

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE PRELIMINAR DAS ASSOCIAÇÕES NATURAIS DE CONODONTES DO
FOLHELHO LONTRAS, GRUPO ITARARÉ, CISURALIANO DA BACIA DO PARANÁ
NA REGIÃO DE MAFRA, SC**

EVERTON WILNER

Orientadora - Dra. Valesca Brasil Lemos

Co-Orientadora - Dra. Ana Karina Scomazzon

Volume I

Porto Alegre – 2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE PRELIMINAR DAS ASSOCIAÇÕES NATURAIS DE CONODONTES DO
FOLHELHO LONTRAS, GRUPO ITARARÉ, CISURALIANO DA BACIA DO PARANÁ
NA REGIÃO DE MAFRA, SC**

EVERTON WILNER

Orientadora - Dra. Valesca Brasil Lemos
Co-Orientadora - Dra. Ana Karina Scomazzon

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Karen Adami Rodrigues - NEPALE, Universidade Federal de Pelotas

Dr. Luiz Carlos Weinschütz - CENPALEO, Universidade do Contestado

Dra. Sara Nascimento - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dissertação de mestrado apresentada como
requisito parcial para a obtenção do Título de
Mestre em Geociências.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Wilner, Everton

Análise preliminar das associações naturais de conodontes do folhelho Lontras, Grupo Itararé, cisuraliano da Bacia do Paraná na Região de Mafra, SC . / Everton Wilner. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2014.

[83 páginas f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2014.

Orientador(es): Valesca Brasil Lemos
Coorientador(es): Ana Karina Scomazzon

1. Mesogondolella spp. .2. Cisuraliano.3. Bacia do Paraná.4. Conodontes. I. Título.

CDU 56

Catálogo na Publicação
Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS
Miriam Alves CRB 10/1947

AGRADECIMENTOS

"Agradeço a cada partícula atômica desse imenso universo que em arranjo conspiraram para que chegássemos até aqui, estas as vezes têm nomes! meu muito obrigado!"

RESUMO

Conodontes são cordados primitivos, que viveram durante o Paleozóico até a sua completa extinção no Triássico, exclusivamente marinhos, são largamente utilizados em estudos bioestratigráficos e atualmente, em um novo viés, com descobertas de associações naturais de multielementos ajudam a compreender melhor os mecanismos evolutivos dos primeiros vertebrados e da paleobiologia do seu próprio grupo. Pesquisadores do Museu da Terra e da Vida do Centro Paleontológico da Universidade do Contestado - CENPALEO campus Mafra, SC, trabalhando em um afloramento nesta cidade, descobriram dezenas de elementos ramiformes, que a primeira vista e macroscopicamente se assemelhavam com as espículas de poríferos, comuns em afloramentos da região. Após uma análise mais detalhada, esses elementos foram identificados como aparelhos alimentares, em geral, completos e bem preservados de microfósseis conodontes. Esta dissertação, relata sobre os aparelhos alimentares de conodontes e refere-se à primeira ocorrência de conodontes na Bacia do Paraná. Estes resultados preliminares evidenciam a presença de conodontes gondolelídeos pertencentes ao gênero *Mesogondolella* marcadores do Cisuraliano, discute sobre as faunas destes cordados primitivos de acordo com as associações naturais encontradas no Folhelho Lontras, da Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, Bacia do Paraná.

Palavras chave: *Mesogondolella*, Cisuraliano, Bacia do Paraná.

ABSTRACT

Conodonts are primitive chordates, which lived during the Paleozoic up to their complete extinction at the Triassic, exclusively marine, they are widely used in biostratigraphic studies and nowadays, in a new bias, with the discoveries of natural associations of multi-element, they help to understand better the evolutionary mechanisms of the first vertebrates and the paleobiology of their own group. Researchers from the Earth and Life Museum of the Paleontological Center in the Contestado University - CENPALEO campus Mafra city, in the state of Santa Catarina, while working at an outcrop in this city, they found tens of ramiform elements, which at first glance and macroscopically they looked to be similar with porifera spicule, common in the outcrops of the region. After a more detailed analysis, these elements were identified as feeding apparatuses, in general, they are complete and well-preserved microfossils of conodonts. This dissertation reports about the feeding apparatuses of conodonts and it also refers to the first occurrence of conodonts in the Paraná Basin. These preliminary results show the presence of gondolelid conodonts belonging to the *Mesogondolella* genus, markers of the Cisuralian, and it also discusses about the faunas of these primitive chordate, according to the natural associations found in Lontras Shale, of the Rio do Sul Formation, Itararé Group, Paraná Basin.

Key Words: *Mesogondolella*, Cisuralian, Paraná Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. (modificado de Weinschütz & Castro, 2005).	6
Figura 2. Fotografia aérea de detalhe da área de estudo (Afloramento Campáleo) na área industrial na margem da BR 280 em Mafra, SC. (extraído do Google Earth).....	7
Figura 3. Fotografia detalhando o afloramento; a cobertura protege contra o intemperismo.	7
Figura 4. Detalhe de como as amostras de folhelho são extraídas com serra em campo.	9
Figura 5. Detalhe da marcação previamente realizada em planta.	9
Figura 6. Posicionamento da Bacia Sedimentar do Paraná. (modificado de Quintas, 1995).	12
Figura 7. Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná. (extraído de Milani et al., 2007).	13
Figura 8. Suplemento da Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná. (extraído de Milani et al., 2007).	14
Figura 9. Quatro elementos conodontes na cabeça de um alfinete. (modificado de Purnell et al., 1995).	26
Figura 10. Esquema da localização do aparelho alimentar no animal conodonte. (extraído de Mark Purnell).	28

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
LISTA DE FIGURAS	3
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	5
1.1. OBJETIVOS	5
1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	6
1.3. METODOLOGIA.....	8
1.4. REPOSITÓRIO.....	10
CAPÍTULO 2 - GEOLOGIA DA ÁREA	11
2.1. A BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ.....	11
2.2. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DA BACIA DO PARANÁ.....	15
2.2.1. Grupo Paraná - Idade Devoniana.....	15
2.2.2. Grupo Itararé - Idade Carbonífero - Eopermiano.....	15
2.2.3. Grupo Guatá - Idade Permiano médio.....	16
2.2.4. Grupo Passa Dois - Idade Neopermiano.....	17
2.2.5. Grupo São Bento - Idade Cretáceo inferior.....	18
2.3. GEOLOGIA DA REGIÃO DE MAFRA, SC	19
2.3.1. Formação Mafra	19
2.3.2. Formação Rio do Sul.....	22
CAPÍTULO 3 - ESTADO DA ARTE (CONODONTES)	25
3.1. CONODONTES, HISTÓRICO DAS PESQUISAS.....	25
3.2. O APARELHO ALIMENTAR DOS CONODONTES	27
3.3. OS ESTUDOS DO ANIMAL CONODONTE	30
3.4. A POSIÇÃO FILOGENÉTICA DOS CONODONTES	31
3.5. INTERPRETAÇÕES SOBRE A ALIMENTAÇÃO DOS CONODONTES.....	32
3.6. A IMPORTÂNCIA E AS APLICAÇÕES DOS CONODONTES.....	33
3.7. QUANTO AOS PRIMEIROS VERTEBRADOS, ORIGEM ESQUELETAL E EVOLUÇÃO	34
CAPÍTULO 4 - ARTIGO CIENTÍFICO PRINCIPAL DA DISSERTAÇÃO	56
4.1. Carta de submissão e aceite do artigo científico principal para publicação na revista	57
4.2. Artigo científico principal original de acordo com a revista	58
4.3. Resumo expandido publicado no volume especial do evento: 3rd ICOS - International Conodont Symposium, sediado na Argentina em 2013.....	76
4.4. Resumo publicado no volume especial do evento: XXIII Congresso Brasileiro de Paleontologia, sediado na cidade de Gramado, RS em 2013	81
4.5. Resumo publicado no volume especial do evento: XIV PALEO PR/SC 2012, sediado na cidade de Ponta Grossa, PR em 2012.....	83

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1. OBJETIVOS

Esse trabalho de dissertação de mestrado em forma de artigo, tem por objetivos principais: 1) Estudar a fauna de elementos microfósseis de conodontes composta por Gondolelídeos que ocorrem na forma de associações naturais em um afloramento de folhelhos escuros da Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, no Cisuraliano da Bacia do Paraná na região de Mafra, estado de Santa Catarina. 2) Posicioná-los estratigraficamente e estabelecer ao máximo o seu nível taxonômico mais estreito. 3) Discorrer também nos anexos, com outros artigos suplementares informações sobre a geologia local, corroborando para maiores informações e interpretações sobre a prospecção fóssil no Membro Lontras, Bacia do Paraná.

Este capítulo 1 trata da localização da área estudada, das técnicas de preparação do material estudado e do repositório dos fósseis.

O capítulo 2 trata do estado da arte dos aspectos geológicos; neste volume, apresenta uma síntese da evolução geológica da Bacia do Paraná e de suas principais unidades.

O capítulo 3 apresenta o estado da arte a respeito dos conodontes e compreende um histórico, com informações a respeito do aparelho alimentar, do animal conodonte, sua posição filogenética, hábitos alimentares e importância.

O capítulo 4 corresponde ao artigo científico principal da dissertação: **Associações naturais de conodontes *Mesogondolella* spp., Grupo Itararé, Cisuraliano da Bacia do Paraná, na região de Mafra, Santa Catarina**; e demais publicações referentes ao tema central desta dissertação.

1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área em estudo localiza-se na Bacia do Paraná, na região do Planalto Norte do Estado de Santa Catarina, Brasil, e corresponde a um afloramento de folhelhos escuros situado na área industrial da Cidade de Mafra, trezentos quilômetros a oeste da cidade de Florianópolis. Tal afloramento abrange parte da sedimentação Permocarbonífera na borda leste da Bacia do Paraná, folhelho Lontras (Membro Lontras) localiza-se na Formação Rio do Sul, composta basicamente por aporte siliciclástico. (figuras 1, 2 e 3)

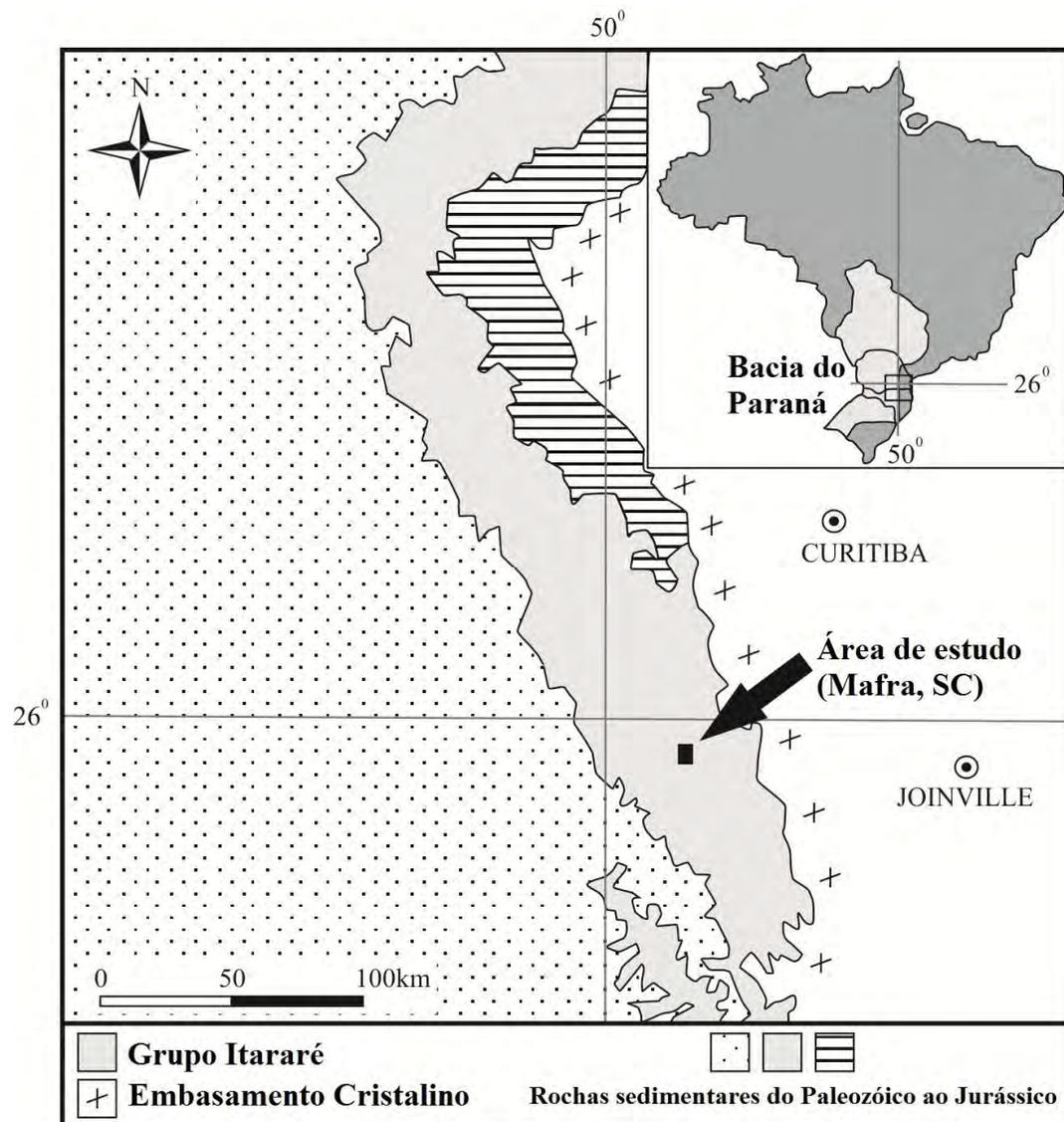


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. (modificado de Weinschütz & Castro, 2005).



Figura 2. Fotografia aérea de detalhe da área de estudo (Afloramento Campáleo) na área industrial na margem da BR 280 em Mafra, SC. (extraído do Google Earth)



Figura 3. Fotografia detalhando o afloramento; a cobertura protege contra o intemperismo.

A descrição mais detalhada da bacia, está contida no estado da arte desta dissertação.

1.3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este trabalho é diferente dos métodos normalmente empregados para os conodontes encontrados na forma de peças isoladas nos carbonatos ou rochas siliciclásticas das outras bacias sedimentares paleozóicas brasileiras, pois tratam de aparelhos alimentares completos em associações naturais preservados em folhelhos negros e sílticos, duros, o que dificulta a desagregação química do material sedimentar para a separação do fóssil.

A técnica utilizada consiste na separação milimétrica das lâminas dos folhelhos por ferramentas construídas adaptadas, como do uso de uma pequena talhadeira que expõe, lâmina a lâmina, cada superfície de acamadamento.

O material é coletado, cortado em campo com serra policorte, em blocos de um metro quadrado em planta e espessura variada de acordo com os eventos deposicionais descritos em perfil estratigráfico (figuras 4 e 5), a sua quarta parte, com cerca de vinte e cinco centímetros quadrados é enviada ao laboratório, onde é examinado com microscópio estereoscópico de luz incidente ou lupa manual.

Ao serem identificados, os aparelhos alimentares ou peças isoladas são catalogados, tombados e fotografados. As amostras estão catalogadas e tombadas no acervo da coleção técnica do Museu da Terra e da Vida do Centro Paleontológico de Mafra, CENPALEO – Universidade do Contestado campus Mafra, SC, com referência no repositório deste volume.

As amostras contendo os principais elementos conodontes alvo do estudo, por sua vez, foram observados em lupa binocular, acondicionados em caixas próprias para curadoria, e para a sistemática foram também fotografados no MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura).



Figura 4. Detalhe de como as amostras de folhelho são extraídas com serra em campo.



Figura 5. Detalhe da marcação previamente realizada em planta.

1.4. REPOSITÓRIO

A coleção de conodontes estudada neste trabalho está depositada no acervo técnico do Museu da Terra e da Vida, administrado pelo Centro Paleontológico da Fundação Universidade do Contestado, CENPALEO/FUnC campus Mafra, SC; onde as principais amostras estudadas apresentam-se sob os números: CP/E 3250a, CP/E 5865b, CP/E 7618a & CP/M 1954.

CAPÍTULO 2 - GEOLOGIA DA ÁREA

2.1. A BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ

A Bacia do Paraná é considerada uma típica bacia intracratônica, caracterizando-a basicamente como uma depressão topográfica, que foi alvo de incursões marinhas e que recebeu sedimentos providos das áreas mais elevadas. O nome provém do rio homônimo, Rio Paraná, que tem seu curso paralelo ao eixo maior da bacia (direção NNE-SSW) por cerca de 1.500 km, formando a fronteira entre o Paraguai e a Argentina (Maack, 1952, apud Quintas *et al.*, 1997), sendo preenchida por pacotes de rochas sedimentares e vulcânicas com idades que variam entre, desde o Siluriano até o Cretáceo Superior (SCHOBENHAUS, 1984). Segundo Milani, a Bacia do Paraná constitui uma grande área de sedimentação paleozóica - mesozóica situada na região centro-oriental da América do Sul.

A bacia se implantou no início do período Ordoviciano sobre crosta continental estabilizada por processos ligados ao Ciclo Orogênico Brasileiro/Pan-Africano. Os registros estratigráficos existentes podem ser divididos em seis grandes sequências limitadas por expressivas discordâncias inter-regionais que representam o seu preenchimento sedimentar-magmático e documentam quase 400 milhões de anos da história geológica.

Os mecanismos de subsidência para este tipo de bacia, apesar de todo conhecimento já existente são controversos e pouco compreendidos pelo fato de muitas destas regiões se situarem distantes de margens continentais, excluindo-as teoricamente dos esforços tectônicos originados pela interação entre placas (LEIGHTON & KOLATA, 1990). Para KLEIN (1995), a formação destes tipos de bacias seria resultante da combinação de fenômenos como "distensão continental, subsidência térmica sobre uma ampla área e reajustes isostáticos tardios", ainda que processos como estes sejam de precário controle geológico - geofísico.

A área total da bacia é de 1.400.000 Km² sendo subdividida em duas partes: A Bacia do Paraná possui formato alongado na direção NNE-SSO, com aproximadamente 1.750 km de comprimento e largura média de 900 km (figura 5).

Apresenta derrames de lava basáltica em dois terços da porção brasileira, e os valores máximos de espessura de rochas sedimentares e vulcânicas são da ordem de 6.000 m. A área analisada neste trabalho compreende a porção leste da Bacia do Paraná. Apresenta-se a seguir uma descrição resumida da bacia, sendo que maiores detalhes sobre a mesma podem ser encontrados em Quintas (1995) e Zalán *et al.* (1990).

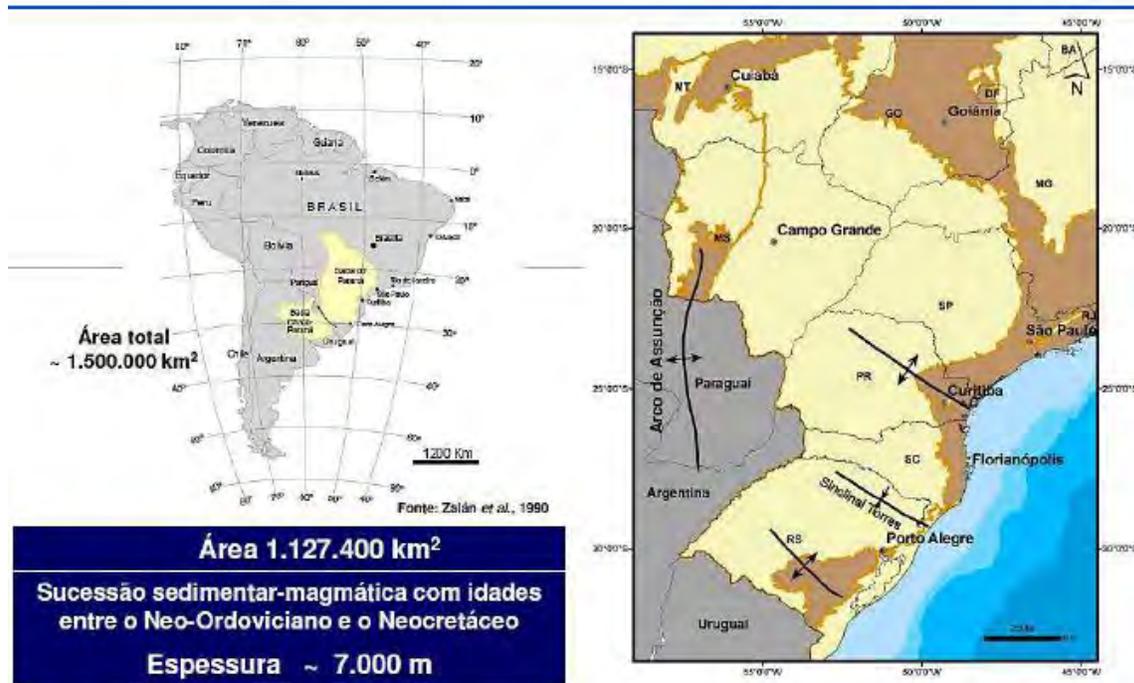


Figura 6. Posicionamento da Bacia Sedimentar do Paraná. (modificado de Quintas, 1995).

A evolução da Bacia do Paraná, que durou mais de 350 milhões de anos, se fez em grandes ciclos geológicos, acompanhados de avanços e recuos da linha de costa de um antigo oceano que circundava o supercontinente Gondwana. Essas mudanças muito lentas, comparadas com a escala de tempo de eventos humanos, possibilitaram a formação de rochas de diversas origens; marinha, lacustre, fluvial, glacial, que formam a sequência sedimentar paleozóica da Bacia do Paraná.

