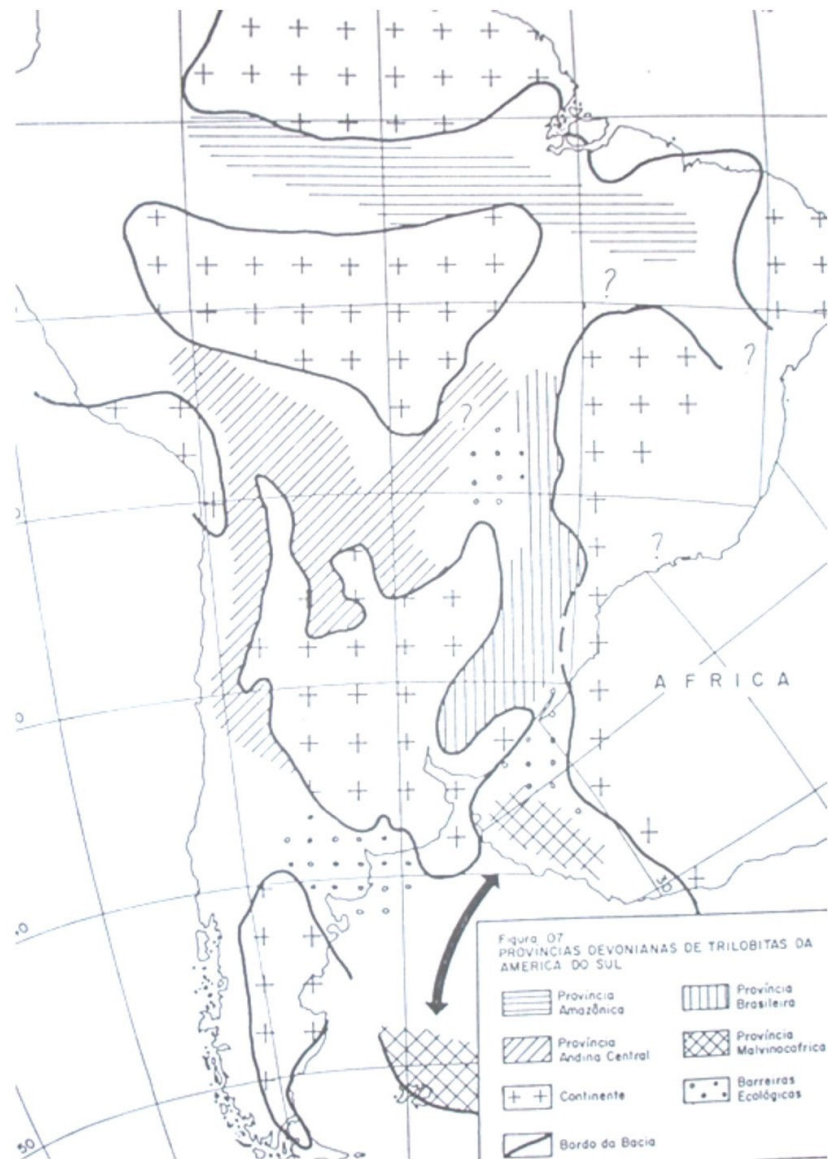
**Figura 7:** Distribuição das oito ordens da classe Trilobita ao longo do tempo geológico. Retirado de CLARKSON (1996).



**Figura 8:** Diversidade de ambientes explorados e estratégias alimentares de trilobitas da biota da Formação Arenig Pontyfenni, Whitland, South Wales. Retirado de FORTEY & OWENS (1999).

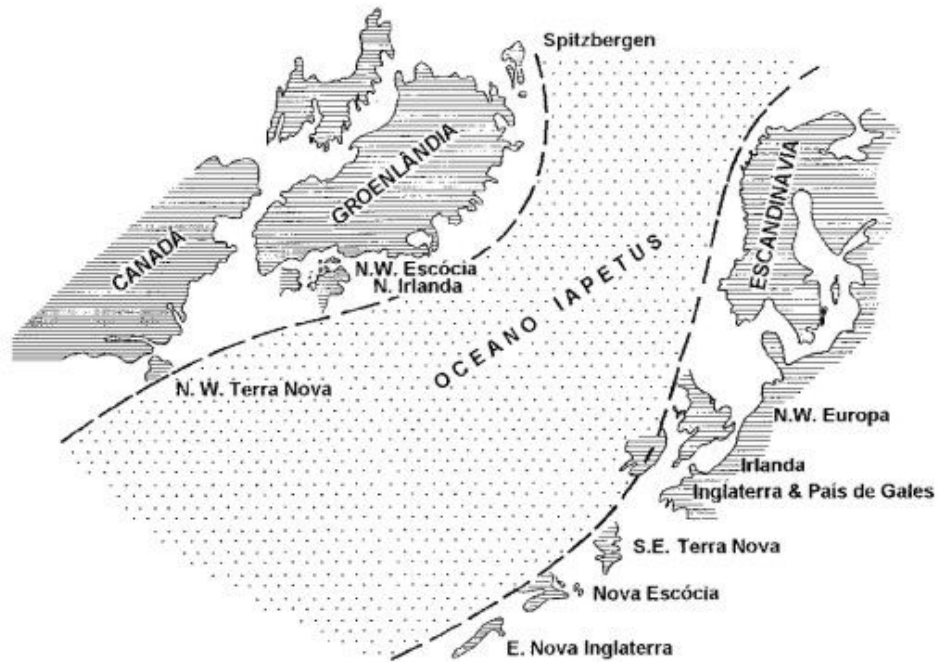


**Figura 9:** Prováveis relações filogenéticas dos trilobitas. Retirado de CARVALHO *et al.* (2004).



**Figura 10:** Reconstrução paleogeográfica das províncias devonianas de trilobitas da América do Sul. O material estudado neste trabalho pertence à Província Malvinocáfrica. Retirado de POPP (1985).