A bacia é subdividida em diversas unidades litoestratigráficas descritas cronologicamente a seguir e exposta na carta estratigráfica das figuras 6 e 7.

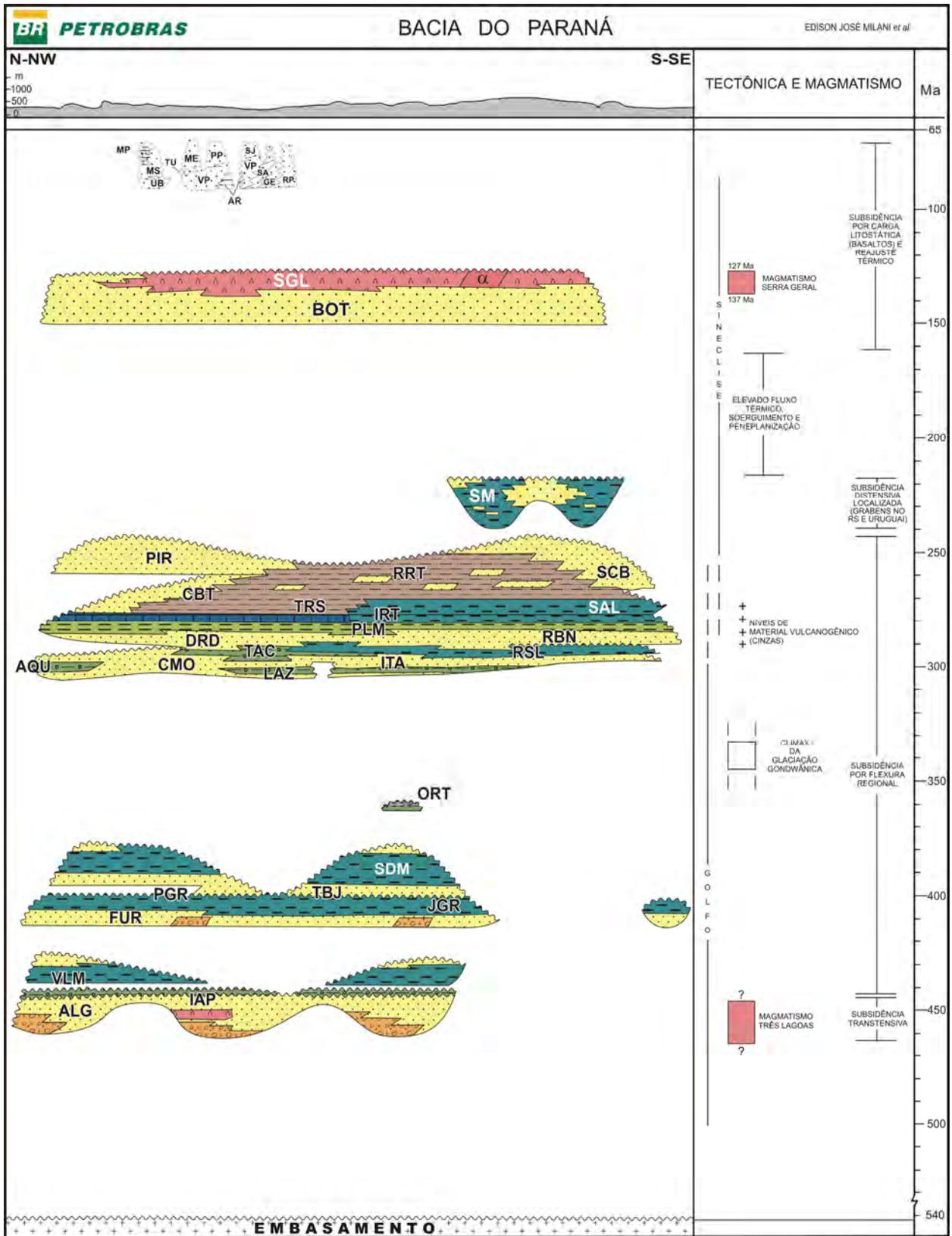


Figura 7. Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná. (extraído de Milani et al., 2007).

2.2. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DA BACIA DO PARANÁ

2.2.1. Grupo Paraná - Idade Devoniana

Formação Furnas

Depositada em ambiente aluvial e litorâneo. Constituída por arenitos médios até grossos com estratificações cruzadas e horizontais, subordinadamente arenitos conglomeráticos e siltitos esbranquiçados.

Formação Ponta Grossa

Oriunda de depósitos litorâneos e de plataforma, é composta de folhelhos e siltitos cinzentos, localmente betuminosos, com intercalações de arenitos muito finos, esbranquiçados. Apresenta estruturas como laminação paralela, ondulada e estrutura *flaser*.

2.2.2. Grupo Itararé - Idade Carbonífero - Eopermiano

Formação Campo do Tenente

Originada de depósitos flúvio-glaciais, é composta por arenitos grossos, avermelhados, siltitos, ritmitos e diamictitos - Arenitos Vila Velha e Lapa. Apresenta estratificação cruzada horizontal e camadas contorcidas.

Formação Mafra

Constituída por depósitos de planície litorânea e de plataforma periglacial, tem como litologias: arenitos, finos a grossos, esbranquiçados e amarelados, siltitos e ritmitos, com estratificação cruzada, horizontal, paralela rítmica e ondulada.

Formação Rio do Sul

Formada em ambientes litorâneos de plataforma periglacial e deltaica, é composta por folhelhos e siltitos cinzentos dos membros: **Lontras**, Passinho e Guaraúna, arenitos finos a médios, esbranquiçados, diamictitos e raras camadas de carvão - Ribeirão Novo. As estruturas são: laminação paralela, ondulada, microcruzada e convoluta.

É nesta unidade (folhelhos escuros do Membro Lontras), que foram encontrados os exemplares de aparelhos alimentares de conodontes. (Wilner *et al.*, 2008) alvo deste estudo.

2.2.3. Grupo Guatá - Idade Permiano médio

Formação Palermo

Formada em ambiente de plataforma epinerítica e planície litorânea, consiste de siltitos cinzentos, tendo como estruturas laminação paralela, *flaser* e bioturbações.

Formação Rio Bonito

Constituída por arenitos, siltitos, folhelhos, carvões e calcários, contém os membros: Siderópolis, Paraguaçu e Triunfo. O Membro Siderópolis, é composto por arenitos finos de planície litorânea. O Membro Paraguaçu, depositado em planície de maré e plataforma, é constituído por arenitos e siltitos, cinzentos, esverdeados e amarronzados, com intercalações de níveis calcários, micríticos e estromatolíticos. Apresenta laminação plano paralela e ondulada, microestratificação cruzada e frequente bioturbação. O Membro Triunfo é constituído por depósitos flúvio-deltáicos apresenta arenitos, cinzentos esbranquiçados, finos a grossos, níveis conglomeráticos, siltitos, folhelhos carbonosos e estratificação cruzada, marcas onduladas e camadas de carvão - Figueira e Salto Aparado.

2.2.4. Grupo Passa Dois - Idade Neopermiano

Formação Irati

Membros Taquaral e Assistência. Taquaral, formado em plataforma rasa, constituído por argilitos e folhelhos cinzentos com laminação paralela. Assistência, depositado em bacia restrita, formado por folhelhos pretos, pirobetuminosos, com intercalações de calcário, e laminação paralela.

Formação Serra Alta

Depositada em plataforma epinerítica, é composta por lamitos e folhelhos cinzentos, escuros, maciços e microlaminados.

Formação Teresina

É constituída por siltitos acinzentados com intercalações de calcário micrítico e estromatolítico, de ambiente de planície de maré e plataforma epinerítica. Apresenta laminação paralela, ondulada e *flaser*.

Formação Rio do Rasto

Compreende os membros Morro Pelado e Serrinha. O Membro Morro Pelado depositado em ambiente fluvial e de planície deltáica é constituído por siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados. O Membro Serrinha desenvolvido em ambiente de frente deltáica e planície de maré, contém siltitos e arenitos esverdeados muito finos, micríticos e bancos alternados de calcarenitos.

2.2.5. Grupo São Bento - Idade Cretáceo inferior

Formação Serra Geral

Utiliza pela primeira vez a denominação "Eruptivas da Serra Geral" para indicar como seção padrão as exposições de rochas vulcânicas que ocorrem na Serra Geral, ao longo da estrada que liga as cidades de Lauro Müller a São Joaquim, SC 438 em Santa Catarina.

Litologicamente é constituída por uma sucessão de derrames de lavas, predominantemente básicas, contendo domínios subordinados intermediários e ácidos, principalmente no terço médio e superior.

Geralmente, encontram-se bastante fraturados, exibindo fraturas conchoidais características. Esta formação é consequência de um intenso magmatismo de fissura, correspondendo ao encerramento da evolução gondwânica da Bacia do Paraná.

2.3. GEOLOGIA DA REGIÃO DE MAFRA, SC

Neste item serão analisados os dados obtidos em campo, compartilhados com os estudos de trabalhos anteriores, principalmente de WEINSCHÜTZ (2001 e 2006), respectivamente dissertação de mestrado e tese de doutorado realizadas nos arredores e na área em questão.

A área de interesse apresenta-se assentada sobre sedimentos pertencentes ao Grupo Itararé. Nota-se no transcorrer do item a forte influência glacial na formação das unidades descritas, intercalada a períodos interglaciais.

2.3.1. Formação Mafra

A Formação Mafra definida por Scheneider *et al.* (1974) e mapeada por Tommasi & Roncarati (1970), foi informalmente dividida por Weinschütz, 2001 em três intervalos: **inferior**, formado basicamente por arenitos e diamictitos; **médio**, correspondendo a porção mais lamítica (diamictitos e varvitos) desta unidade; e **superior**, constituindo uma associação de fácies arenosas e lamíticas.

Formação Mafra - Intervalo inferior

O intervalo inferior da Formação Mafra não está representado na área de interesse sendo observado apenas nas adjacências desta. É formado basicamente por arenitos, com intercalações de diamictitos, e está apoiado erosivamente sobre varvitos

e diamictitos, de coloração marrom-acastanhada da Formação Campo do Tenente. No contato superior (por falha?) verifica-se arenitos muito finos a finos com laminação cruzada clino-ascendente (Fm. Mafra intervalo inferior) sendo recoberto abruptamente por varvito com poucos seixos caídos (Fm. Mafra intervalo médio).

Neste intervalo, duas associações faciológicas se destacam; uma arenosa basal e uma de arenito muito fino e diamictito acima.

Na associação arenosa basal, predominam sucessões com engrossamento para cima de arenitos muito finos a médios, com laminação cruzada clino-ascendente, laminação horizontal e estratificação cruzada acanalada, essas estruturas estão contidas em corpos sigmoidais sugerindo uma origem de frente deltáica.

A associação seguinte apresenta diamictito arenoso, maciço, sigmoidal, com clastos dispersos, intercalado com arenito muito fino a fino, liquefeito (*slurry*), lenticular/sigmoidal. Nesta associação também ocorrem diamictitos finamente estratificados, o que proporciona uma forte semelhança com o Arenito Mafra (intervalo superior). Esses depósitos podem ser relacionados em fases de deglaciação (Weinschütz, 2001).

Formação Mafra - Intervalo médio

O intervalo médio da Formação Mafra interpõe-se entre duas unidades predominantemente arenosas (intervalos inferior, incluindo o Arenito Lapa, e superior, Arenito Mafra). Quatro fácies constituem o intervalo, dispendo-se na seguinte ordem: siltito/folhelho marinho no topo e conglomerado gradando a: diamictito, varvito com bancos lamíticos na base.

Apesar de estar bem representado em toda a região o contato desse intervalo com o inferior não está claramente exposto, de qualquer modo, o varvito da base do intervalo médio representaria um afogamento transgressivo, semelhante ao do topo de ciclos - formações de argilosidade crescente para cima, propostos por França & Potter (1988).

Esse problema não ocorre no contato com o intervalo superior da Formação Mafra, a brusca mudança de fácies, dos siltitos marinhos para os arenitos fluvio-deltaico-glaciais do intervalo superior, representa provavelmente um importante limite de sequência deposicional.

De um modo geral, a sucessão de engrossamento textural varvito - diamictito é claramente regressiva, de raseamento batimétrico, enquanto o capeamento de siltito marinho é de natureza transgressiva. Ciclos transgressivos-regressivos semelhantes a esse intervalo, foram descritos em subsuperfície por Castro (1995), na Formação Rio do Sul.

Os perfis podem exibir significativa diferença quanto à espessura de diamictito. A situação pode sugerir processos de erosão do varvito e preenchimento por conglomerado e diamictito; ou seja, estes poderiam representar preenchimento de vales formados em uma deglaciação. Assim o ciclo completo regressivo-transgressivo seria formado por varvito-diamictito-conglomerado/arenito e diamictito (deglaciação), siltito marinho, semelhante ao descrito por Castro (1995).

Formação Mafra - Intervalo Superior

O intervalo superior da Formação Mafra é dominado por arenitos finos, rítmicos, principalmente em sua metade inferior, e por diamictitos em sua porção superior. Na região de Mafra e arredores, pode-se identificar as cinco associações faciológicas representativas da Formação Mafra - superior (Weinschütz, 2001): Ritmito arenoso, regular, com *drapes* argilosos, Diamictito arenoso gradando a arenito muito fino (*slurry*), Conglomerado e arenito grosso/fino e muito fino, Conglomerado e ritmito de arenito grosso a muito fino com *drapes* argilosos, Diamictito finamente estratificado e clastos caídos.

Exceto a primeira fácies, mais comum na parte inferior, todas as demais são características do topo superior da Formação Mafra.

2.3.2. Formação Rio do Sul

Esta formação foi definida por Schneider *et al.* (1974) e mapeada por Tommasi & Roncarati (1970), foi informalmente dividida por Weinschütz, 2001 em três intervalos: **inferior**, constituído pelo folhelho Lontras, **médio**, e **superior**.

Formação Rio do Sul - Intervalo inferior

A porção basal da Formação Rio do Sul, conhecida como "Folhelho Lontras" (Schneider *et al.*, 1974), foi individualizada por Tommasi & Roncarati (1970) em seu mapeamento do Grupo Itararé, desde o centro - leste catarinense até o sul do Paraná.

É neste intervalo (inferior), em que são em boa parte de seus estratos, descritos por Wilner *et al.* (2008) a ocorrência de aparelhos alimentares de fósseis de conodontes, em formato íntegro de preservação.

Os contatos do Folhelho Lontras com as unidades vizinhas raramente são observáveis, mas parecem ser abruptos: transgressivo na base, sobre os arenitos ou diamictitos flúvio - deltaico - glaciais da Formação Mafra, e regressivo no topo, com os diamictitos do intervalo médio da Formação Rio do Sul.

Numa sucessão vertical nas proximidades da área de Mafra, o intervalo consiste de folhelho microvárvido com seixos caídos na base, seguido de siltito arenoso, bioturbado, folhelho fossilífero com concreções, e folhelho com ritmitos turbiditos finos no topo .

A sucessão vertical sugere um ciclo de aprofundamento seguido de arrasamento: o aprofundamento inicial é indicado pela passagem glácio-lacustre para marinho, enquanto o arrasamento subsequente expressa-se pelos turbiditos finos. O folhelho fossilífero poderia indicar uma superfície de inundação máxima. A espessura do intervalo inferior alcança 40m na área.

Formação Rio do Sul - Intervalo médio

O intervalo médio da Formação Rio do Sul é bastante espesso, alcançando 110m na região, e é dominado por diamictitos e arenitos, registrando condições glaciais nesta parte do Grupo Itararé; o intervalo é limitado por depósitos marinhos, abaixo (turbiditos e Folhelho Lontras) e acima (intervalo superior - Rio do Sul).

Na Formação Rio do Sul pode-se reconhecer cinco associações de fácies: (base) Diamictitos espessos; (meio) Arenito muito fino/fino e raro folhelho várvido/varvito, (topo) Conglomerado passando a espesso arenito muito fino a médio com estratificação cruzada sigmóide e acanalada; ou diamictito com geometria sigmóide e bolsões verticais de conglomerado; ou diamictito estratificado passando a arenito muito fino a fino, com laminação horizontal a cruzada clino-ascendente, e *drapes* argilosos (varves).

O diamictito basal alcança espessuras da ordem de 45m, apresenta um aspecto geral maciço, exibe localmente corpos síltico-arenosos na forma de pseudonódulos e sigmóides. É importante destacar a presença de um intervalo deformado de turbiditos finos próximo à base do diamictito, reforçando a origem marinha (processos de chuva de detritos e ressedimentação) para essa associação de fácies.

O meio do intervalo médio Rio do Sul, arenitos com laminação cruzada clino-ascendente, associados à folhelhos várvidos ou encaixados em delgados varvitos com clastos caídos, indicam uma origem de frente deltaica progradando em meio glácio-lacustre.

As três associações faciológicas que se interdigitam na parte superior do intervalo médio Rio do Sul têm em comum, um recobrimento transgressivo por folhelhos e siltitos marinhos, localmente fossilíferos, da base do intervalo superior Rio do Sul.

A sucessão dos intervalos inferior (Folhelho Lontras) e médio (diamictito basal espesso e arenito deltaico/folhelho várvido) indica um grande ciclo regressivo, formado respectivamente por depósitos marinhos, glácio-marinhos e de deglaciação (Castro, 1995).

Formação Rio do Sul - Intervalo superior

Esta unidade apresenta um folhelho inferior que marca a base transgressiva do intervalo superior Rio do Sul contém fósseis marinhos, como observado por Rocha-Campos (1966) na pedreira Butiá, município de Mafra; são braquiópodes productóides e raros moluscos.

Na sequência o intervalo é dominado por folhelhos e siltitos, e que são sucedidos, em um perfil progradante, por ritmitos areno-argilosos delgados com sequência *Bouma Tce*, ou por interlaminação arenito folhelho *wavy* com laminações cruzadas e *flasers*. Outras litofácies completam o intervalo superior: siltitos arenosos com laminação cruzada clino-ascendente ou ondulada truncante, estes no topo do intervalo.

A sucessão faciológica acima indica o avanço de turbiditos finos de uma frente deltaica distal, em parte retrabalhada por marés (?), e um evento transgressivo dominado por ondas de tempestade no topo.

CAPÍTULO 3 - ESTADO DA ARTE (CONODONTES)

3.1. CONODONTES, HISTÓRICO DAS PESQUISAS

Atualmente os conodontes são um filo extinto de animais marinhos, representados apenas no registro fóssil por suas peças bucais mineralizadas na forma de apatita e raramente encontrado a impressão íntegra de toda a sua morfologia externa, de formato vermiformes, muito comuns em todo o Paleozóico. Encontrados em rochas de sedimentação marinha, que vão do Cambriano ao Triássico, foram animais exclusivamente marinhos, nectônicos e predadores/necrófagos.

Com relação as porções fossilizadas destes animais conodontes, correspondem a suas peças denticuladas, também conhecidas como elementos conodontes. Estes são as únicas porções mineralizadas do animal e foram descobertos por Christian Henrich Pander em 1856, que lhes deu este nome devido a sua forma ser semelhante um cone. Essas peças, em geral, formam o aparelho alimentar do animal conodonte, que se localiza anteriormente na região cefálica (boca). O tamanho dos elementos conodontes varia entre 0,25 a 6 mm e sua composição é basicamente de fosfato de cálcio (apatita), (figura 9).



Figura 9. Quatro elementos conodontes na cabeça de um alfinete. (modificado de Purnell et al., 1995).

Por mais de um século, os elementos conodontes vêm sendo alvo de cuidadosos estudos, e seu largo uso e valor para a bioestratigrafia vem crescendo. A sua função como importantes fósseis guia deriva de seu pequeno tamanho, relativa abundância e à sua distinta transformação evolucionária (Brasier, 1979).

Os elementos conodontes são compostos por duas estruturas: a coroa, mais densamente mineralizada, cristalina e grossa e o corpo basal, cuja camada cristalina é mais delgada, contendo mais material orgânico. Ambas as estruturas crescem por aposição externa de novas camadas minerais (Müller & Nogami, 1971).

Os conodontes foram divididos por Müller & Nogami (1971) e (Bengston) (1976) em três grupos, levando-se em conta critérios histológicos. São eles: Protoconodontes, Paraconodontes e Euconodontes.

O grupo mais antigo do ponto de vista estratigráfico, os protoconodontes são representados por estruturas semelhantes a espinhos, cujo crescimento ocorre em camadas. Os elementos protoconodontes apresentam uma forte semelhança histológica com os chaetognathos (Szaniawski, 1982), sendo que todas as evidências analisadas indicam uma provável relação de ancestralidade entre os dois grupos (Szaniawski, 1987).

Os elementos paraconodontes são relativamente pouco mineralizados e apresentam crescimento por aposição de sucessivas camadas fosfáticas sobre a margem e a base, o que não ocorre na sua extremidade (Szaniawski & Bengtson, 1993).

O início da evolução dos Euconodontes, ou verdadeiros conodontes, é claramente documentado por Müller & Nogami, (1971). Estes autores distinguem duas linhagens como as primeiras representadas no registro fóssil estratigráfico, os *Proconodontus* e os *Theridonthus*.

Os *Proconodontus* surgiram no início do Ordoviciano, mas sua evolução subsequente permanece obscura. A linhagem dos *Theridonthus*, que surgiu no Cambriano, inclui a maioria dos conodontes. Embora o máximo da diversidade desse clado tenha sido alcançada no Ordoviciano, eles sobreviveram até o final do Período Triássico. Os poucos registros fósseis conhecidos do corpo mole do organismo conodonte pertencem à linhagem do *Theridonthus*, assim como a maioria dos *taxa* estudados histologicamente.

3.2. O APARELHO ALIMENTAR DOS CONODONTES

No início dos estudos sistemáticos de elementos conodontes sua classificação era artificial, sendo designado um nome específico para cada peça isolada. Com a descoberta dos “clusters”, os quais são aglomerados de elementos conodontes no estômago de um predador do animal conodonte ou em coprólitos destes

mesmos predadores, e, mais tarde a descoberta de associações naturais de peças denticuladas que formam o aparelho alimentar, foi possível o estabelecimento de uma sistemática natural de multielementos (figura 10).

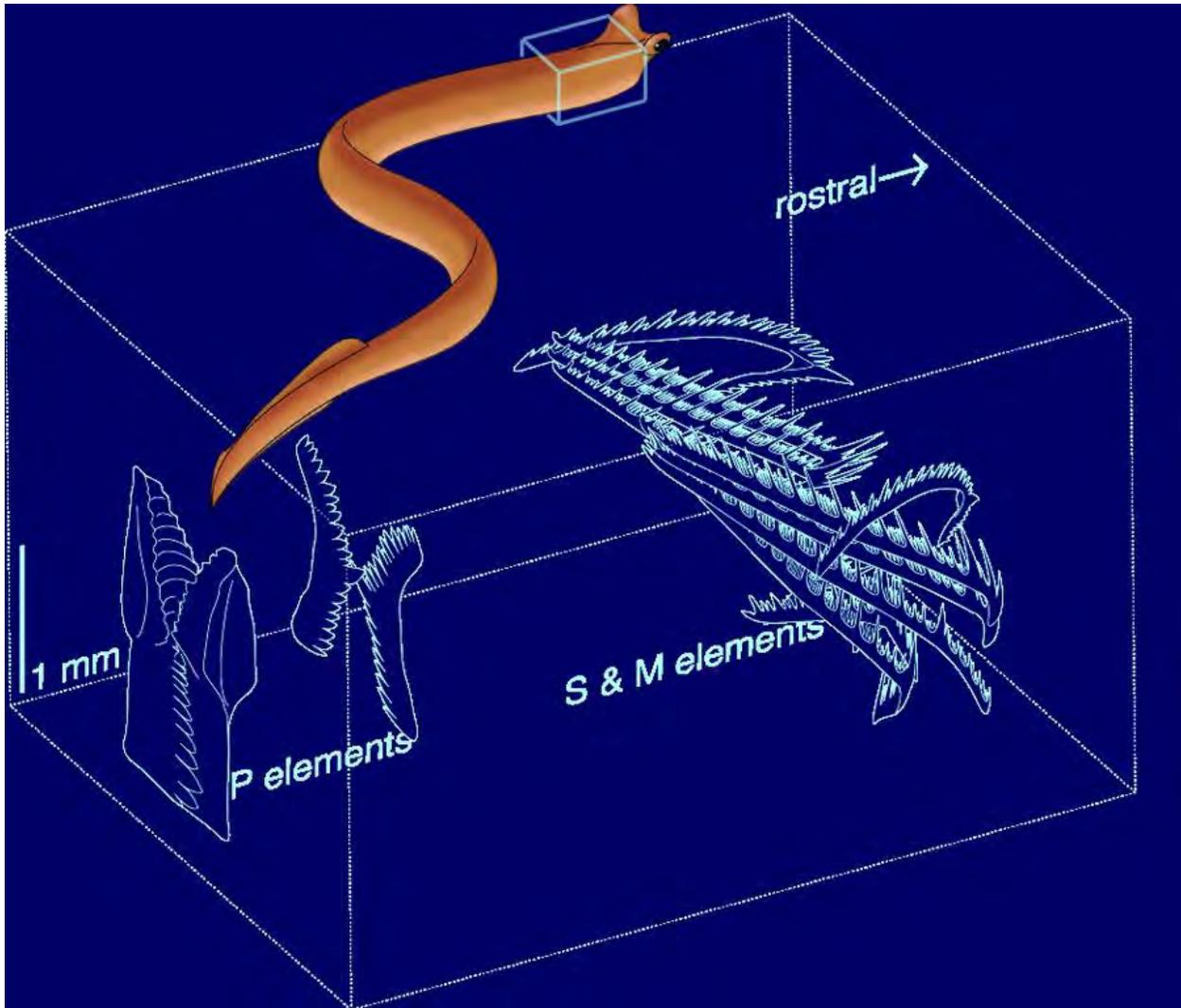


Figura 10. Esquema da localização do aparelho alimentar no animal conodonte. (extraído de Mark Purnell).

Estes elementos fósseis conodontes são diferenciados pela sua estrutura externa em três grupos principais: coniformes, ramiformes e pectiniformes. Os coniformes constituem-se de um único dente, sendo que vários gêneros podem ser identificados através de suas estruturas externas em lâmina delgada. Os elementos coniformes são importantes marcadores do Cambriano ao Ordoviciano, sendo extintos em sua maioria no Devoniano. Os ramiformes são formados por uma cúspide principal e uma fileira de dentículos fusionados, sendo fósseis índice do Siluriano ao Triássico.

Até estes, muitas morfologias iguais pertencem as vezes ao mesmo indivíduo. Já os elementos pectiniformes são os elementos mais diferenciados, os quais também fornecem grande número de informações no que diz respeito às feições diagnósticas específica, constituindo-se, em sua maioria, ótimos fósseis índices do Ordoviciano ao Triássico.

Nos fósseis de associações naturais do Carbonífero notou-se um "Padrão de Ocorrência", que consiste, numa organização dos elementos no aparelho alimentar, denominado de "padrão standard" (Aldridge *et al.*, 1987). Este padrão é produzido devido ao colapso e ao achatamento da estrutura tridimensional do aparelho, não tendo sofrido modificações entre o decaimento até sua fossilização. Modalidades diferentes de padrões podem ocorrer devido a variações no corte da rocha, sendo classificadas em: "padrão paralelo", "perpendicular" e "linear" (Aldridge *et al.*, 1987).

O detalhamento da função dos elementos conodontes como peças bucais, e conseqüentemente como aparelho de alimentação, foi estabelecida por Purnell (1993). A constatação de que os elementos conodontes são dentes e a evidência de macrofagia (de qualquer modo, predação ou necrofagia) nesses vertebrados primitivos sustentam as hipóteses de que os primeiros vertebrados eram predadores (Purnell, 1995; Donoghue *et al.*, 2000).

Em 1997, Purnell & Donoghue, estudando as associações naturais de *Idiognathodus* do Pensilvaniano, produziram uma modelagem fiel do aparelho dos ozarkodinídeos considerado um dos grupos mais bem sucedidos evolutivamente de conodontes. Nesta modelagem foi proposto que os elementos anteriores S e M (elementos conodontes ramiformes de formato multicuspidado) dos ozarkodinídeos seriam fixados a uma placa cartilaginosa. Esses elementos fariam um movimento no sentido de capturar e aprisionar a presa, iniciando uma "digestão" mecânica e os elementos posteriores seriam responsáveis por rasgar e triturar o restante do alimento.

3.3. OS ESTUDOS DO ANIMAL CONODONTE

As descobertas das impressões fósseis do animal conodonte foram obtidas no Carbonífero inferior da Escócia, no Siluriano dos Estados Unidos e no Ordoviciano superior da África do Sul. No Granton Shrimp Bed, Carbonífero inferior da Escócia, foram encontrados 12 espécimes de um organismo denominado *Clydagnathus windsorensis*. Estes, eram pequenos e semelhantes às enguias, com o corpo comprimido bilateralmente, comprimento entre 21 e 55 mm e largura entre 1,2 a 1,8 mm. Esses organismos apresentam uma cabeça bem preservada, com olhos grandes em relação ao corpo e laterais, e dentes um poucos abaixo dos olhos; o tronco, com miômeros e notocorda e a nadadeira caudal radiada, aparentemente simétrica (Aldridge *et al.*, 1993). Os elementos conodontes do Granton Shimp Bed são classificados como ozarkodinídeos e consistem em 11 elementos ramiformes (M e S), formando uma espécie de "cesta" cuja função era a captura da presa e dois pares de sucessivos elementos pectiniformes (P1 e P2) utilizados para processar o alimento (Jeppsson, 1979; Briggs *et al.*, 1983; Dzik, 1986; Purnell & von Bitter, 1992).

Uma única impressão de um espécime de conodonte, denominado *Panderodus*, foi o segundo achado fóssil deste animal no Siluriano de Waukesha, Wisconsin – Estados Unidos. Ver figura 10, paleoarte sobre de como seria o corpo do animal conodonte.

A terceira e uma das mais recentes descobertas de traços das partes orgânicas de conodontes encontra-se em associação com aparelhos alimentares gigantes (com algo em torno de 20 mm de tamanho) na porção basal do Soom Shale Member, no Ordoviciano superior da África do Sul (Theron *et al.*, 1990; Aldridge & Theron, 1993).

3.4. A POSIÇÃO FILOGENÉTICA DOS CONODONTES

O posicionamento da afinidade zoológica dos conodontes ainda é considerado um dos problemas paleontológicos mais fascinantes e complexos (Rhodes, 1954). No início, as ideias sobre as afinidades filogenéticas dos conodontes foram revistas por Rhodes (1954) e Lindstrom (1964), com a conclusão geral de que os conodontoforídeos foram organismos de corpo com tecidos moles, simetria bilateral e hábito livre natante.

Conway-Morris (1976) sugere que os conodontes podem ter sido um extinto grupo de invertebrados denominados lofoforados, por outros autores conhecidos como tentaculata.

Os conodontes já foram considerados como pertencentes aos filos Cnidaria, Brachiopoda, Anellida, Mollusca, Arthropoda e até mesmo considerados espinhos de plantas (cf. Muller, 1981, p. W79). Foram também considerados como membros dos filos Chaetognatha (Bengtson, 1983) e Conodonta (Briggs *et al.*, 1983; Sweet, 1988). Outros autores sugerem que os conodontes são melhor posicionados como um grupo irmão dos vertebrados (Christoffersen & Araújo de Almeida, 1994).

A relação filogenética entre conodontes e chaetognatos foi primariamente sugerida por Rietschel (1973) e retomada por Briggs *et al.* (1983) como uma possível e consistente interpretação para as feições dos tecidos moles dos primeiros animais conodontes estudados. Esta relação também foi defendida por Kasatkina & Buryi (1996).

Com a descoberta do organismo conodonte, finalmente, sua afinidade com o filo Chordata foi estabelecida (Dzik, 1986; Aldridge *et al.*, 1986; 1993; Briggs *et al.*, 1987; Janvier, 1995). A presença de características como notocorda, miômeros, simetria bilateral, presença de uma cabeça bem desenvolvida (até com presença de olhos), tronco e nadadeira caudal, inserem os conodontes no Filo Chordata (Purnell *et al.*, 1995). Estudos histológicos em elementos conodontes ozarkodinídeos, identificaram em sua estrutura interna substâncias orgânicas semelhantes ao esmalte, dentina e tecido ósseo, consideradas características únicas nos vertebrados (Sansom *et al.*, 1992; 1994).

Os dados obtidos através da análise anatômica dessas impressões fósseis, apoiados pelas características da microestrutura interna dos elementos conodontes, indicam que esses organismos estão posicionados entre os vertebrados mais primitivos. A falta de um esqueleto mineralizado sugere que os conodontes teriam sido um grupo paralelo ao dos agnatos, que são vertebrados desprovidos de mandíbulas, porém, mais avançado que o dos mixinóides, que são vertebrados sem aparelho dentário mineralizado. Essas evidências levam a crer que os conodontes teriam sido um grupo irmão do clado que compreende os mixinóides, agnatos e lampréias (Purnell *et al.*, 1995; Donoghue *et al.*, 1998).

3.5. INTERPRETAÇÕES SOBRE A ALIMENTAÇÃO DOS CONODONTES

Com o passar evolutivo, a mudança de um hábito alimentar suspensívoro para predatório (ou necrófago) foi a mais importante inovação dos vertebrados, proporcionando a chave para a compreensão das mudanças evolucionárias repentinas sofridas pelo grupo. Encontrar evidências da existência de um mecanismo alimentar nos primitivos vertebrados é crucial para a resolução desse debate e os conodontes constituem peça fundamental para essa questão.

A questão dos hábitos alimentares dos conodontes é controversa. De acordo com o conhecimento corrente, os primeiros vertebrados deveriam ser relativamente inativos e de hábito suspensívoro. Adicionalmente, supõem-se que os conodontes teriam um modo de vida comparável ao do anfioxo e das larvas de lampréias, que se alimentam através da coleta de partículas microscópicas em suspensão.

A forma do corpo achatado lateralmente sugere que esses animais foram nadadores ativos, da mesma forma que a organização e as evidências de desgaste das peças dentais dos conodontes, evidenciam um possível hábito macrófago. Como supostos predadores ativos, os conodontes deveriam alimentar-se de animais cujo tamanho fosse compatível com seu volume corpóreo. Em função de seu diminuto tamanho, o zooplâncton seria uma opção de alimento viável. Apesar de as evidências

levarem a crer que o zooplâncton constituiu parte da dieta alimentar dos conodontes, ainda não existem registros que corroborem para tal hipótese.

Os hábitos alimentares dos conodontes sempre foram muito discutidos na paleontologia e, até o presente momento, nenhuma espécie animal ou vegetal recebeu aprovação geral como provável dieta alimentar desses organismos.

Por serem considerados animais livres natantes (nectônicos) que habitaram uma variável faixa na coluna d'água, encontrar comida não deve ter constituído um problema para um animal conodonte adulto. Outro grupo animal que pode ter servido de alimento para os conodontes, é o dos tardígrados.

Os tardígrados, são pequenos animais que pertencem a classe dos Artrópodes. Também conhecidos como ursos d'água, foram descritos pela primeira vez há 200 anos atrás. Embora os tardígrados não sejam incomuns, raramente são encontrados devido ao diminuto tamanho, que varia de 0,2 a 0,5 mm de comprimento. Esses animais possuem quatro pares de pernas e corpo coberto por uma cutícula de quitina (Nelson & Higgins, 1990). Vivem nos habitats marinho e dulcícola, e podem ser encontrados nos espaços intersticiais dos primeiros centímetros de areia da zona do litoral, no limo orgânico de algas, carapaças e outros substratos, e nos sedimentos de mares profundos (Ruppert & Barnes, 1996). Podem ser herbívoros, fungívoros ou carnívoros e seu registro paleontológico remonta ao Cambriano (Nelson & Higgins, 1990).

3.6. A IMPORTÂNCIA E AS APLICAÇÕES DOS CONODONTES

Pelo fato de os elementos conodontes terem uma ampla ocorrência mundial e uma variação morfológica muito grande no tempo, eles são considerados como uma importante ferramenta bioestratigráfica para todo o Paleozóico, e Triássico.

Estes elementos conodontes também podem ser utilizados para estabelecer o grau de maturação de matéria orgânica através do índice de alteração de

cor (IAC), desse modo, considerados importantes indicadores geotermiais. A matéria orgânica presente nas peças denticuladas é sensível ao aquecimento hidrotermal (metamorfismo) durante um processo diagenético, e, a medida que sofre queima, a cor da peça varia entre o amarelo pálido, se submetida à temperaturas na ordem de 50° C e o preto, no caso destas chegarem à 600°C. Assim, o estudo do Índice de Alteração de Cor dos elementos conodontes os torna importante ferramenta na pesquisa de hidrocarbonetos (Epstein *et al.*, 1977).

Os conodontes também são importantes ferramentas na interpretação paleoecológica do meio (paleoambiente) em que viviam. Determinados gêneros são restritos das águas mais rasas, bem oxigenadas e com maior saturação ou flutuação de salinidade (hipersalinas), enquanto outros, são típicos de ambientes mais profundos, pouco oxigenados e com salinidade normal (estenohalina) (Rexroad *et al.*, 1998). Além disso, são peças fundamentais na discussão sobre a idade dos primeiros vertebrados bem como sobre a evolução dos cordados (Donoghue *et al.*, 2000) pois a significância dos conodontes centraliza-se em torno do estudo dos aparelhos alimentares e da biomineralização dos componentes do esqueleto. Independentemente do fato de os conodontes terem sido cordados acraniados ou craniados, seus elementos são importantes como indício para o desenvolvimento do esqueleto mineralizado na filogenia dos craniata.

3.7. QUANTO AOS PRIMEIROS VERTEBRADOS, ORIGEM ESQUELETAL E EVOLUÇÃO

Em toda a complexidade do Filo Chordata que reúne organismos dotados de caracteres como: notocorda, canal neural dorsal, fendas branquiais faríngeanas, uma cauda pós anal e blocos de músculos em muitas vezes em chevron e segmentados chamados miômeros. Indivíduos modernos desse filo incluem o subfilo Urochordata, Cephalochordata e Craniata, mas devido à linha de preservação ser maior em formas portadoras de esqueleto ósseo, ou seja, partes duras, somente os Craniata possuem substancial registro fóssil (Chen *et al.*, 1999).

Devido à informação paleontológica ser fragmentada, e a lacuna existente no registro fóssil na origem dos Chordata, ocasiona o principal obstáculo na pesquisa da origem dos vertebrados. Garstank (1928), discorre que os cordados possuem uma origem pedomórfica e postula que um organismo urocordado ou cefalocordado deva ter adquirido maturidade sexual durante uma fase juvenil, constituindo um segmento inicial para a evolução dos cordados e vertebrados.

Atualmente, o fóssil mais antigo de vertebrado descoberto, compreende pequenos ossos fosfáticos de coloração escura, datados do final do Cambriano de Wyoming Repetski (1978). Denominado de *Anatolepsis*, é provável que tenha sido uma espécie de peixe agnato; sem mandíbula.

Autores, como Repetski (1978) consideram que as escamas do *Anatolepsis* possuem uma microestrutura diferente se comparada aos ossos de vertebrados. Porém, em estudos posteriores, (Smith *et al.*, 1996) admitiram o *Anatolepsis* como um vertebrado, uma vez que suas placas ósseas contêm dentina, uma forma de apatita que é exclusiva e presente na maior parte dos vertebrados.

E apesar das feições diagnósticas, uma das características básicas da estrutura dos vertebrados é a existência da simetria bilateral. A bilateralidade pode ser definida como a facilidade em distinguir um eixo principal antero-posterior, lados esquerdo e direito e porções ventral e dorsal.

Este tipo de simetria bilateral pode ter evoluído quando os animais foram se tornando adaptados com uma forma rastejante sobre o fundo oceânico. A diferenciação das superfícies dorsais e ventrais, o surgimento de uma boca ventral e a cefalização, são algumas alterações que podem ter conduzido platelmintos primitivos a uma organização bilateral. Talvez estes animais, posteriormente, deram origem às demais formas (Hickmann, 1995).

Uma outra teoria sobre a origem dos Chordata, muito criticada pela comunidade científica, pertence a Jefferies (1986), que propõe um grupo chamado calcichordatas como a base da evolução dos cordados. Segundo as interpretações de Jefferies (1986), o evento denominado de “explosão cambriana” ocorreu simultaneamente com uma outra explosão, a esqueletização dos animais marinhos. Alterações na química dos oceanos cambrianos, possivelmente tenham sido responsáveis por tais mudanças. Calorosas discussões no meio científico, na tentativa

de definir quais são os vertebrados mais primitivos e cordados aponta dois candidatos, ambos de idade cambriana (550 a 505 milhões de anos), um deles é o *Pikaia gracilens*, do Folhelho Burges do Canadá, Cambriano médio e outro é *Emmonaspis cambrensis* do Cambriano superior de Vermont. Considerado por muitos como o primeiro vertebrado; *Pikaia gracilens*; foi primariamente interpretado como um anelídeo, tal como um poliqueto marinho (Walcott, 1911), e, desde então, tem sido aceito como um grupo aparentado aos cefalocordados, baseado em sinapomorfias tais como: feições de barras longitudinais ao longo do corpo (notocorda) acompanhando o dorso e músculos, os quais são divididos em segmentos (Conway Morris, 1998). O *Emmonaspis cambrensis*, desde sua descrição inicial foi relacionado a graptólitos, cordados e artrópodes (Conway Morris, 1993).

Romer & Grove (1935) e Romer (1968), por muito tempo mantiveram o pensamento de que a origem dos vertebrados estaria relacionada aos movimentos dos seus ancestrais do mar para a água doce. Romer (1968) argumenta que a evolução do cérebro, órgãos sensoriais especializados e habilidades melhoradas do nadar foram resultado da seleção em animais que nadavam contra correntes marinhas e fluviais. A análise da estrutura e da função do rim parece sustentar a hipótese de que os primeiros vertebrados teriam evoluído na água doce melhor do que na água salgada segundo Smith (1932).

Gerando um consenso entre esses pesquisadores sobre o pensamento anteriormente citado, de que o grupo dos vertebrados evoluiu em um ambiente marinho, entretanto, ele é parcialmente baseado em uma evidência negativa.