Paleogeografia e Distribuição das Faunas de Trilobitas no Cambro-Ordoviciano



**Figura 11:** Paleogeografia da transição Cambriano/Ordoviciano do hemisfério norte, com indicação do oceano Iapetus. Retirado de CARVALHO *et al.* (2004).







**Figura 14:** Fotografia digital mostrando a preservação do céfalo (a) e do tórax (b) na parte (NR 5987-A). Observa-se na região do tórax, a preservação do lobo axial (a') bem como do lobo pleural direito (b').

**A****B**

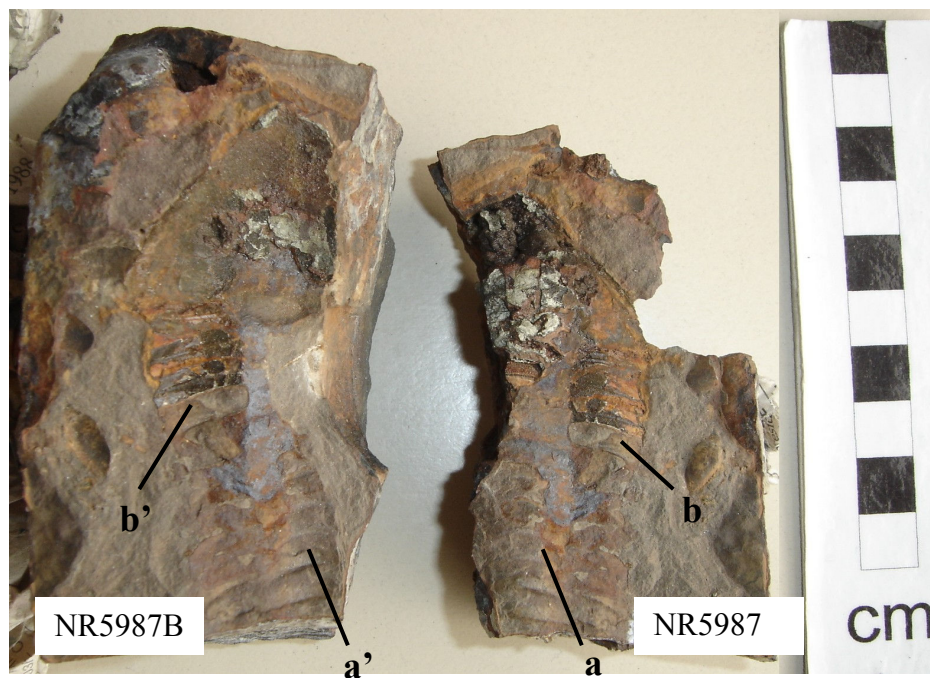
**Figura 15:** Fotografia digital da parte (A) e contraparte (B) evidenciando o processo frontal (a) e a margem lateral (b) na região cefálica da amostra. Escalas em centímetros.



**Figura 16:** Detalhe da região cefálica. a. Região do lobo frontal glabellar; b. Presença de estrutura piritizada de forma enovelada, que caracteriza um provável aparelho digestivo do exemplar fóssil; c. Processo frontal.



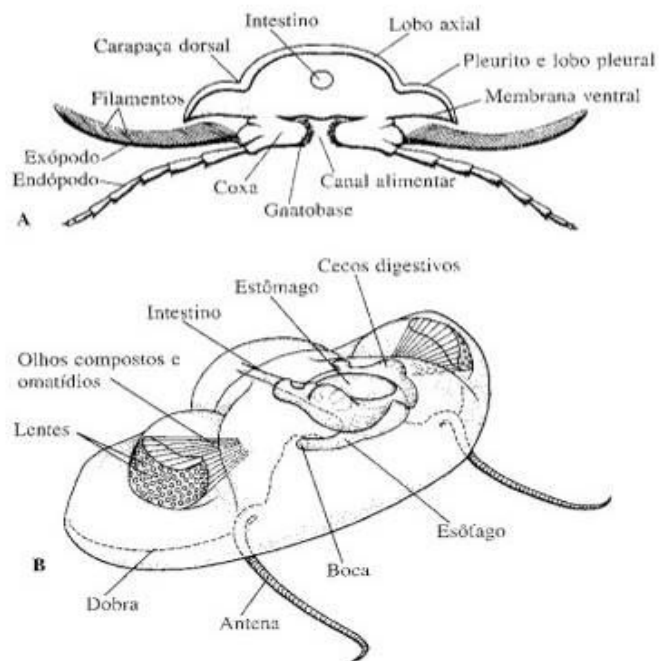
**Figura 17:** Fotografia digital indicando a impressão do olho direito (a) na contraparte (NR5987-B). Escala em centímetros.



**Figura 18:** Fotografia digital indicando os tergitos na parte (NR 5987-A) e na contraparte (NR 5987-B). a. tergito no lobo axial da parte; a'. tergito no lobo axial da contraparte; b. tergito no lobo pleural da parte; b'. tergito no lobo pleural da contraparte.



**Figura 19:** Trilobita *Chotecops sp.* em imagem de raio-X, possibilitando a visualização da estrutura corporal interna. Retirado de HOHENSTEIN (2004).



**Figura 20:** (A) Seção transversal do tórax de *Triarthrus eatoni*, evidenciando canal alimentar e intestino. (B) Reconstrução transparente do céfalo de *Phacops sp.*, demonstrando estruturas do aparelho DIGESTIVO, relativamente simples. Os cecos digestivos aparecem como estruturas ramificadas na área genal do céfalo. Retirado de RUPPERT *et al.* (2005).