Sendo a verdade de que nenhum fóssil de vertebrado de água doce tenha sido descrito antes do início do Devoniano, nenhum depósito reconhecido de água doce deste tempo foi mencionado (Copeland, 1983). A formação de tecidos esqueléticos em vertebrados modernos é um processo bastante complexo, pois ocorre o envolvimento de células especializadas, enzimas, sais minerais, e proteínas fibrosas (Moss, 1964, 1968). A deposição de dentina, material semelhante ao esmalte, em escamas e dentes de tubarão exemplifica como as camadas de um tecido semelhante poderiam ter formado o esqueleto dos primeiros vertebrados (Moss, 1977). Segundo Tarlo (1964), os ossos se desenvolveram originariamente não como forma de defesa, mas como uma reserva de fosfato. O fosfato é um componente essencial para reserva e transferência

de energia em todos os vertebrados e ainda, é uma substância que pode ser obtida no ambiente natural com a vantagem de ser insolúvel em água. A quantidade de fosfato é, frequentemente, um fator limitante do crescimento em uma população. A superfície óssea de alguns peixes paleozóicos apresenta mudanças através das estações que podem ser atribuídos a períodos de deposição e reabsorção de fosfato. Os ossos também atuam como reservatório de cálcio em todos os vertebrados.

Nas guardas do registro fóssil dos primeiros vertebrados, formas de tecido ósseo recobriam o corpo superficialmente. O mais antigo registro conhecido de tecido calcificado remonta ao Ordoviciano médio, e pertence ao gênero *Astraspis*. Sua constituição era de um complexo material com feições que se assemelhavam aos ossos e aos dentes dos modernos vertebrados (Orvig, 1968,1977). O tecido que recobria o corpo do *Astraspis* consistia de uma camada basal de tecidos semelhantes aos ossos, exceto pela ausência de *lacunae*, que nos vertebrados atuais marcam a posição das células ósseas, os osteócitos. Mais superficialmente, esse material esquelético consiste de tecidos que são histologicamente similares a dentina e ao esmalte dos dentes e desenvolvidos ao redor das aberturas semelhantes as cavidades pulposas.

Equipes de trabalho das universidades de Birmingham e Durham e dos hospitais Guy's e St. Tomas de Londres em um estudo pioneiro, utilizou resolução óptica e escaneamento no microscópio eletrônico para analisar seções polidas de elementos conodontes. As análises revelaram complexas estruturas internas, onde se observou que os elementos conodontes são compostos por um tecido duro e leve, semelhante ao esmalte, células ósseas, cartilagem calcificada e dentina, todas características dos vertebrados. Essas evidências, combinadas às características das partes moles dos animais conodontes indicam que estes organismos estão entre os mais primitivos vertebrados. A falta de um esqueleto mineralizado indica que são tão primitivos quanto os pequenos mandibulados encouraçados, como os peixes ostracodermos, e mais avançados que os mixinóides (peixe-bruxa), que não possuem esqueleto fosfático.

A composição dos elementos conodontes são formados por finos cristais de carbonato de cálcio (fluorapatita) de 0,5 a 1,00 μ m de diâmetro, com adição de camadas escuras de substância orgânica, contendo aminoácidos (Brasier, 1979). Os conodontes são peças importantes para a compreensão da evolução dos cordados,

sendo que sua importância centraliza-se em torno da biomineralização dos componentes de seu esqueleto. Assim, suas peças dentárias são importantes ferramentas para desvendar o segredo do início do desenvolvimento do esqueleto mineralizado dos vertebrados. Os filos animais sofrem com diferentes pressões de seleção ao longo de sua evolução, desenvolvendo, muitas vezes, soluções similares para problemas em comum. Vários níveis de organização corporal foram adquiridos em paralelo, como resultado de convergência adaptativa por diferentes linhagens filogenéticas (Ruppert & Barnes, 1996).

O formato do corpo dos conodontes faz lembrar as enguias atuais contudo, em tamanho muito reduzido. As enguias atuais apresentam uma série de peculiaridades quanto ao seu modo de vida e, em função das similaridades morfológicas com os conodontes, são importantes, e servem de objetos para a discussão acerca de seus hábitos. Dentre as semelhanças morfológicas entre os conodontes e as enguias está o fato de ambos possuírem um corpo alongado e esguio e uma nadadeira caudal. Além disso, os corpos de ambos não possuem achatamento dorsoventral, que é uma característica comum à animais escavadores de fundo.

Até o momento, o registro de uma possível fase larval em conodontes é nulo. E esse fato, apesar de provável, dificilmente perderá o *status* de mera especulação, dada a série de fatores necessários à preservação fóssil de partes moles, aliados ao fator sorte para encontrá-las e reconhecê-las como tal.

Um outro grupo de organismos que possui muitas feições anatômicas similares ao dos conodontes são os chaetognathos, atualmente distribuídos em vários níveis dentro dos oceanos modernos. As semelhanças entre a anatomia dos chaetognathos e os conodontes são vagas, sendo ambos pequenos e bilateralmente simétricos e apresentando uma nadadeira caudal. Dentre os aspectos divergentes estão o fato de a nadadeira caudal dos conodontes ser dorsoventral, ao contrário da posição lateral presente nos chaetognathos (Kasatkina & Buryi, 1996), e o fato de os músculos em “V” dos conodontes não serem semelhantes à musculatura presente nos chaetognathos.

O estudo do comportamento de animais modernos como as enguias e os chaetognathos, cuja morfologia corporal se aproxima do padrão morfológico dos

conodontes, pode auxiliar na construção de um provável modelo comportamental para os conodontes. Embora a probabilidade deste modelo ser comprovado seja pequena, as hipóteses levantadas podem auxiliar no esclarecimento de importantes questões paleontológicas no que se refere ao estudo comportamental dos conodontes.

3.8. REFERÊNCIAS & BIBLIOGRAFIAS

ALDRIDGE, R. J.; BRIGGS, D. E. G. 1986. Conodonts. In: HOFFMAN A., NITECKI M. H. **Problematic Fossil Taxa**. New York: Oxford University Press, p. 227-239. (Oxford Monographs on Geology and Geophysics, v. 5.).

ALDRIDGE, R. J.; SMITH, M. P.; NORBY, R. D.; BRIGGS, D. E. G. 1987. The architecture and function of Carboniferous polygnathacean conodont apparatuses. In: Aldridge, R. J. (Ed.). **Palaeobiology of conodonts**. Chichester: Ellis Horwood. p. 63-75.

ALDRIDGE, R.J. 1987. Conodont palaeobiology: a historical review. In: ALDRIDGE, R.J., (ed.). **Palaeobiology of conodonts**. Chichester: Ellis Horwood, p. 11-34.

ALDRIDGE, R.J.; BRIGGS, D.E.G.; CLARKSON, E.N.K; SMITH, M.P. 1986. The affinities of conodonts - new evidence from the Carboniferous of Edinburgh, Scotland. **Lethaia**, v. 19, p. 279-291.

ALDRIDGE, R.J.; BRIGGS, D.E.G.; SMITH, M.P.; CLARKSON, E.N.K.; CLARK, N.D.L. 1993. The anatomy of conodonts. **Philosophical Transaction of Royal Society of London**, v. B-340, p. 405-421.

ALDRIDGE, R.J.; THERON, J.N. 1993. Conodonts with preserved soft tissue from a new Ordovician Konservat-Lagerstätte. **Journal of Micropalaeontology**, v. 12, n. 1, p.113-117.

ANSTEY, R. L.; CHASE, T. L 1974. **Environments through time**. A laboratory manual in the interpretation of ancient sediments and organisms. Minneapolis, Burgess. 136p.

AUSTIN, R.L. 1987. **Conodonts: Investigative techniques and applications**. Ellis Horwood. 562 p. British Micropaleontological Society Series.

BAESEMANN, J. F. 1973. Missourian (Upper Pennsylvanian) conodonts of the Northeaestern Kansas. **Journal of Paleontology**, v. 47, n. 4, p. 689-710.

BAESEMANN, J. F.; LANE, H. R. 1985. Taxonomy and evolution of the genus *Rachistognathus* Dunn (Conodonta: Late Mississippian to Early Pennsylvanian). **Courier Forschungsinstitut Senckenberg**, v. 74, p. 93-136.

BAESEMANN, J.; PURNELL, M. 2000. *Ubinates*, a new name for the genus *Aethotaxis* Baesemann, 1973 (Vertebrata, Conodonta) preoccupied by *Aethotaxis* De Witt, 1962 (Vertebrata, Osteichtyes). **Journal of Paleontology**, n. 74, 544p.

BARRICK, J. E.; BOARDMAN, II D. R. 1989. Stratigraphic distribution of morphotypes of *Idiognathodus* and *Streptognathodus* in Missourian –lower Virgilian strata, north-central Texas. In: Boardman, D. R.; Barrick, J. E.; Cocke, J. M.; Nestell, M. (Ed.). Late Pennsylvanian chronostratigraphic boundaries in north-central Texas – glacial-eustatic events, biostratigraphy and paleoecology, a guidebook with contributed papers. v. 2, p. 167-188. **Texas Tech University Studies in Geology 2**.

BARRICK, J. E.; HECKEL P. H. 2000. A provisional conodont zonation for Late Pennsylvanian (Late Carboniferous) strata in Midcontinent Region of North America. **Newsletter on Carboniferous Stratigraphy**, v. 18, p. 15-22.

BARRICK, J. E.; HECKEL P. H.; BOARDMAN, II D.R. 1999. Evolutionary patterns in Late Pennsylvanian *Idiognathodus* and *Streptognathodus* and implications for chronostratigraphic boundary characterization and recognition. **Kansas Geological Survey Open File Report**, v. 99, n. 27, p. 178-185.

BAUCHOT.M.L.; PRAS. A. 1993. **Guía de los peces de mar de España y de Europa**. Madrid: Omega, 432 p.

BENDER, H.; STOPEL, D. 1965. Perm Conodonten. **Geologisches Jahrbuch**, v. 82, p. 331-364.

BENDER, K. P. 1980. Lower and Middle Pennsylvanian conodonts from the Canadian Arctic Archipelago. **Paper Geological Survey of Canada**, v. 7, p. 9-15.

BENGTSON, S. 1976. The structure of some Middle Cambrian conodonts and the early evolution of conodont structure and function. **Lethaia** v. 9, p.185-206.

BENGTSON, S. 1983. A functional model for conodonts apparatus. **Lethaia**, v. 16, p. 38.

BENLLOCH, M. M.; DE SANTISTEBAN, C. 1993. Dolomitization as an eventual determining factor in the colour alteration index (CAI). **Geobios**, v. 26, p. 745-750.

BLIECK, A. 1992. At the Origin of Chordates. **Geobios**, v. 25, p. 101-113.

BOARDMAN, II D. R.; HECKEL, P. H.; BARRICK, J. E.; NESTELL, M.; PEPPERS, R. A. 1990. Middle-Upper Pennsylvanian Chronostratigraphic Boundary in the Midcontinent Region of North America. **Courier Forschungsinstitut Senckenberg**, v. 130, p. 319-337.

BRASIER, M.D. 1979. **Microfossils**. Oxford. University of Oxford, 193 p

BRIGGS, D. E. G. 1992. Conodonts: A major extinct group added to the vertebrates. **Science**, v. 256, p. 1285-1286.

BRIGGS, D.E.G.; ALDRIDGE, R.J.; SMITH, M.P. 1987. Conodonts are not aplacophoran molluscs. **Lethaia**, v.20, p. 381-382.

BRIGGS, D.E.G.; CLARKSON, E.N.K.; ALDRIDGE, R.J. 1983. The conodont animal. **Lethaia**, v. 16, p. 1-14.

BRITO, I. M. 2000 Equinodermas. In: CARVALHO, I. de S. (ed.) **Paleontologia**, Rio de Janeiro. **Interciência**,. p. 20-45.

BROWN, L. M.; REXROAD, C. B.; EGGERT, D. L.; HOROWITZ, A. S. 1991. Conodont Paleontology of the Providence Limestone Member of the Dugger Formation (Pennsylvanian, Desmoinesian) in the southern part of the Illinois Basin. **Journal of Paleontology**, v. 65, p. 945-957.

BUTLER, G.M.; CUFFEY, R.J.1991. Bryozoans as estuarine indicators – paleoecologic implications from the modern fauna of Delaware Bay. **Geological Society of America: Abstracts with Programs**, n. 23, p.14.

CAPUTO, M.V.; CROWELL, J.C. 1985. Migration of glacial centers across Gondwana during Paleozoic Era: **Geological Society of America Bulletin**, v. 96, p. 1020-1036.

CARVALHO, I. de S. 2000. **Paleontologia**, Rio de Janeiro: Interciência. 628 p.

CASTRO, J.C.; WEINSCHÜTZ, L.C.; CASTRO, M.R. Estratigrafia de Sequências das formações Taciba e Rio Bonito (Membro Triunfo) na região de Mafra/SC, leste da Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v.13, n.1, p. 27-42, 2005.

CHEN, J.Y.; HUANG, D.Y. ; LI, C.W. 1999. An Early Cambrian craniate-like chordate. **Nature**, n.402, p.518-522.

CHRISTOFFERSEN, M.L.; ARAUJO-DE-ALMEIDA, E. 1994. A phylogenetic framework of the Enterocoela (Metameria: Coelomata). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 9, p. 73-208.

CLARK, D. L. 1972. Early Permian crisis and its bearing on Permo-Triassic conodont taxonomy. **Geológica eta Palaeontologica**, v. SB1, p. 147-158.

CLARK, D. L.; ETHINGTON, R. L. 1962. Survey of Permian conodonts in western North America. **Brigham Young University Geological Studies**, v. 9, n. 2, p. 102-114.

CLARKSON, E. N. K. 1986. **Invertebrate Paleontology and Evolution**. London, George Allen & Unwin. 323 p.

CONWAY MORRIS, S. 1976. A new Cambrian lophophorate from the Burgess Shale of British Columbia. **Paleontology**, v.19, p. 199-222

CONWAY MORRIS, S. 1993. Ediacaran-like fossils in the Cambrian Burgess Shale-type faunas of North America. **Palaeontology**, v.36, p. 593-635.

CONWAY MORRIS, S. 1998. **The Crucible of Creation**. Cambridge: Cambridge University Press. 242p.

CONWAY-MORRIS, S. 1989. Conodont palaeobiology: recent progress and unsolved problems. **Terra Nova**, v. 1, p. 135-150.

COPELAND, M. 1983. Personal communication. **Geological Survey of Canada**.

CORDANI, U.G.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F.M.da. 1984. Estudo Preliminar de Integração do Pré-Cambriano com os Eventos Tectônicos das Bacias Sedimentares Brasileiras. **Série Ciência-Técnica-Petróleo**, v. 15, p. 27-34.

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

DAVIS, L. E.; WEBSTER, G. D. 1985. Late Mississippian to Early Pennsylvanian Conodont Biofacies in Central Montana. **Lethaia**, v. 18, p. 67-72.

DEWITT, H. H. 1962. A New Antarctic Nototheniid Fish With Notes on Two Recently Described Notothenii Forms. **Copeia**, v. 1962, p. 826-33.

DOMACK, E.W. 1988. Biogenic facies in the Antarctic glacial marine environment, basis for a polar glacial marine summary. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, v.63, p. 357-372.

DONOGHUE, P.C.J.; FOREY, P.L.; ALDRIDGE, R.J. 2000. Conodont affinity and chordate phylogeny. **Biological Review**, v. 75, p.191-251.

DONOGHUE, P.C.J.; PURNEL, M.A.; ALDRIDGE, R.J. 1998. Conodont anatomy, chordate phylogeny and vertebrate classification. **Lethaia**, v. 31, p. 211-219.

DRIESE, S. G.; CARR, T. R; CLARK, D. L. 1984. Quantitative analysis of Pennsylvanian shallow-water conodont biofacies. In: CLARK, D. L. (Ed.). **Conodont Biofacies and Provincialism**. USA: GSA. Special paper 196, p. 233-250.

DUNN, D. L. 1966. New Pennsylvanian platform conodonts from southwestern United States. **Journal of Paleontology**, v. 40, n. 6, p.: 1294-1303.

DZIK, J. 1976. Remarks on the evolution of Ordovician conodonts. **Acta Paleontologica Polonica**, v. 21, n. 4, p. 395-455.

DZIK, J. 1986. Chordate Affinities of the Conodonts. In: Hoffman e Nitecki, M.H., (eds.). **Problematic Fossil Taxa**. New York: Oxford University Press. p. 240-254. (Oxford Monographs on Geology and Geophysics, v.5).

ELLISON, S. 1941. Revision of the Pennsylvanian Conodonts. **Journal of Paleontology**, v. 15, n. 2, p. 107-43.

EPSTEIN, A.G.; EPSTEIN, J.G.; HARRIS, L.D. 1977. Conodont color alteration-an index to organic metamorphism. **U.S. Geological Survey Professional Paper**, v. 995, p. 27.
FOREY, P.; JANVIER, P. 1993. Agnathans and the origin of jawed vertebrates. **Nature**, v. 361, p. 129-134.

FRANÇA, A.B. & POTTER, P.E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatórios do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1). **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 2, p. 147-191, 1988.

FREYDANK, H. G. 1957. Geology of the Rio Jatapu and Rio Capucapu. **Relatório interno PETROBRÁS**, n. 156A, Belém.

FÚLFARO, V. J. 1965. Conodontes do Calcário Itaituba do Carbonífero do Rio Tapajós, Estado do Pará. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 14, n. 1/2, p. 29-40.

GARSTANG, W. 1928. The morphology of the Tunicata. **Quarterly Journal of Microscopical Science**, v.72, p. 51-189.

GONÇALVES, A. & TOMMASI, E. Mapeamento faciológico do Grupo Itararé no Estado de Sta. Catarina. **Petrobrás, Relatório Desul 437**, Ponta Grossa, 1974.

GRAYSON, R. C. Jr. 1979. Stop descriptions – Fifth day. In: SUTHERLAND, P. K., MANGER, W. L. (Ed.) Mississippian-Pennsylvanian shelf-to-basin transition, Ozark and Ouachita regions, Oklahoma and Arkansas. **Oklahoma Geological Survey Guidebook**, v. 19, p. 67-76.

GRAYSON, R. C. Jr. 1990. Canyon Creek: A Significant Exposure of a Predominantly Mudrock Succession Recording Essentially Continuous Deposition from the Late Devonian through the Middle Pennsylvanian. **Oklahoma Geological Survey Guidebook**, v. 27, p. 85-114.

HARRIS, R. W.; HOLLINGSWORTH, R. V. 1933. New Pennsylvanian Conodonts from Oklahoma. **American Journal of Science**, v. 5, n. 25, p. 193-204.

HARTT, C. P. 1874. Report of a reconaissance of the Lower Tapajós. **Bulletin Cornell University, (Science)**, v. 1, p. 1-37.

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S.1995. **Animal Diversity**. Dubuque: W.M.C. Brown Publishers. 392p.

IGO, H.; KOIKE, T. 1964. Carboniferous conodonts from the Omi Limestone, Niigata - Prefecture, Central Japan (Studies of Asian Conodonts, Part I). **Transaction and Proceedings Paleontological Society of Japan**, v. 53, p. 179-193.

IGO, H.; KOIKE, T. 1965. Carboniferous conodonts from Yobara Akiyoshi Limestone. Japan (Studies of Asiatic Conodonts, Part II). **Transactions and Proceedings Palaeontological Society of Japan**, v. 59, p. 83-91.

JANVIER, P. 1988. Conodont affinity: a reply. **Lethaia**, v. 21, p. 27.

JANVIER, P. 1995. Conodonts join the club. **Nature**, v. 374, p. 761-762.

JANVIER, P. 1996. Evolution, palaeobiogeography, and life history. In: **Early Vertebrates, Oxford Monographs on Geology and Geophysics**, v. 33, p. 281-284.

JEFFERIES, R.P.S. 1986. The ancestry of the vertebrates. **British Museu (Natural History)**. p 376.

- JEPPSSON, L. 1979. Conodont element function. **Lethaia**, v. 12, p. 153-171.
- KASATKINA, A. P.; BURYI, G. I. 1996. About the relationship of the Chaetognatha with conodonts [abs.]. In: EUROPEAN CONODONT SYMPOSIUM (6), Warsaw. **Abstracts**, Warsaw: Instytut Paleobiologii PAN, p. 27.
- KONIGSHOF, P. 2003. Conodont deformation patterns and textural alteration in Paleozoic conodonts: examples from Germany and France. Senckenberg. **Lethaia**, v. 83, n. 1/2, p. 149-156.
- LAMBERT, L. L.; BARRICK, J. E.; HECKEL, P. H. 2001. Provisional lower and middle Pennsylvanian conodont zonation in Midcontinent North America. **Newsletter on Carboniferous Stratigraphy**, v. 19, p. 50-55.
- LANDING, E.; WARDLAW, B. R. 1981. Atokan Conodonts from the Pennsylvanian Outlier of the Michigan Basin. **Journal of Paleontology**, v. 55, n. 6, p. 1251-1269.
- LANE, G. 1967. Uppermost Mississippian and Lower Pennsylvanian Conodonts from the Type Morrowan Region, Arkansas. **Journal of Paleontology**, v. 41, n. 4, p. 920-942.
- LANE, H. R. 1977. Morrowan (Early Pennsylvanian) conodonts of northwestern Arkansas and northeastern Oklahoma. Oklahoma, **Geological Survey Guidebook**, v. 18, p. 177-180.
- LANE, H. R.; STRAKA, II J. J. 1974. Late Mississippian and Early Pennsylvanian Conodonts, Arkansas and Oklahoma. **Geological Society of America Special Paper**, v. 152, 144p.
- LANE, H. R.; MERRILL G. K.; STRAKA, II J. J.; WEBSTER G. D. 1971. North American Pennsylvanian Conodont Biostratigraphy. **Geological Society of America Memoir**, v. 127, p. 395-414.
- LEMOS, V. B. 1990a. **Assembléias de Conodontes do Carbonífero da Bacia do Amazonas**. 1990. 259f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- LEMOS, V. B. 1990b. Upper Carboniferous Conodonts from the Amazon and Solimões Basins, Brazil. In: LATIN AMERICAN CONODONT SYMPOSIUM, 1. 1990. Córdoba, AR, **Resúmenes** Córdoba: ANC, p. 105-106. (Project 271).
- LEMOS, V. B. 1992a. Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. Taxonomia - Parte I. **Pesquisas**, v. 19, n. 1, p. 75-93.
- LEMOS, V. B. 1992b. Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. Taxonomia - Parte II. **Pesquisas**, v. 19, n. 2, p. 120-131.

LEMOS, V. B.; MEDEIROS, R. A. 1996a. O Limite Morrowano/Atokano na Bacia do Amazonas, Brasil, com Base em Conodontes. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, v. 10, n. 1/4, p. 165-173.

LEMOS, V. B.; MEDEIROS, R. A. 1996b. Conodontes do Carbonífero Inferior da Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, v. 10, n. 1/4, p. 55-60.

LEMOS, V. B.; SCOMAZZON, A. K. 2001. The Biochronostratigraphy of the Amazonas Basin, Brazil based on Conodonts. In: WORKSHOP CORRELAÇÃO DE SEQÜÊNCIAS PALEOZÓICAS SUL-AMERICANAS, 2001. (**Ciência Técnica Petróleo**. Seção: Exploração de Petróleo, n. 20).

LINDSTROM, M. 1964. **Conodonts**. Amsterdam: Elsevier. 196 p.

LINDSTROM, M. 1970. A suprageneric taxonomy of the conodonts. **Lethaia**, v.3, p.427-445.

LÓPEZ, G.; FERRERA, B; LÓPEZ, S. 2006. Aplicación de los conodontos al conocimiento de la evolución tectotérmica de las zonas externas de los orógenos. **Revista española de Micropaleontología**, v. 38, n. 2/3, p. 289-297.

LOTINA, R.; HORMAECHEA, M.1975. **Peces de Mar y río**. Espanha. Asuri. v. 1- 4.
Machado, L.C. Fácies e arcabouço estratigráfico do Grupo Itararé em Alfredo Wagner (SC) – sedimentação periglacial. Ouro Preto, UFOP, Dissertação de Mestrado, 161p, 1989.

MARCHALL, J.F.; DAVIES, P.J. 1978. Skeletal carbonate variation on the continental shelf of Australia. **BMR Journal of Australian Geology and Geophysics**, v.3, p. 85-92.

MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K.V. 1988. **Five Kingdoms. An illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth**, 2 ed. New York: W.H. Freeman and Company. 376p.

MATSUDA, N. S. 2003. **Carbonate sedimentation cycle and origin of dolomite in the Lower Pennsylvanian intracratonic Amazon Basin – Northern, Brazil**. 2003. 231p. (Ph.D. thesis) -Department of Earth & Planetary Science. University of Tokyo, Tokyo, Japan.

MATSUDA, N. S.; DINO, R.; WANDERLEY FILHO, Jr. 2004. Revisão Litoestratigráfica do Grupo Tapajós, Carbonífero Médio – Permiano da Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, v. 12, n. 2, p. 435-441.

MCKERROW, W.S.; ZIEGLER, A.M. 1972. Palaeozoic Oceans. **Nature, Physical Sciences**, v. 240, p. 92-4.

Medeiros, R.A. Excursão no. 2, Bacia do Paraná. In: XXV Cong. Brasileiro de Geologia. S.B.G., Núcleo S.Paulo, Boletim Especial n. 2, p.15-25, 1971.

MERRILL, G. K. 1972. Taxonomy, phylogeny and biostratigraphy of *Neognathodus* in Appalachian Pennsylvanian rocks. **Journal of Paleontology**, v. 46, p. 817-829.

- MERRILL, G. K. 1973. Pennsylvanian Nonplatform Conodont Genera, I: *Spathognathodus*. **Journal of Paleontology**, v. 47, n. 2, p. 289-314.
- MERRILL, G. K. 1975. Pennsylvanian Conodont Biostratigraphy and Paleoecology of Northwestern Illinois. Microform Publication, **Geological Society of America**, v. 3, 130p.
- MERRILL, G. K. 1999. *Neognathodus* and the species concept in conodont paleontology. **Bolletino della Società Paleontologica Italiana**, v. 37, p. 465-473.
- MERRILL, G. K.; KING, C. W. 1971. Platform Conodonts from the Lowest Pennsylvanian Rocks of Northwestern Illinois. **Journal of Paleontology**, v. 45, n. 4, p. 645-664.
- MERRILL, G. K.; VON BITTER, P. H. 1976. Revision of conodont biofacies nomenclature and interpretations of environmental controls in Pennsylvanian rocks of eastern and central North America. Royal Ontario Museum, **Life Sciences Contributions**, v. 108, p. 1-46.
- MERRILL, G. K.; VON BITTER, P. H. 1984. Facies and frequencies among Pennsylvanian conodonts: Appatatuses and abundances. In: Conodont Biofacies and Provincialism. **Geological Society of America Special Paper**, v. 196, p. 251-261.
- MILANI, E.J.; ZALÁN, P.V. 1998. The Geology of Paleozoic Cratonic Basins and Mesozoic Interior Rifts of Brazil. (Brazilian Geology Part I). **AAPG International Conference & Exhibition**, 184 p.
- MILANI, E.J.; MELO, J.H.G.de.; SOUZA, P.A.de.; FERNANDES, L.A.; FRANÇA, A.B. **Boletim Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, V.15, nº2, p. 265-287, maio/nov. 2007.
- MOORE, R.C.; LALICKER, C.G.; FISCHER, A.G. 1952. **Invertebrate fossils**. New York: McGraw-Hill, 566p.
- MOSS, M.L. 1964. The phylogeny of mineralised tissues. **Int. Rev. Gen. Exp. Zool.**, v.1, p. 297-331.
- MOSS, M.L. 1968. The origin of vertebrate calcified tissues. In ORVIG, T. (ed.). **Current Problems of Lower Vertebrate Phylogeny**, New York: Intercience, p. 359-372.
- MOSS, M.L. 1977. Skeletal tissue in sharks. **Am. Zool.**, v.17, p. 335-342.
- MOUTINHO, L. P. 2002. **Estudo da Fauna de Invertebrados em Afloramentos da Região de Tapajós, Formação Itaituba – Pensilvaniano da Bacia do Amazonas**. 2002. 155f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MOUTINHO, L. P. 2006. **Assinaturas tafonômicas dos invertebrados da formação Itaituba – aplicação como ferramenta de análise estratigráfica e paleológica na**

seção pensilvaniana aflorante na porção sul da Bacia do Amazonas, Brasil. 2006. 325f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MULLER, K. J. 1956. Triassic conodont from Nevada. **Journal of Paleontology**, v. 30, p. 818-830.

MULLER, K.J. 1981. Zoological Affinities of Conodonts. In: ROBINSON, R.A., (ed.), **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Kansas: Geological Society of America and University Press, Part W, p. W79-W82., (Suppl. 2: Conodonta).

MULLER, K.J.; NOGAMI, Y. 1971. Über die Feinbau der Conodonten. Memoir, **Series of Geology and Mineralogy, Kyoto University, Faculty of Science**, v. 38, p.1-87.

NAIL, R. S.; BARRICK, J. I.; RITTER, S. M. 1996. Preliminary Fusulinid and Conodont Biostratigraphy of the Honaker Trail Formation (Late Middle Pennsylvanian-Late Pennsylvanian) in the Gibson Dome 1 and Elk Ridge 1 Cores, Paradox Basin, Utah. **Utah Geological Association Guidebook**, v. 25, p. 303-311.

NALVIKIN, D.V. 1973. **Geology of the U.S.S.R.** Edinburgh, Oliver & Boyd, 855 p Translation Edition.

NASCIMENTO, S.; SCOMAZZON, A. K.; MOUTINHO, L. P.; LEMOS, V. B; MATSUDA, N. S. 2005. Conodont Biostratigraphy of Two Calcareous Quarries – Lower Itaituba Formation, Atokan Age, Amazonas Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 8, n. 3, p. 193-202.

NASCIMENTO, S.; SCOMAZZON, A. K.; MOUTINHO, L. P.; LEMOS, V. B; MATSUDA, N. S. Conodont Biostratigraphy and Paleoecology of Lower Pennsylvanian Marine Calcareous Profile - Itaituba Formation, Southern Region of Amazonas Basin. **Revista Pesquisas em Geociências**.

NASCIMENTO, S.; SMANIOTTO, L. P.; SOUZA, P.A.; LEMOS, V. B.; SCOMAZZON, A.K. Biostratigraphy (Conodonts and Palynology) from the Itaituba Formation, Pennsylvanian of the Amazonas Basin. **Revista Pesquisas em Geociências**.

NASCIMENTO, S; LEMOS, V. B; SCOMAZZON, A. K.; MOUTINHO, L. P.; MATSUDA, N. S.; SILVA, C. P. - First Occurrence of *Ellisonia* in Brazil - Itaituba Formation, Pennsylvanian of the Amazon Basin. **Revista Española de Micropaleontologia**.

NEIS, P. A. 1996. **Resultados Biocronoestratigráficos das Associações de Conodontes da Formação Itaituba, Carbonífero Superior (Pensilvaniano), da Bacia do Amazonas.** 1996. 138f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NELSON, D.R.; HIGGINS, R.P. 1990. Tardigrada. In: DINDAL, D.L. (ed.) **Soil Biology Guide**. New York: John Wilwy & Sons. p. 393-419.

NIE, S.Y.; ZIEGLER, A. M.; ROWLEY, D.B. 1990. Constraints on the locations of Asian microcontinents in Paleo-Tethys during the Late Palaeozoic. In: McKERROW, W.S & SCOTSE, C.R. (ed.) Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. **Geological Society**, London, Memoir, v.12, p. 397-409.

ORVIG, T. 1968. The dermal skeleton: general considerations. In: ORVIG, T. (ed.). **Current Problems of Lower Vertebrate Phylogeny**. Stockholm: Almqvist and Wiksell. p.373-397.

ORVIG, T. 1977. A survey of odontodes ("dermal teeth") from developmental, structural, functional, and phyletic points of view. In: ANDREWS, S. M.; MILES, R.S.; WALKER, A. D. (eds.). **Problems in Vertebrate Evolution**, v. 4, p. 53-75. (Linn. Soc. Symp. Ser).

PANDER, C. H. 1856. **Monographie der fossilen Fische des silurische Systems der russisch-baltischen Gouvernements**. Saint Petersburg, 91p.

PEPPERS, R. A. 1996. **Palynological Correlation of Major Pennsylvanian Chronostratigraphic Boundaries in the Illinois and other Coal Basins**. Geological Society of America Memoir, 188p.

PURNELL, M.A.; ALDRIDGE, R.J.; Donoghue, P.C.J.; Gabbott, S.E. 1995. Conodonts and the First Vertebrates. **Elsevier Science**, v. 19, n. 1, p. 20-27.

PURNELL, M.A.; DONOGHUE, P.C.J. 1997. Architecture and functional morphology of the skeletal apparatus of ozarkodinid conodonts. **Philosophical Transaction of Royal Society of London**, v. B 352, p. 1545-1564.

PURNELL, M.A.; VON BITTER, P.H. 1992. Blade-shaped conodont elements functioned as cutting teeth. **Nature**, v. 359, p. 629-630.

PURNELL, M.A. 1995. Microwear on conodont elements and macrophagy in the first vertebrates. **Nature**, v. 374, p. 798-800.

PURNELL., M.A. 1993. Feeding mechanisms in conodont and the function of the earliest vertebrate hard tissue. **Geology**, v.21, p.375-377.

RAYMOND, A.; KELLEY, P.H.; LUTKEN, C.B. 1989. Polar glaciers and life at the equator: The history of Dinantian and Namurian (Carboniferous) climate. **Geology**, v.17, p. 408-411.

READ, J. F. 1985. Carbonate platform facies models. **American Association of Petroleum Geologists**, v. 69, p. 1-21.

REJEBIAN, V.A.; HARRIS, A.G.; HUEBNER, J.S. 1987. Conodont color and textural alteration: An index to regional metamorphism, contact metamorphism, and hydrothermal alteration. **Geological Society of America Bulletin**, v. 99, p.471-479.

REPETSKI, J. 1978 "A Fish from the Upper Cambrian of North America." **Science**, v. 200, p.529- 531.

- REXROAD, C. B.; BROWN, L. M.; WADE, J. A.; MERRILL, G. K., PADGETT, P. 2001. Conodont Biostratigraphy and Depositional Environments of the Mecca Quarry Shale Member and the Velpen Limestone Member of the Linton Formation (Pennsylvanian, Desmoinesina) in the Eastern Part of the Illinois Basin, U.S.A. **Indiana Geological Survey, Special Report**, v. 63, 19p.
- REXROAD, C.B.; BROWN, L.M.; DEVERA, J.; SUMAN, R.J. 1998. Conodont Biostratigraphy and Paleoecology of the Perth Limestone Member, Stauton Formation (Pennsylvanian) of the Illinois Basin, U.S.A. **Paleontologia Polonica**, v. 58, p. 247-259.
- RHODES, F. H. 1963. Conodonts from the topmost Tensleep Sandstone of the eastern Big Horn Mountains, Wyoming. **Journal of Paleontology**, v. 37, p. 401-408.
- RHODES, F.H.T. 1954. The zoological affinities of the conodonts. **Biol Revs**, v. 29, p. 419-452.
- RIETSCHEL, S. 1973. **Zur Deutung der Conodonten**. Natur und Museum, v. 103, p. 409-418.
- RITTER, S. M. 1994. New species and subspecies of *Streptognathodus* (Conodonta) from the Virgilian (Late Carboniferous) of Kansas. **Journal of Paleontology**, v. 68, p. 870-877.
- ROBINSON, R.A. (ed.) 1983. **Treatise on invertebrate paleontology**. New York: Univ Kansas Press.
- ROBISON, R. A. 1981. Treatise on Invertebrate Paleontology. Lawrence, **Geological Society of America**. Part W, supplement 2, Conodonta. 202p.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; ARCHANGELSKY, S. 1986. South America. In: WAGNER, R. H.; PRINS, W.; GRANATOS, J. F. (Ed.). **The Carboniferous of the World II, Australia, Indian Subcontinent, South Africa, South America & North Africa**. IUGS Publication, Instituto Geológico y Marino de España, Madrid, v. 20, p. 175-272.
- ROMER, A S. 1968. **Notes and Comments on Vertebrate Paleontology**. Chicago: University of Chicago Press.
- ROMER, A S.; GROVE, B.H. 1935. Environment of the early vertebrates. **Amer.Mid. Nat.**, v. 16, p. 805-856.
- ROMER, A.S.; PARSONS, T.S. 1985. **Anatomia Comparada dos Vertebrados**. Interamericana, México. 559p.
- RONOV, A.; KHAIN, V.; SESLAVINKSY, K. 1984. Atlas of **Lithologic Paleogeographic Maps of the World, Leningrad**.
- ROSS, C.A.; ROSS, J.R.P. 1985. Late Paleozoic depositional sequences are synchronous and worldwide. **Geology**, v. 13, p. 194-197.

ROWLEY, D.B.; RAYMOND, A.M.; PARRICH, J.T.; LOTTES, A.L.; SCOTese, C.R.; ZIEGLER, A.M. 1985. Carboniferous paleogeographic, phytogeographic and paleoclimatic reconstructions. **International Journal of Coal Geology**, v.5, p.7-42.

RUDWICK, M. J. S. 1970. **Living and Fossil Brachiopods**. London: Hutchinson University Library, 199p.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. 1996. **Zoologia dos Invertebrados**. 6.ed. São Paulo: Roca. 1013p.

RYLAND, J.S. 1970. **Bryozoans**. London:. Hutchinson. 175p.

SANSOM, I.J.; SMITH, M.P.; ARMSTRONG, H.A. 1992. Presence of the earliest vertebrate hard tissues in conodonts. **Science**, v. 256, p. 1308-1311.

SANSOM, I.J.; SMITH, M.P.; SMITH, M.M. 1994. Dentine in conodonts. **Nature**, v. 368, p. 591.

SARMIENTO, G. N.; GARCIA-LOPÉZ, S. 1996. El método del Índice de Alteración del Color (CAI) de los conodontos: limitaciones y posibilidades. Ejemplos de su aplicación em el Hercínico Ibérico. **Revista de la Sociedad Geológica de Espana**, v. 9, p. 112-123.

SAVAGE, N. M.; BARKELEY, S. J. 1985. Early to Middle Pennsylvanian Conodonts from the Klawak Formation and the Ladrones Limestone, Southeastern Alaska. **Journal of Paleontology**, v. 59, n .6, p. 1451-1475.

SCHIMDT, H. 1934. Conodonten-Funde in ursprunglichem Zusammenhang: **Palaeontology**, v. 16, p. 76-85.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; Nogueira, A.A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, RS. Anais...S.B.G., v.1, p. 41-65, 1974.

SCOMAZZON, A. K. 2004. **Estudo de conodontes em carbonatos marinhos do Grupo Tapajós, Pensilvaniano Inferior a Médio da Bacia do Amazonas com aplicação de isótopos de Sr e Nd neste intervalo**. 2004. 294f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SCOMAZZON, A. K.; LEMOS, V. B. 2005 *Diplognathodus* occurrence in the Itaituba Formation, Amazonas Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 8, n. 3, p. 203-208.

SCOMAZZON, A.K. 1999. **Refinamento Bioestratigráfico com base em Conodontes, no Pensilvaniano da Bacia do Amazonas – Região de Tapajós**. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-graduação em Geociências. Porto Alegre.

SCOMAZZON, A.K.; WILNER, E.; PURNELL, M.; NASCIMENTO, S.; WEINSCHÜTZ, L.C.; LEMOS, V.B.; SOUZA, F.L.de.; SILVA, C.P.da. 2013. FIRST REPORT OF CONODONT APPARATUSES FROM BRAZIL – PERMIAN OF PARANÁ BASIN, ITARARÉ GROUP, LONTRAS SHALE – EVIDENCE OF GONDWANA DEGLACIATION. **Publicación Especial n°13 Asociación Paleontológica Argentina**; Buenos Aires, p.99-102.

SCOTese, C.R.; MCKERROW, W.S. 1990. Revised World maps and introduction. In: MCKERROW, W.S & Scotese, C.R., (eds.), **Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography**, p. 1-21. (Geological Society Memoir v. 12).

SCOTT, H. W. 1934. The zoological relationships of the conodonts. **Journal of Paleontology**, v. 8, p. 448-455.

SELLEY, R. C. 1970. **Ancient sedimentary environments**. A Brief Survey. Ithaca: Harper and Row. 327p.

SHINN, E. A. 1983. Tidal Flat Environment. In: SCHOLLE, P. A.; BEBOUT, DON G.; MOORE, C. H. (Ed.). **Carbonate Depositional Environments**, American Association of Petroleum Geologists, n. 33, p.172-210.

SMITH, H.M. 1932. Water regulation and its evolution in the fishes. **Quart. Ver. Biol.**, v.7, p. 1-26.

SMITH, M.P; SANSON, I. J.; REPETKSKI, J.E. 1996. Histology of the first fish. **Nature**, v. 380, p. 702-704.

SOULE, D.F., SOULE, J.D.; HENRY, C. A. 1979. The influence of environmental factors on the distribution of estuarine bryozoans, as determined by multivariate analysis. In: LARWOOD, G.P; ABBOT, M.B.(ed.) **Advances in Bryozoology, Systematics Association Special**. London: Academic Press, v.13, p. 347-372.

STAUFFER, C. R.; PLUMMER, H. J. 1932. Texas Pennsylvanian Conodonts and Their Stratigraphic Relations. **Texas University Bulletin**, v. 3201, p. 13-50.

STIBANE, F. R. 1967. Conodonten des Karbons aus den nördlichen Anden Südamerikas. **Neues Jahrbuch Geologische Paläontologische Abhandlungen**, v. 128, n. 3, p. 329-340.

SUTHERLAND, P. K.; GRAYSON, R. C. Jr. 1992. Morrowan and Atokan (Pennsylvanian) Biostratigraphy in the Ardmore Basin Oklahoma. **Oklahoma Geological Survey Circular**, 94: 81-99.

SUTHERLAND, P. K.; MANGER, W. I. (Ed.) 1984. The Atokan Series (Pennsylvanian) and its Boundaries – A Symposium. In: **Oklahoma Geological Survey Bulletin**, v. 136, 198p.

SWEENEY, J.F. 1977. Subsidence of the Sverdrup basin, Canadian Arctic Islands. **Geological Society of America Bulletin**, v. 88, p. 41-48.

SWEET, W. C.; BERGSTRÖM, S. M. 1981. Biostratigraphy and evolution. In: Robison, R. A., (Ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Miscellanea, Suppl. 2, Conodonta. Lawrence, **Geological Society of America**, p. W92-W101.

SWEET, W. C.; ETHINGTON, R. L.; BARNES, C. R. 1970. North American Middle and Upper Ordovician conodont faunas. In: SWEET, W. C.; BERGSTROM, S. M. (Ed.). **Symposium on conodont biostratigraphy**: Geological Society of America Memoir 127, p. 163-193.

SWEET, W. C; DONOGHUE, P. C. J. 2001. Conodonts: Past, Present, Future. **Journal of Paleontology**, v. 75, n. 6, p. 1174-1184.

SWEET, W.C. 1988. **The Conodonta, Morphology, Taxonomy, Palaeoecology and Evolutionary History of a Long-Extinct Animal Phylum**. New York: Oxford Univ. Pres., 212 p. (**Oxford Monographs on Geology and Geophysics, v. 10**).

SZANIAWSKI, H. 1982. Chaetognatha grasping spines recognized among Cambrian protoconodonts. **Journal of Paleontology**. v. 56, n.3, p. 806-810.

SZANIAWSKI, H. 1987. Preliminary structural comparisons of protoconodont, paraconodont, and euconodont elements. In: ALDRIDGE, R.J., (ed.), **Palaeobiology of conodonts**. Chichester: Ellis Horwood. p. 35-47.

SZANIAWSKI, H.; BENGTON, S. 1993. Origin of euconodont elements. **Journal of Paleontology**, v. 67, p. 640-654.

TARLO, L.B. 1964. The origin of bone. Discussion. Proceedings of the First European Symposium, Oxford, April 1963, **Proceedings**. New York: Macmillan. p. 3-17.

TASCH, P. 1973. **Paleobiology of the invertebrates**: Data retrieval from the fossil record: John Wiley, Canada. 946p.

TENGAN, C.; SHIMABUKURU, S.; ROCHA-CAMPOS, A. C. 1976. Conodontes Carboníferos do poço FB-ST-1-AM Bacia do Amazonas, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29. Ouro Preto, MG, 1976. **Anais...** Ouro Preto: SBG. p. 365.

THERON, J.N.; RICKARDS, R.B.; ALDRIDGE, R.J. 1990. Bedding plane assemblages of *Promissum pulchrum*, a new giant Ashgill conodont from the Table Mountain Group, South Africa. **Palaeontology**.

TUCKER, M.E., 1992, Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks: **Geoscience Texts**, v. 3, 252p.

TUCKER, M.E.; WRIGHT, P.V., 1990. **Carbonate sedimentology**. London: Blackwell, 498 p.

- TYNAN, M. C. 1980. Conodont biostratigraphy of the Mississippian Chainman Formation, Western Millard County, Utah. **Journal of Paleontology**, v. 54, n. 6, p. 1282-1309.
- VON BITTER, P. H. 1972. Environmental control of conodont distribution in the Shawnee Group (Upper Pennsylvanian) of eastern Kansas. **University of Kansas Paleontological Contributions**, v. 59, p. 1-105.
- VON BITTER, P. H. 1976. The apparatus of *Gondolella sublanceolata* Gunnell (Conodontophorida, Upper Pennsylvanian) and its relationship to *Illinella* typical Rhodes. **Royal Ontario Museum Life Sciences Contributions**, v. 109, p. 1-44.
- VON BITTER, P. H.; MERRILL, G. K. 1980. Naked species of *Gondolella* (Conodontophorida); Their distribution, taxonomy, and evolutionary significance. **Royal Ontario Museum Life Sciences Contributions**, v. 125, p. 1-49.
- VON BITTER, P. H.; MERRILL, G. K. 1983. Late Palaeozoic species of *Ellisonia* (Conodontophorida). Royal Ontario Museum. **Life Sciences Contributions**, v. 136, p. 1-57.
- VON BITTER, P. H.; MERRILL, G. K. 1998. Apparatus composition and structure of the Pennsylvanian conodont genus *Gondolella* based on assemblages from the Desmoinesian of northwestern Illinois USA. **Journal of Paleontology**, v. 72, p. 112-132.
- WALCOTT, C.D. 1911. Middle Cambrian annelids. **Smithsonian Miscellaneous Collections**, v. 57, p. 109-144.
- WANLESS, H.R.; SHEPARD, F.P. 1936. Sea Level and Climatic Changes Related to the late Paleozoic Cycles. **Geological Society of America Bulletin**, v. 47, p. 1177-1206.
- WILNER, E.; SCOMAZZON, A.K. Estudo tafonômico em aparelhos alimentares de conodontes do Cisuraliano, Folhelho Lontras, Bacia do Paraná. In: PALEO 2011 PR/SC, 2011, Mafra, SC. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, 2011.
- WILNER, E.; WEINSCHÜTZ, L.C. Comunicado de ocorrência de conodontes na Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, Permiano Superior da Bacia Sedimentar do Paraná na região de Mafra, SC. PALEO 2008 PR/SC, Ponta Grossa, PR, **Boletim Soc. Bras. Paleontologia**.
- WILNER, E.; WEINSCHÜTZ, L.C.; RICETTI, J.H.Z. Análise geoquímica do Folhelho Lontras em Mafra, SC; Interpretações preliminares de paleoambiente e constatações de sua fossildiagnose. In: PALEO 2012 PR/SC, 2012, Mafra, SC. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, 2012.

WEINSCHÜTZ, L.C. Análise faciológica e estratigráfica do Grupo Itararé (Permocarbonífero) na região de Rio Negro-Mafra, borda leste da Bacia do Paraná. **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 59p., 2001.

WEINSCHÜTZ, L.C. & CASTRO, J.C. A seqüência Mafra superior\Rio do Sul inferior (Grupo Itararé, Permocarbonífero) em sondagens testemunhadas da região de Mafra (SC), margem leste da Bacia do Paraná. S.Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 24, n. 2, p.131-141, 2005.

WEINSCHÜTZ, L.C. & CASTRO, J.C. Seqüências deposicionais da Formação Taciba (Grupo Itararé, Neocarbonífero a Eopermiano) na região de Mafra (SC), Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**.

WEINSCHÜTZ, L.C. & CASTRO, J.C. Arcabouço cronoestratigráfico da Formação Mafra (intervalo médio) na região de Rio Negro/PR-Mafra/SC, borda leste da bacia do Paraná. *REM: Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 57, n.3, p. 151-156, 2004.

WHITESIDE, J. R.; GRAYSON, R .C. Jr. 1990. Carboniferous Conodont Faunas, Northern Ouachita Mountains, Oklahoma. *Geology and Resources of the Frontal Belt of the Western Ouachita Mountains, Oklahoma. Oklahoma Geological Survey. Guidebook for Field Trip*, n. 2, p. 149-167.

WINDLEY, B. F. 1984. **The evolving continents**. 399p.

YOUNGQUIST, W. L.; HAWLEY, R. W.; MILLER, A. K. 1951. Phosphoria conodonts from southeastern Idaho. *Journal of Paleontology*, v. 25; n. 3; p. 356-364.

ZHENG, Y.; XU, R.; WANG, C.; MA, G. 2007. The first discovery of Permian conodont fauna from peri-Gondwana cool water facies in Tibet, China. **Chinese Science Bulletin**. 52(9):1231-1237.

ZIEGLER, A.M.; SCOTese, C.R.; MCKERROW, W.S; JOHNSON, M.E.; BAMBACH, R.K. 1979. Paleozoic paleogeography. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v.7, p.473-502.

ZIKO, A.; HAMZA, F. 1987. Bryozoan fauna from a post-Pliocene outcrop north of the Giza Pyramids Plateau, Egypt. In: ROSS, J.R.P (ed.). **Bryozoa: Present and past.**, Bellingham, Washington: **Western Washington University**, p. 301-308.

CAPÍTULO 4 - ARTIGO CIENTÍFICO PRINCIPAL DA DISSERTAÇÃO

4.1. Carta de submissão e aceite do artigo científico principal para publicação na revista.

4.2. Artigo científico principal original de acordo com a revista.

4.3. Resumo expandido publicado no volume especial do evento: 3rd ICOS - *International Conodont Symposium*, sediado na Argentina em 2013.

4.4. Resumo publicado no volume especial do evento: XXIII Congresso Brasileiro de Paleontologia, sediado na cidade de Gramado, RS em 2013.

4.5. Resumo publicado no volume especial do evento: XIV PALEO PR/SC 2012, sediado na cidade de Ponta Grossa, PR em 2012.

4.1.



São Leopoldo, 17 de janeiro de 2013

Prezado **Everton Wilner**,

Por este atestamos o recebimento e aceite do artigo intitulado ***Associações naturais de conodontes Mesogondolella spp., Grupo Itararé, Cisuraliano da Bacia do Paraná, na região de Mafra, Santa Catarina***, de sua autoria, em colaboração com **Valesca Brasil Lemos e Ana Karina Scomazzon**. Após sua avaliação pelo corpo editorial o texto foi considerado como atendendo aos objetivos e escopo da revista, e será encaminhado à análise pelo corpo de revisores.

Com nossa consideração maior,

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Tânia Lindner Dutra'.

Profa. Dra. Tânia Lindner Dutra (Editor Responsável tdutra@unisinós.br)
Prof. Dr. Ubiratan Ferrucio Faccini
Comissão Editorial

PPGeo- UNISINOS - Av. Unisinós,950 - 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil

4.2.

Associações naturais de conodontes *Mesogondolella* spp., Grupo Itararé, Cisuraliano da Bacia do Paraná, na região de Mafra, Santa Catarina

Everton Wilner^{1,2}; Valesca Brasil Lemos¹ & Ana Karina Scomazzon³

1 - PPGGeo/UFRGS, Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

2 - CENPALEO/UnC, Centro Paleontológico da Universidade do Contestado, campus Mafra, SC.

3 - NEPALE/UFPel, Núcleo de Estudos em Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Federal de Pelotas, RS.

Resumo

Conodontes são cordados primitivos, que viveram durante o Paleozóico até a sua completa extinção no Triássico, exclusivamente marinhos, são largamente utilizados em estudos bioestratigráficos e atualmente, em um novo viés, com descobertas de associações naturais de multielementos ajudam a compreender melhor os mecanismos evolutivos dos primeiros vertebrados e da paleobiologia do seu próprio grupo. Pesquisadores do Museu da Terra e da Vida do Centro Paleontológico da Universidade do Contestado - CENPALEO campus Mafra, SC, trabalhando em um afloramento nesta cidade, descobriram dezenas de elementos ramiformes, que a primeira vista e macroscopicamente se assemelhavam com as espículas de poríferos, comuns em afloramentos da região. Após uma análise mais detalhada, esses elementos foram identificados como aparelhos alimentares, em geral, completos e bem preservados de microfósseis conodontes. Este trabalho relata sobre os aparelhos alimentares de conodontes e refere-se à primeira ocorrência de conodontes na Bacia do Paraná. Estes resultados preliminares evidenciam a presença de conodontes gondolelídeos pertencentes ao gênero *Mesogondolella* marcadores do Cisuraliano, discute sobre as faunas destes cordados primitivos de acordo com as associações naturais encontradas no Folhelho Lontras, da Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, Bacia do Paraná.

Palavras chave: *Mesogondolella*, Cisuraliano, Bacia do Paraná.

Abstract

Conodonts are primitive chordates, which lived during the Paleozoic up to their complete extinction at the Triassic, exclusively marine, they are widely used in biostratigraphic studies and nowadays, in a new bias, with the discoveries of natural associations of multi-element, they help to understand better the evolutionary mechanisms of the first vertebrates and the paleobiology of their own group. Researchers from the Earth and Life Museum of the Paleontological Center in the Contestado University - CENPALEO campus Mafra city, in the state of Santa Catarina, while working at an outcrop in this city, they found tens of ramiform elements, which at first glance and macroscopically they looked to be similar with porifera spicule, common in the outcrops of the region. After a more detailed analysis, these elements were identified as feeding apparatuses, in general, they are complete and well-preserved microfossils of conodonts. This research talks about the feeding apparatuses of conodonts and it also refers to the first occurrence of conodonts in the Paraná Basin. These preliminary results show the presence of gondolelids conodonts belonging to the *Mesogondolella* genus, markers of the Cisuralian, and it also discusses about the faunas of these primitive chordate, according to the natural associations found in Lontras Shale, of the Rio do Sul Formation, Itararé Group, Paraná Basin.

Key Words: *Mesogondolella*, Cisuralian, Paraná Basin.

Introdução

Em diferentes níveis estratigráficos do Grupo Itararé são reportados fósseis de animais, plantas e palinóforos. Os vertebrados compreendem principalmente fragmentos de peixes paleoniscídeos, enquanto insetos são os invertebrados não marinhos mais comuns. Fósseis marinhos, tais como bivalvos, foraminíferos, gastrópodes, braquiópodes e a primeira ocorrência de conodontes gondolelídeos, identificados até então como gênero *Mesogondolella*, alvo deste estudo, caracterizam as seções marinhas transgressivas dentro desta unidade.

Conodontes são cordados primitivos encontrados desde o Cambriano até o Triássico e apresentam o melhor registro fóssilífero dentre todos os grupos de vertebrados primitivos (Purnell & Jones, 2012). Exclusivamente marinhos, habitavam mares de águas calmas e quentes até águas frias, auxiliando no estabelecimento de zoneamentos para províncias de águas oceânicas do Permiano, tais como província de águas frias do norte, província de águas quentes equatoriais e, mais recentemente, encontrados na província peri-Gondwana de águas frias no Tibete e na Bacia do Paraná, Brasil. Estes cordados primitivos são muito utilizados como

indicadores paleoambientais, com gêneros característicos de águas rasas de intermaré superior, como *Adetognathus*, de águas quentes e profundidade média – inframaré, como *Idiognathodus*, *Diplognathodus*, *Sweetognathus* e *Iranognathus* e de águas mais profundas e frias, tais como *Gondolella* e *Merrillina*.

São potencialmente úteis para bioestratigrafia por terem uma ampla ocorrência mundial e uma grande variação morfológica no tempo, tornando-os excelente ferramenta no zoneamento bioestratigráfico e excelentes fósseis guias durante a Era Paleozóica (Sweet, 1988).

No Brasil, os conodontes são encontrados nas bacias paleozóicas do Amazonas (Lemos 1992 a,b; Scomazzon & Lemos, 2005; Nascimento *et al.*, 2010), Solimões (Lemos 1992 a,b), Parnaíba (Rocha-Campos & Lemos, 1987) no Carbonífero, na Bacia do Acre (Lemos & Silva, 1996) e no Permiano da Bacia do Paraná (Wilner *et al.*, 2008; Wilner & Scomazzon, 2011; e Scomazzon *et al.*, 2013).

As *Mesogondolella*, típicas do Cisuraliano e único gênero de conodontes até o momento identificado no Permiano da Bacia do Paraná ocorrem em ambientes de sedimentação, em geral, compostos por folhelhos e siltitos, em águas de temperaturas mais baixas em relação às demais bacias paleozóicas brasileiras onde os diversos gêneros de conodontes são encontrados principalmente em carbonatos de águas quentes do Pensilvaniano. Isso decorre da posição geográfica da Bacia do Paraná, que se encontrava mais próxima do pólo Sul, durante as glaciações que ocorreram no Permocarbonífero (Milani *et al.*, 2007).

Estes achados de conodontes na Bacia do Paraná vêm auxiliando em análises bioestratigráficas e paleoecológicas que estão sendo desenvolvidas em outros trabalhos. O objetivo deste estudo é abordar sobre o aparelho alimentar do animal conodonte, com enfoque nas *Mesogondolellas* encontradas na região de Mafra, Santa Catarina.

Geologia da Área

A Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica que cobre uma área de aproximadamente 1.700.000 km² da Plataforma Sul-americana. O preenchimento sedimentar desta bacia é condicionado por ciclos tectono-eustáticos relacionados à evolução da porção Oeste do Gondwana durante o Paleozóico e Mesozóico. Esses ciclos controladores da sedimentação da Bacia do Paraná ocasionaram um registro estratigráfico marcado por inúmeras interrupções causadas por erosão e não deposição, (Milani *et al.*, 2007).

O intervalo estratigráfico abordado neste estudo compreende parte da Supersequência Gondwana I, de Milani *et al.* (2007), relacionado à porção marinha do Grupo Itararé aflorante na margem leste da Bacia do Paraná, na região de Mafra, SC, (Fig. 1).

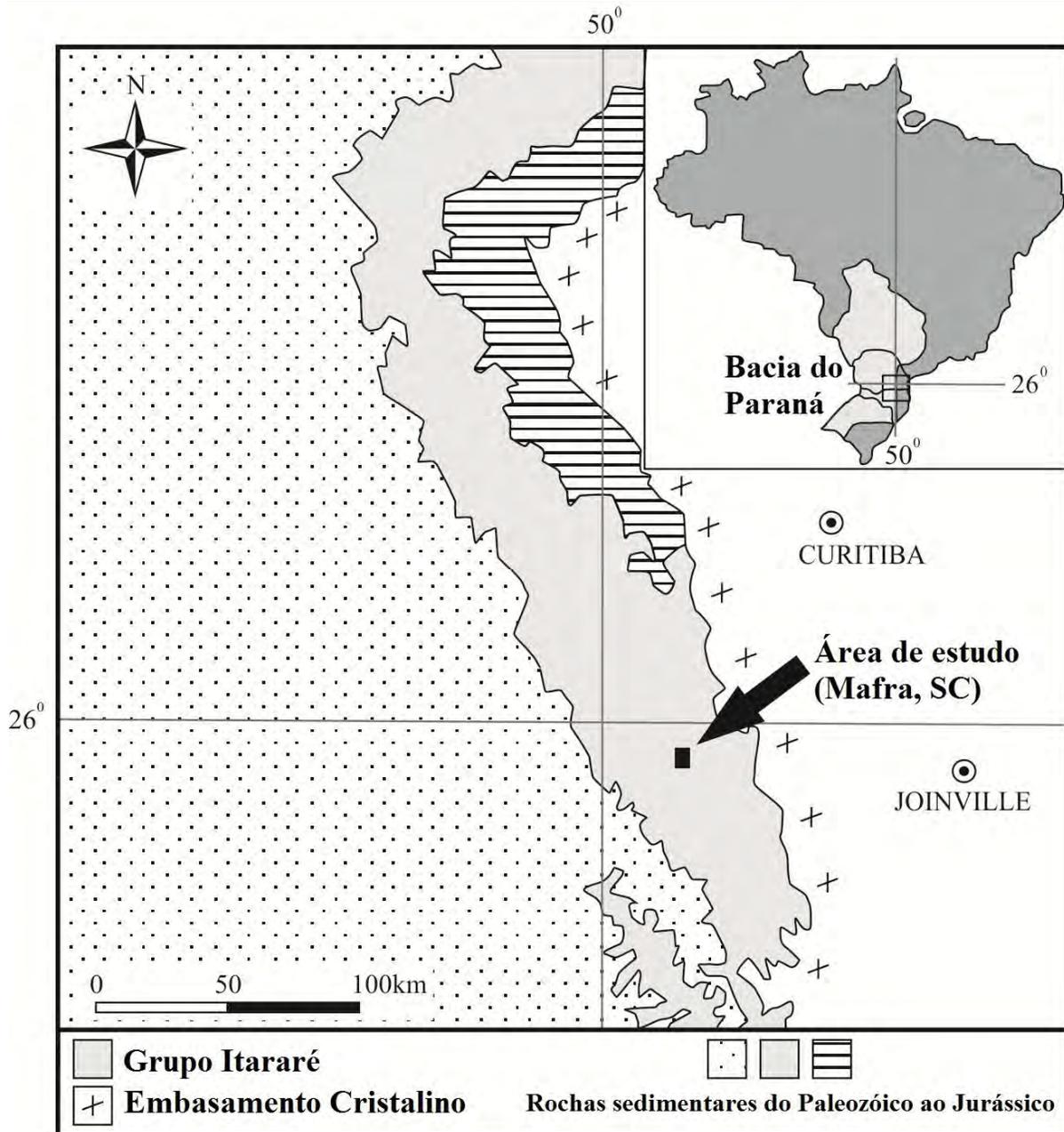


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. Modificado de Weinschütz & Castro (2005).

A ocorrência fossilífera destes conodontes está inserida em folhelhos negros, na base da Formação Rio do Sul (Folhelho Lontras), Grupo Itararé, Cisuraliano da Bacia do Paraná, em um

afloramento localizado na área de pesquisa de campo denominada "Campaleo" curado pelo Centro Paleontológico de Mafra, às margens da BR 280, no bairro Faxinal, no município de Mafra, SC.

O Grupo Itararé consiste em deposição de sedimentos predominantemente siliciclásticos ao longo de ciclos de variação relativa do nível do mar, sob influência glacial durante o Permocarbonífero. Na região de Mafra, é representado pelas formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul, sendo reconhecidos, em cada uma das duas últimas unidades, dois intervalos cronoestratigráficos, designados Mafra inferior, médio e superior e Rio do Sul inferior, médio e superior.

A Formação Rio do Sul inferior compreende duas unidades, a primeira constituída por folhelhos fossilíferos - alvo deste estudo - com peixes paleoniscídeos, condrichtyes, peixes típicos de águas profundas, como *celacanthus*, coprólitos, enteróspiras, ictiodontes, braquiópodes inarticulados *Orbiculoidea*, lingulídeos, insetos, escolecodontes, fragmentos vegetais, poríferos e conodontes do gênero *Mesogondolella*. Além de siltitos bioturbados e níveis com formação de nódulos e concreções esféricas ou elípticas, estas com conteúdo fóssil diversificado em seu interior. A segunda unidade é composta por folhelhos e arenitos sílticos (turbiditos). Tais unidades marinhas constituem, respectivamente, o máximo transgressivo do processo de deglaciação e o trato de sistema de mar alto, conforme Weinschütz & Castro (2005).

Materiais e Métodos

Até o momento, no afloramento estudado, já foram encontrados mais de 200 distintos aparelhos alimentares e peças isoladas de elementos conodontes, com dimensões, em geral, de dois a quatro milímetros cada. As amostras na maioria são compostas por aproximadamente 15 elementos conodontes multicuspidados, que caracterizam um aparelho alimentar completo.

Os métodos utilizados são diferentes daqueles normalmente empregados para os conodontes encontrados na forma de peças isoladas nos carbonatos das outras bacias sedimentares paleozoicas brasileiras, por se tratar de aparelhos completos preservados em folhelhos negros e sílticos, duros, o que denota extrema dificuldade de desagregação química do material sedimentar. A técnica utilizada consiste na separação milimétrica das lâminas dos folhelhos, através do uso de uma pequena talhadeira que expõe, lâmina a lâmina, cada superfície de acamadamento. O material é coletado, cortado em campo com serra policorte, em blocos de um metro quadrado em planta e espessura variada de acordo com os eventos deposicionais

descritos em perfil estratigráfico, a sua quarta parte, com cerca de vinte e cinco centímetros quadrados é enviada ao laboratório, onde é examinado com microscópio estereoscópico de luz incidente ou lupa manual.

Ao serem identificados, os aparelhos alimentares ou peças isoladas são catalogados, tombados e fotografados. As amostras estão catalogadas e tombadas no acervo da coleção técnica do Museu da Terra e da Vida do Centro Paleontológico de Mafra, CENPALEO – Universidade do Contestado campus Mafra, SC.

Aparelhos Alimentares de Conodontes

Os elementos conodontes foram descobertos por Christian Henrich Pander em 1856, que lhes deu o nome de “conodontes” devido à forma dos elementos serem semelhante a “cones”. Estes elementos, quando isolados, são em geral microscópicos, entre 0,25 a 2 milímetros de tamanho e são compostos por fosfato de cálcio "carbonato fluorapatita" (francolita). São geralmente estudados como peças isoladas, contudo, em raríssimas ocasiões, foram encontrados agrupamentos ou conjuntos de elementos preservados na rocha, ocorrendo na região cefálica do animal conodonte. O agrupamento de 15 ou mais elementos forma um aparelho alimentar e sua função como “dentes” foi inicialmente atribuída por Purnell (1993) e Purnell *et al.* (1995).

Os conodontes já foram considerados como pertencentes aos filos Cnidaria, Braquiopoda, Annelida, Mollusca, Arthropoda, bem como ao Reino Plantae (Margulis, 1996). Foram também considerados como Filo Chaetognatha (Bengtson, 1983); Filo Conodonta (Briggs *et al.*, 1983; Swett, 1988) e ainda como Filo Chordata (Dzik, 1976; Aldridge *et al.*, 1986; 1993; Briggs *et al.*, 1987 e Janvier, 1995).

Pander (1856) acreditava que os elementos conodontes fossem as porções mineralizadas (dentes ou a mandíbula) de um grupo extinto de peixes. Outros, no entanto, acreditavam que tais elementos seriam semelhantes aos dentes dos mixinóides (*Myxina*) devido ao seu brilho e forma semelhantes, apesar de saberem que internamente ambos (*Myxina* e Conodontes) tinham estruturas completamente diferentes, além dos conodontes serem fosfáticos e as estruturas dos peixes-bruxa, orgânicas (Aldridge *et al.*, 1987). Sweet (1988) também faz referência aos conodontes como dentes ou placas dermais de peixes primitivos, semelhantes aos mixinóides, porém, através da análise da estrutura lamelar dos elementos conodontes, concluiu que eles eram de fato representantes dos Cordados, incluídos em um ramo distinto dos Agnatha.

O primeiro espécimen do animal conodonte propriamente dito foi descoberto no Granton Shrimp Bed da Escócia (Briggs *et al.*, 1983). Com as análises das impressões do corpo do animal, os autores postularam que os conodontes não seriam pertencentes ao Filo Chaetognatha nem aos Cordados, devido à falta de evidências (dentina) disponíveis no fóssil encontrado para confirmar sua presença em um ou em outro filo. Assim, Briggs *et al.* (1983) concluíram que os conodontes pertenciam a um filo separado, denominado Filo Conodonta. Mais tarde, foram descobertos outros espécimes com melhor preservação, naquele mesmo local, com feições das partes orgânicas indicando claramente uma afinidade com os Agnatha, (Aldridge *et al.*, 1986; Dzik, 1976; Conway-Morris, 1989; Briggs, 1992).

Utilizando microscópio eletrônico de varredura e de transmissão, Szaniawski (1987) estudou a microestrutura e a composição do corpo basal de alguns elementos conodontes. Fazendo comparações entre os Conodontes e os Chaetognatha, concluiu então, que provavelmente os Conodontes não seriam Chaetognatha *sensu stricto*, mas que ambos teriam sido originados de um ancestral comum.

Com os novos espécimes do Granton Shrimp Bed, Aldridge *et al.* (1993) consideraram os Conodontes como representantes de um grupo paralelo aos Agnatha, porém com semelhanças com os mixinóides, não havendo mais propósito em colocá-los como filo separado. Estes espécimes mostraram que os conodontes eram animais pequenos, com aproximadamente 4 centímetros de comprimento e forma de enguia, olhos proporcionalmente grandes comparado ao tamanho de seu corpo, uma notocorda na parte dorsal, miômeros em chevron (blocos de músculos em forma de “V”) nas laterais do corpo e nadadeira caudal. Essas características inserem os Conodontes dentro do Filo Chordata (Purnell *et al.*, 1995). Além disso, foram identificados, em alguns conodontes: tecido ósseo, esmalte, cartilagem calcificada e dentina, que são características únicas dos vertebrados (Sansom *et al.*, 1992; 1994).

As evidências da anatomia das partes moles e a microestrutura interna dos elementos conodontes indicam que esses organismos estão entre os vertebrados mais primitivos. Contudo, a falta de um esqueleto mineralizado leva a crer que eles seriam mais primitivos que os Agnatha (Ostracodermos = astraspídeos, pituriaspídeos, etc), mas seriam mais avançados que os mixinóides (*Myxina*, que não possuem esqueleto fosfático, inclusive no aparelho alimentar), sugerindo que os conodontes seriam os vertebrados mais primitivos até hoje encontrados (Purnell *et al.*, 1995).

Inicialmente, a classificação sistemática aplicada aos elementos conodontes era artificial (parataxonomia), sendo designado um nome específico para cada peça isolada. Em decorrência

disso, muitos nomes de cunho taxonômico foram empregados, gerando uma nomenclatura exagerada e muitas vezes repetitiva, pois a morfologia dos elementos, que muitas vezes compunham um mesmo aparelho, era designada a uma espécie diferenciada. Posteriormente, com a descoberta dos aparelhos alimentares, os quais são associações naturais dos elementos conodontes que formam o aparelho alimentar, foi possível o estabelecimento de uma sistemática natural de multielementos, retratando assim, a correta e melhor interpretação do funcionamento destes elementos, auxiliando inclusive nos estudos bioestratigráficos, paleobiológicos, sistemática dos grupos de cordados primitivos e também análises tafonômicas melhores.

Os elementos conodontes são diferenciados pela sua estrutura externa em três grupos principais: coniformes, ramiformes e pectiniformes (Sweet, 1988). Os coniformes constituem-se de um único dente, sendo que vários gêneros podem ser identificados através de suas estruturas externas em lâmina delgada. Os elementos coniformes são importantes marcadores do Cambriano ao Ordoviciano, sendo extintos em sua maioria no Devoniano. Os ramiformes são formados por uma cúspide principal e uma fileira de denticulos fusionados, sendo fósseis índices do Siluriano ao Triássico. Os elementos pectiniformes são os mais diferenciados, constituindo-se, em sua maioria, ótimos fósseis índices do Ordoviciano ao Triássico. Vale ressaltar que estes elementos são os mais precisos no que diz respeito ao estudo da anatomia e fisiologia do animal conodonte.

Purnell & Donoghue (1997), estudando associações naturais de *Idiognathodus* do Pensilvaniano, produziram um modelo preciso do aparelho dos ozarkodinídeos considerado um dos grupos mais bem sucedidos de conodontes. Neste modelo foi proposto que os elementos anteriores S e M (elementos conodontes ramiformes) dos ozarkodinídeos seriam fixados a uma placa cartilaginosa. Esses elementos fariam um movimento no sentido de capturar a presa e os elementos posteriores (elementos P) seriam responsáveis triturar o alimento.

Como a função dos elementos conodontes como peças bucais foi estabelecida por Purnell (1993); a constatação de que os elementos conodontes são dentes e a evidência de macrofagia nesses vertebrados primitivos sustentam as hipóteses de que os primeiros vertebrados eram predadores (Purnell *et al.*, 1995; Donoghue *et al.*, 2000).

Enquanto evidências de partes moles fossilizadas do animal conodonte, como estas descobertas no Carbonífero da Escócia, são raras, associações naturais de conodontes são mais comumente encontradas. Essas amostras apresentam um padrão de distribuição das peças no aparelho alimentar denominado “Padrão Standard” (Aldridge *et al.*, 1987). Este padrão é produzido devido ao colapso e achatamento da estrutura tridimensional do aparelho, não tendo sofrido modificações entre o decaimento e fossilização. Modalidades diferentes deste padrão

podem ocorrer devido a variações no corte da rocha, sendo denominados: “padrão paralelo”, “perpendicular” e “linear”.

Até o presente momento impressões fósseis do animal conodonte ainda não foram encontradas na América do Sul, estando o seu registro caracterizado apenas pela ocorrência de elementos conodontes dissociados do aparelho, como ocorre nas bacias do Amazonas, Solimões, Parnaíba, e Acre.

Na Bacia do Paraná os fósseis de conodontes ocorrem na forma associações naturais de aparelhos alimentares completos e peças isoladas, muito bem preservados, no Folhelho Lontras, município de Mafra, SC.

Resultados e Discussão

O Folhelho Lontras apresenta biotas excepcionalmente bem preservadas, sendo a grande maioria dos fósseis de origem marinha em níveis próximos aos dos conodontes (Fig. 2). Em níveis stratigráficos superiores, impressões de insetos bem preservados e fragmentos vegetais podem ser observados à medida que lâminas milimétricas a centimétricas de folhelhos são retiradas.

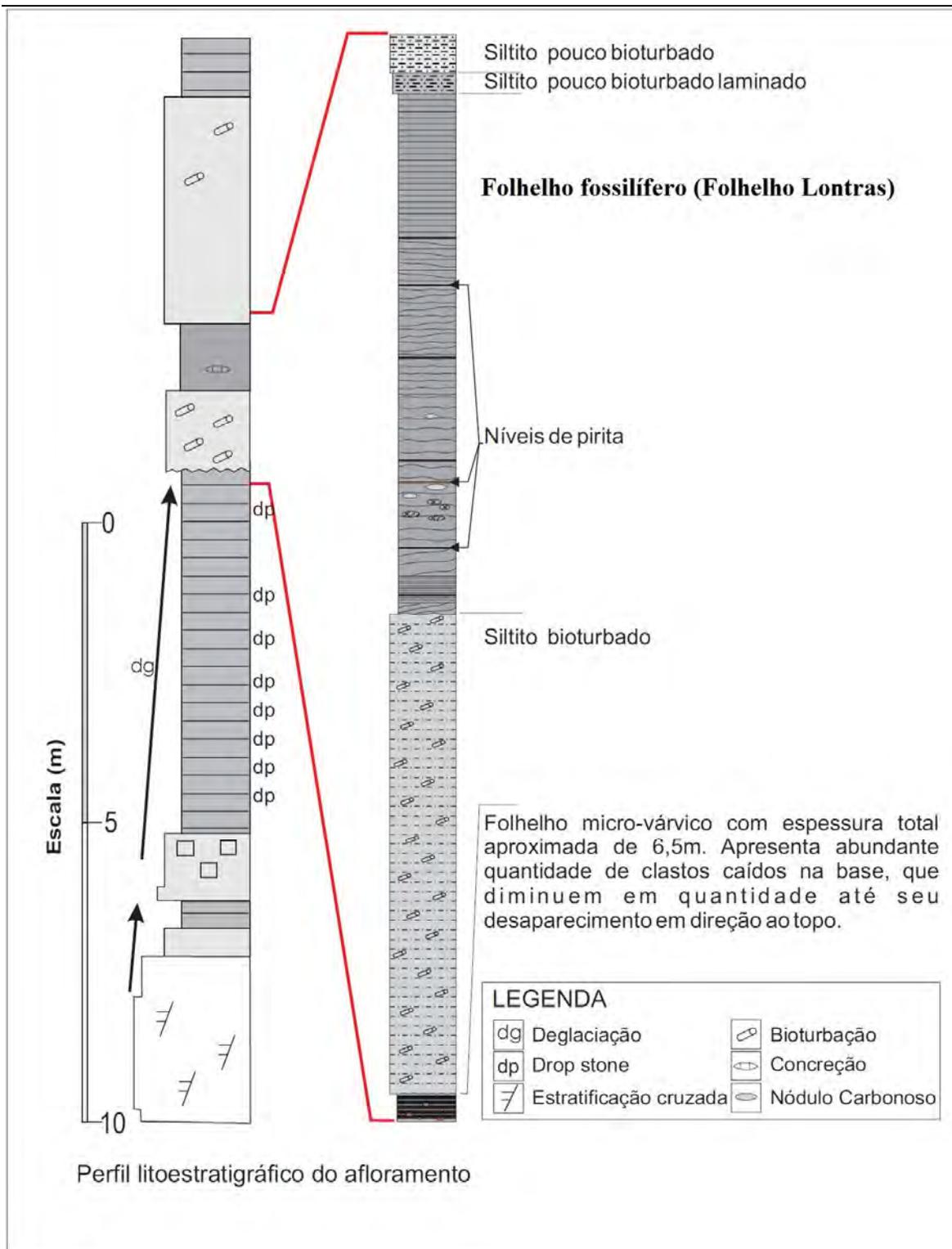


FIGURA 2 - Perfil litoestratigráfico de parte da Formação Rio do Sul, com destaque para o Folhelho Lontras. Os fósseis de conodontes ocorrem em toda a seção do folhelho fossilífero, principalmente onde estão presentes as concreções.

O folhelho, de coloração negra, preserva aparelhos alimentares completos de conodontes, até agora somente encontrados desarticulados em outras localidades no Brasil. Devido às condições extremamente favoráveis de preservação, essa região comporta-se como um arquivo da diversidade de organismos que viveram na Bacia do Paraná durante o Permocarbonífero, revelando organismos únicos no registro paleontológico deste intervalo.

Os aparelhos alimentares ocorrem com preservação tafonômica, em geral, excepcional, completos ou semi-completos. O padrão de distribuição das peças denticuladas no aparelho alimentar dos conodontes ocorre disposto em planos paralelos e perpendiculares, muito peculiares (Fig. 3).

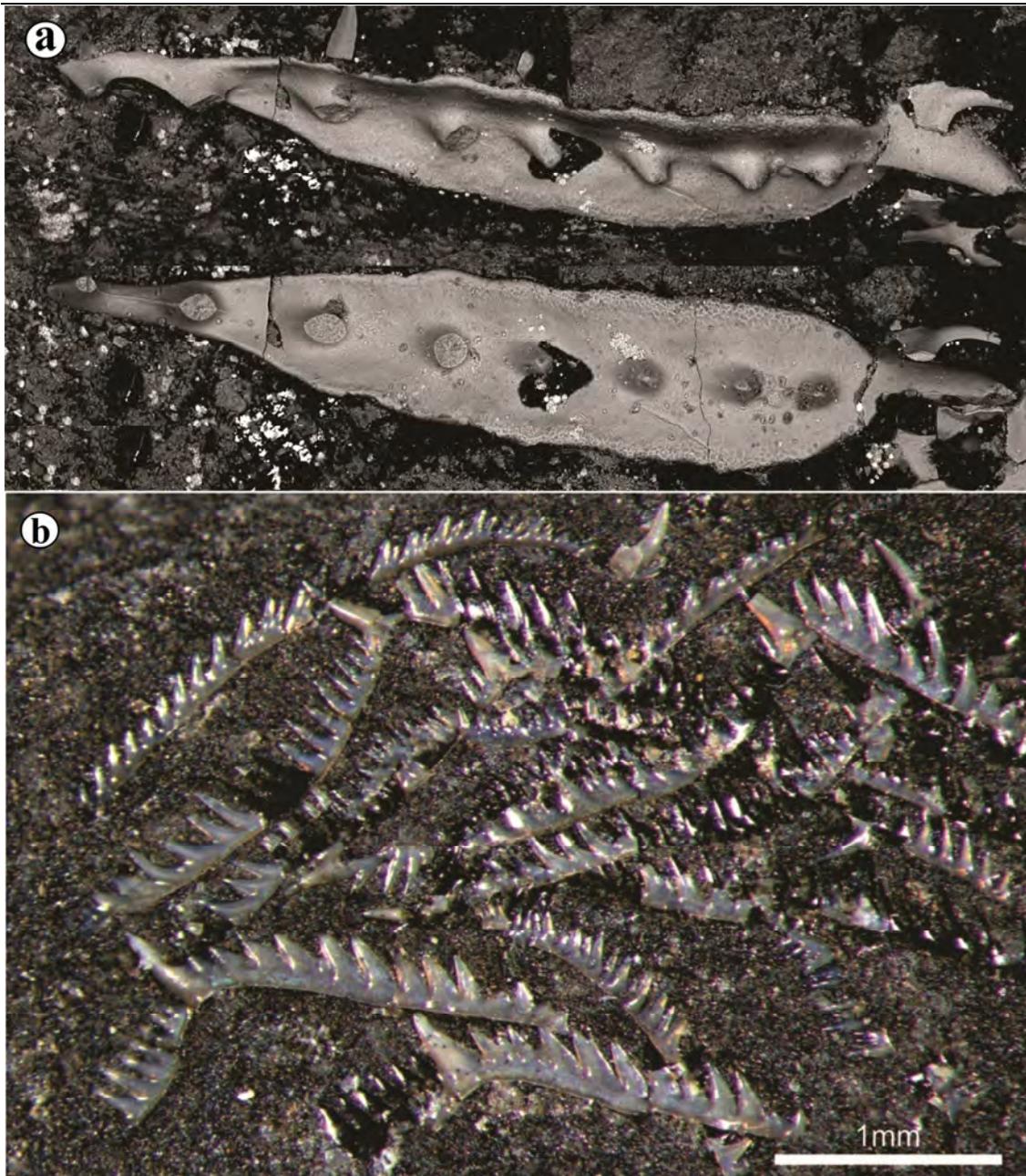


FIGURA 3 - Fotomicrografias evidenciando os aparelhos alimentares e seus padrões de distribuição. a) Peças isoladas de *Mesogondolella* spp. em microscópio eletrônico de varredura, 130x. CP/M 1954. b) Aparelho alimentar de *Mesogondolella* spp. com padrão de distribuição paralelo, fotografia em estereomicroscópio. CP/E 7618a.

Um típico aparelho de gondolelídeo contém em torno de 15 elementos, com aproximadamente 7 morfologias diferentes (Orchard, 2005). No caso dos achados de Mafra, algumas amostras apresentam um par de elementos P1, as demais associações são compostas de

elementos M, sendo, frequentemente observada, uma curvatura em alguns destes elementos, provavelmente resultante de processos tafonômicos.

A falta de dados de assembleias completas pode dificultar a identificação destes aparelhos, principalmente quando o elemento P1 diagnóstico estiver ausente - ainda se sustenta processos tafonômicos a razão desta ausência. Uma vez que se desconhece a diversidade total das assembleias de conodontes existentes, deve-se cogitar a possibilidade de que em alguns casos, algumas das associações encontradas em Mafra, sejam compostas única e exclusivamente por aparelhos ramiformes. Nestes aparelhos ramiformes é possível visualizar as estruturais internas das linhas de crescimento quando o elemento se encontra com coloração âmbar transparente e submetido a microscopia óptica.

Uma das primeiras assembleias encontradas, e posteriormente a grande maioria das demais apresentavam um par de elementos P1 característico dos gondolelídeos, o que facilitou significativamente a identificação das descobertas seguintes.

Em se tratando de *Mesogondolella* a presença de um pit basal (feição diagnóstica) em vista aboral no elemento P, reforça a presença deste gênero. No mesmo elemento, são observados de seis a oito nódulos na região da carena, por vezes conectados por uma linha tênue entre eles, ora alguns maiores na porção anterior do elemento e outros menores na porção mais posterior. Parapeitos plissados em alguns elementos P, plataformas abertas e côncavas, lanceoladas e arredondadas, sugerem a ocorrência de possivelmente mais de uma espécie para o Gênero *Mesogondolella* até o momento identificado como *Mesogondolella* spp., para a Bacia do Paraná.

Conclusões

Os achados de conodontes na Bacia do Paraná, encontrados na forma de aparelhos alimentares com preservação tafonômica excepcional e quase completos, auxiliam a compreender mais detalhadamente os eventos glaciais e de deglaciação, associados às mudanças climáticas que se observa em níveis globais do final do Carbonífero e início do Permiano; na observação de feições paleoecológicas locais como profundidade da lâmina d'água; possíveis influências de correntes vindas de outras províncias como Tethys e, assim, auxiliam na interpretação da evolução tectônica do Gondwana. Além disto, através do estudo dos conodontes é possível também fornecer dados bioestratigráficos mais precisos para os referidos estratos da Formação Rio do Sul, onde, em conjunto com a fauna associada de insetos, peixes, braquiópodes, esponjas, ajudam a compreender melhor a história deposicional e a sugerir um refinamento temporal para esses

estratos. Ainda, é importante salientar que a preservação extremamente boa e completa do material encontrado na região de Mafra, SC, na forma de aparelhos alimentares – preservação esta singular no mundo, irá também colaborar em estudos 3D através de raios-x e outras técnicas já em desenvolvimento na Inglaterra, do padrão de distribuição das peças denticuladas no aparelho alimentar dos conodontes, auxiliando no entendimento e na evolução dos vertebrados.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq processo 401791/2010-6, por parte do financiamento deste trabalho, também a CAPES pelo fundo de pós graduação. Ao Sr. Vilson Greinert pela eficácia na triagem do material de campo, ao Dr. Mark Purnell pelas valiosas discussões e fotomicrografias no MEV, ao CENPALEO por tudo o que ele representa, e à parceria que há entre as instituições UnC-CENPALEO, UFRGS-IG/PPGGeo, UFPel-NEPALE, e Leicester University, UK.

Referências

- ALDRIDGE, R.J. 1987. Conodont palaeobiology: a historical review. In: ALDRIDGE, R.J., (ed.). Palaeobiology of conodonts. Chichester: Ellis Horwood, p. 11-34.
- ALDRIDGE, R.J.; BRIGGS, D.E.G.; CLARKSON, E.N.K; SMITH, M.P. 1986. The affinities of conodonts - new evidence from the Carboniferous of Edinburgh, Scotland. *Lethaia*, v. 19, p. 279-291.
- ALDRIDGE, R.J.; THERON, J.N. 1993. Conodonts with preserved soft tissue from a new Ordovician Konservat-Lagerstätte. *Journal of Micropalaeontology*, v. 12, n. 1, p.113-117.
- BENGTSON, S. 1983. A functional model for conodonts apparatus. *Lethaia*, v. 16, p. 38.
- BRIGGS, D. E. G. 1992. Conodonts: A major extinct group added to the vertebrates. *Science*, v. 256, p. 1285-1286.
- BRIGGS, D.E.G.; ALDRIDGE, R.J.; SMITH, M.P. 1987. Conodonts are not aplacophoran molluscs. *Lethaia*, v.20, p. 381-382.

BRIGGS, D.E.G.; CLARKSON, E.N.K.; ALDRIDGE, R.J. 1983. The conodont animal. *Lethaia*, v. 16, p. 1-14.

CONWAY-MORRIS, S. 1989. Conodont palaeobiology: recent progress and unsolved problems. *Terra Nova*, v. 1, p. 135-150.

DONOGHUE, P.C.J.; FOREY, P.L.; ALDRIDGE, R.J. 2000. Conodont affinity and chordate phylogeny. *Biological Review*, v. 75, p.191-251.

DZIK, J. 1976. Remarks on the evolution of Ordovician conodonts. *Acta Paleontologica Polonica*, v. 21, n. 4, p. 395-455.

JANVIER, P. 1995. Conodonts join the club. *Nature*, v. 374, p. 761-762.

LEMOS, V.B. 1992a. Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. *Taxonomia - Parte I. Pesquisas*, v. 19, n. 1, p. 75-93.

LEMOS, V.B. 1992b. Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. *Taxonomia - Parte II. Pesquisas*, v. 19, n. 2, p. 120-131.

LEMOS, V.B.; SILVA, O.B. 1996. Ciclos Sedimentares e Ocorrência de Conodontes e Fusulinídeos na Bacia do Acre- Plataforma Carbonática da Fm. Cruzeiro-Eirunepê, Permiano Inferior. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5., Belém, PA, 1996. Anais... Belém: SBG., p. 188-191.

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K.V. 1988. Five Kingdoms. An illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth, 2 ed. New York: W.H. Freeman and Company. 376p.

MILANI, E.J.; MELO, J.H.G.de.; SOUZA, P.A.de.; FERNANDES, L.A.; FRANÇA, A.B. *Boletim Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, V.15, n°2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

NASCIMENTO, S., LEMOS, V. B., SCOMAZZON, A. K., MATSUDA, N. S., SILVA, C. P. First occurrence of *Ellisonia*, *Gondolella* and *Ubinates* (Conodonts) in Itaituba Formation, Pennsylvanian of Amazonas Basin, Brazil. *Gaea* (São Leopoldo. Online). , v.2, p.56 - 62, 2010.

ORCHARD, M.J., 2005, Multielement conodont apparatuses of Triassic Gondolelloidea, in Purnell, M.A., and Donoghue, P.C.J., eds., *Special Papers in Palaeontology*, v. 73, p. 73-101.

PANDER, C. H. 1856. *Monographie der fossilen Fische des silurische Systems der russisch-baltischen Gouvernements*. Saint Petersburg, 91p.

PURNELL, M. A. 1993. Feeding mechanisms in conodonts and the function of the earliest vertebrate hard tissues. *Geology*, v. 21, p. 375-377.

PURNELL, M. A.; ALDRIDGE, R. J.; DONOGHUE, P. C. J.; GABBOTT, S. E. 1995. Conodonts and the First Vertebrates. *Endeavour*, v. 19, n. 1, p. 20-27.

PURNELL, M.A.; DONOGHUE, P.C.J. 1997. Architecture and functional morphology of the skeletal apparatus of ozarkodinid conodonts. *Philosophical Transaction of Royal Society of London*, v. B 352, p. 1545-1564.

PURNELL, M. A. & JONES, D. O. 2012. Quantitative analysis of conodont tooth wear and damage as a test of ecological and functional hypotheses. *Paleobiology* 38, 605-626.

ROCHA-CAMPOS, A.C.; LEMOS, V.B. 1987. Assembléias de conodontes neopaleozóicos da América do Sul: Distribuição e significado bioestratigráfico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10 ., Rio de Janeiro, RJ, 1987. *Anais...* Rio de Janeiro: SBP., v.1, p. 51-52.

SANSOM, I.J.; SMITH, M.P.; ARMSTRONG, H.A. 1992. Presence of the earliest vertebrate hard tissues in conodonts. *Science*, v. 256, p. 1308-1311.

SANSOM, I.J.; SMITH, M.P.; SMITH, M.M. 1994. Dentine in conodonts. *Nature*, v. 368, p. 591.

SCOMAZZON, A.K.; LEMOS, V.B. 2005. *Diplognathodus* occurrence in the Itaituba Formation, Amazonas Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8(3):203-208.

SCOMAZZON, A.K.; WILNER, E.; WEINSCHÜTZ, L.C.; NASCIMENTO, S. Ocorrência de conodontes no Folhelho Lontras - Grupo Itararé, Permocarbonífero da Bacia do Paraná, Mafra, SC. In: XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2011, Natal, RN. XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia - Paleontologia, 2011. v. único. p. 249-252.

SCOMAZZON, A.K.; WILNER, E.; PURNELL, M.; NASCIMENTO, S.; WEINSCHÜTZ, L.C.; LEMOS, V.B.; SOUZA, F.L.de.; SILVA, C.P.da. 2013. FIRST REPORT OF CONODONT APPARATUSES FROM BRAZIL – PERMIAN OF PARANÁ BASIN, ITARARÉ GROUP, LONTRAS SHALE – EVIDENCE OF GONDWANA DEGLACIATION. *Publicación Especial n°13 Asociación Paleontológica Argentina*; Buenos Aires, p.99-102.

SWEET, W.C. 1988. The Conodonta, Morphology, Taxonomy, Palaeoecology and Evolutionary History of a Long-Extinct Animal Phylum. *Oxford Monographs on Geology and Geophysics*, v. 10, 212 p.

SZANIAWSKI, H. 1987. Preliminary structural comparisons of protoconodont, paraconodont, and euconodont elements. In: ALDRIDGE, R.J., (ed.), *Palaeobiology of conodonts*. Chichester: Ellis Horwood. p. 35-47.

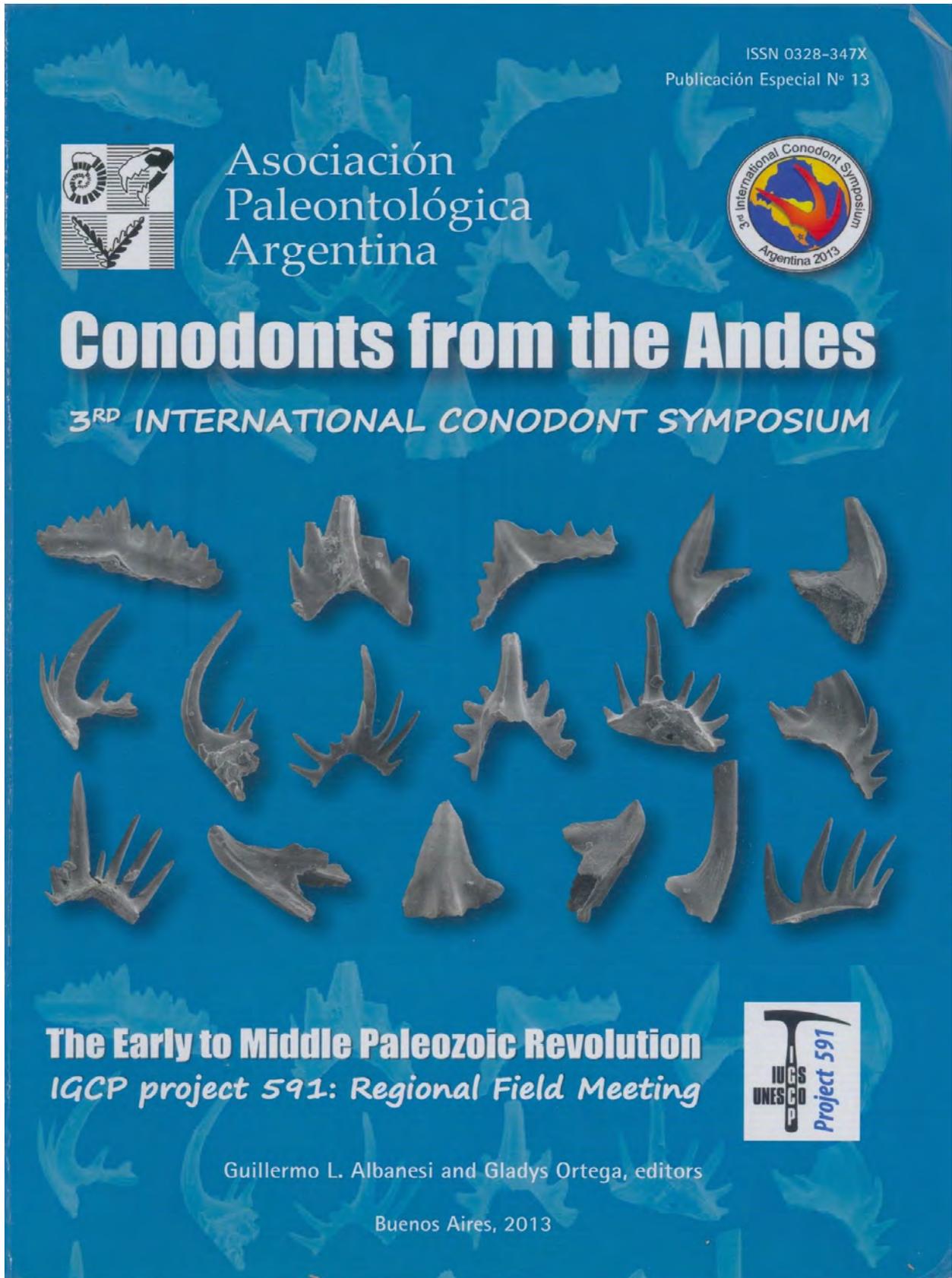
WEINSCHÜTZ, L.C.; CASTRO, J.C. – A Sequência Mafra Superior/Rio do Sul Inferior (Grupo Itararé, Permocarbonífero) em sondagens testemunhadas da região de Mafra, SC, margem leste da Bacia do Paraná. *Geociências (São Paulo)*, v. 24, p. 131 – 141, 2005.

WILNER, E.; SCOMAZZON, A.K. Estudo tafonômico em aparelhos alimentares de conodontes do Cisuraliano, Folhelho Lontras, Bacia do Paraná. In: PALEO 2011 PR/SC, 2011, Mafra, SC. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, 2011.

WILNER, E.; WEINSCHÜTZ, L.C. Comunicado de ocorrência de conodontes na Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, Permiano Superior da Bacia Sedimentar do Paraná na região de Mafra, SC. *PALEO 2008 PR/SC*, Ponta Grossa, PR, *Boletim Soc. Bras. Paleontologia*.

WILNER, E.; WEINSCHÜTZ, L.C.; RICETTI, J.H.Z. Análise geoquímica do Folhelho Lontras em Mafra, SC; Interpretações preliminares de paleoambiente e constatações de sua fossildiagênese. In: PALEO 2012 PR/SC, 2012, Mafra, SC. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2012.

4.3.



FIRST REPORT OF CONODONT APPARATUSES FROM BRAZIL – PERMIAN OF PARANÁ BASIN, ITARARÉ GROUP, LONTRAS SHALE – EVIDENCE OF GONDWANA DEGLACIATION



SCOMAZZON, A. K. ¹, WILNER, E. ^{2,3}, PURNELL, M. ⁴, NASCIMENTO, S. ³, WEINSCHÜTZ, L. C. ², BRASIL LEMOS, V. ³, LUFT DE SOUZA, F. ¹ AND PAKULSKI DA SILVA, C. ³

¹ UFPEL - Pelotas, RS, Brazil; felufs@hotmail.com

² UnC - Mafra, SC, Brazil; evertonwilner@yahoo.com.br, luizcw@mfa.unc.br

³ UFRGS - Porto Alegre, RS, Brazil; aiatba@yahoo.com.br, valesca.lemos@ufrgs.br, crispakulski@yahoo.com.br

⁴ University of Leicester - Leicester, LE1 7RH, UK; mark.purnell@le.ac.uk

Keywords: Conodonts. Gondolellid. Feeding apparatuses. Permian. Paraná Basin. Gondwana.

CONODONTS have shown to be useful for correlation and biozonation in the Pennsylvanian and Permian strata widely studied in North America and Europe. In Brazil, conodonts have been reported since the 1960's in the Amazonas, Solimões and Parnaíba sedimentary basins, from carbonates of Pennsylvanian age deposited in warm, shallow marine conditions. Conodonts have, so far, been recovered as isolated elements, most belonging to the genera *Idiognathodus*, *Neognathodus*, *Diplognathodus*, *Idiognathoides*, *Adetognathus*, *Hindeodus*, with rare *Rhachistognathus*, *Ellisonia*, *Idiopriodontus* and *Gondolella* (Scomazzon and Lemos, 2005, Nascimento *et al.*, 2010). In the Paraná Basin conodonts were found for the first time in 2008 and reported by Wilner *et al.* (2008). Herein conodonts are recorded in the Cisuralian Itararé Group, Lontras Shale, in Paraná Basin. The conodonts recovered include complete articulated skeletons preserved on bedding planes. The identity of the species present is currently under investigation, but aspects of P1 element morphology point towards them being a species of *Mesogondolella*, and they are provisionally assigned to *Mesogondolella?* sp. throughout this contribution. They are considered here as a good source of information for studies of feeding apparatuses of conodonts assigned to the superfamily Gondolelloidea. This is the first reported occurrence of conodonts in the Paraná Basin, and these are the first complete natural assemblages from any Brazilian sedimentary basins. Furthermore, the presence of these marine fossils in the upper sequence of the Itararé Group provides important evidence

from discussions of paleogeographic and climatic changes associated with Gondwana deglaciation in this region.

RS: Rio Grande do Sul; **SC:** Santa Catarina; **UFPEL:** Universidade Federal de Pelotas; **UnC:** Universidade do Contestado; **UFRGS:** Universidade Federal do Rio Grande do Sul

GEOLOGICAL SETTING

The Paraná Basin is a large intracratonic basin located in the central eastern portion of South America, covering an area of approximate 1,700,000 km² of the South American Platform, mainly in Brazil, but also in Uruguay, Argentina and Paraguay. The stratigraphic interval analyzed herein comprises part of the Gondwana I Supersequence of Milani *et al.* (2007), related to the marine portion of Itararé Group which outcrops along the eastern part of the Paraná Basin (Fig. 1.1). The Lontras Shale represents a maximum flooding surface corresponding to an event of a maximum transgression – the deglaciation. The sedimentary sequence are predominantly siliciclastic, deposited during a transgressive cycle under glacial influence during the Cisuralian, with climatic changes from cold to cool in this region, according to the sedimentary and fossil record.

MATERIALS AND METHODS

The studied material comes from an exposure, approximately 1m thick, of centimetric laminated siliciclastic fine-

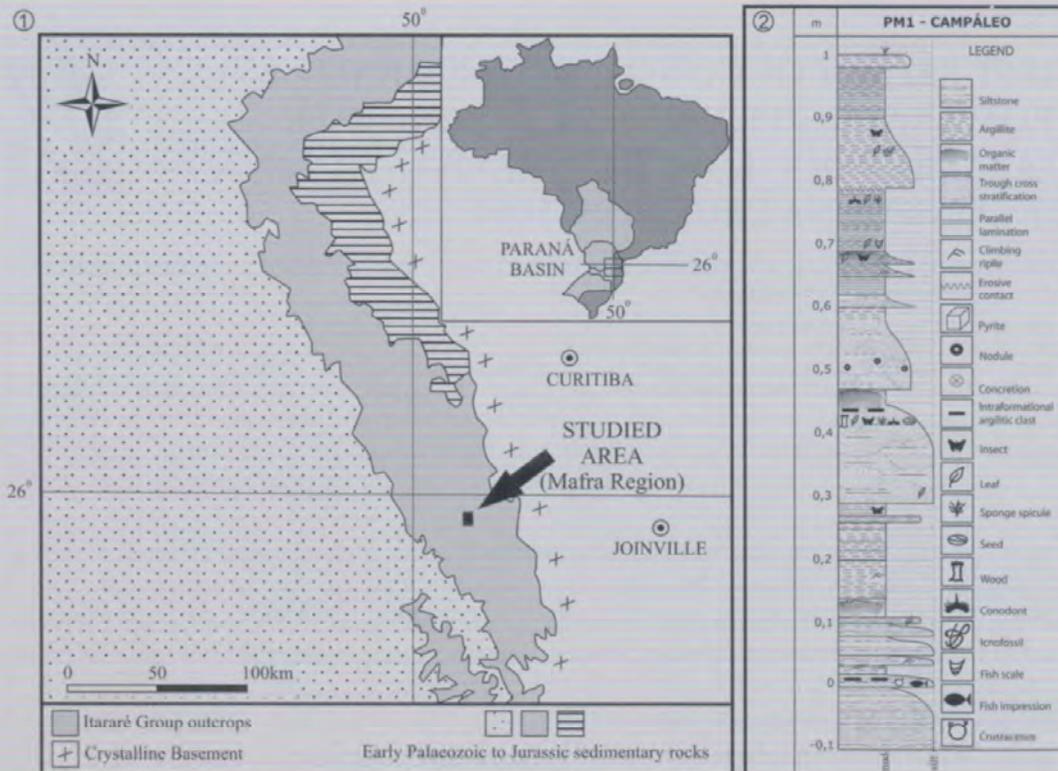


Figure 1. 1. Location map of the studied area in Mafra region, Santa Catarina State, Brazil (modified after Weinschütz and Castro, 2005); 2. Lithostratigraphic section showing occurrence of conodonts and associated fauna and flora.

grained shales (mainly argillites and siltstones) with organic matter, located at km 3 of the highway BR 280, Santa Catarina State. Conodonts occur in two strata of a fossiliferous shale-siltstones (Fig. 1.2). To date approximately 200 well preserved bedding plane of natural assemblages and a few isolated elements have been found, all referable to *Mesogondolella?* sp..

The technique to find and collect conodonts consists on the separation of shale in layers, through the use of a small chisel which exposes the bedding plane. The material is collected in the field into blocks and sent to the Paleontological Center laboratory at UnC where it is examined and identified using a stereomicroscope and conodonts are cataloged and photographed. The material is kept in the collection of the Earth and Life Museum at UnC Mafrá Paleontological Center – CENPÁLEO, under numbers CP/E 3250 to CP/E 5865.

RESULTS AND DISCUSSION

The Lontras Shale presents a fossiliferous shale-siltstone with well preserved paleoniscid fish, conodonts assigned to *Mesogondolella?* sp., crustaceans, sponge spicules, insects (Blattidae), spherical concretions (containing fish stomach content and scales), ichnofossils and plant fragments including leaves, seeds and wood (Fig. 1.2). This is an important fossil Lagerstätten.

The only conodont identified is *Mesogondolella?* sp.. Preserved on bedding planes as natural assemblages (Figs. 2.1-2) they contain 15 elements when complete, as do other natural assemblages of gondolelloids, (Purnell and Donoghue 1998; von Bitter and Merrill 1998; Orchard 2005). A few isolated elements in the sediment have also been recovered. Many apparatuses comprise P elements with paired S and M elements in lateral view. Some preserve, at the posterior end of the apparatus, paired, generally serrated, platformed P₁ elements in lateral and

aboral view. It is upon these elements that our provisional identification is based; characteristics such as the serrated carina and pointed denticle on the 'anterior' part of the element (Fig. 2.3.) are consistent with an identification as *Mesogondolella?* sp.. In general the assemblages are preserved with elements parallel to the bedding plane, P elements preserved in 'lateral' or aboral view (Fig. 2.4), with M and S elements in 'lateral' view.

Gondolelloid conodonts are present in Pennsylvanian, Permian, and Triassic rocks in many parts of the world. Many

species have short stratigraphic ranges, and this fact, together with the general abundance of specimens, suggests great geologic value for the taxa. Natural assemblages are significant because they provide unique information of fundamental importance in conodont taxonomy, systematics, functional morphology and evolution. Thus, the occurrence of *Mesogondolella?* sp. will help to constrain the occurrence of deglaciation (cool waters) in the upper portion of Itararé Group during early Cisuralian, in western Gondwana.

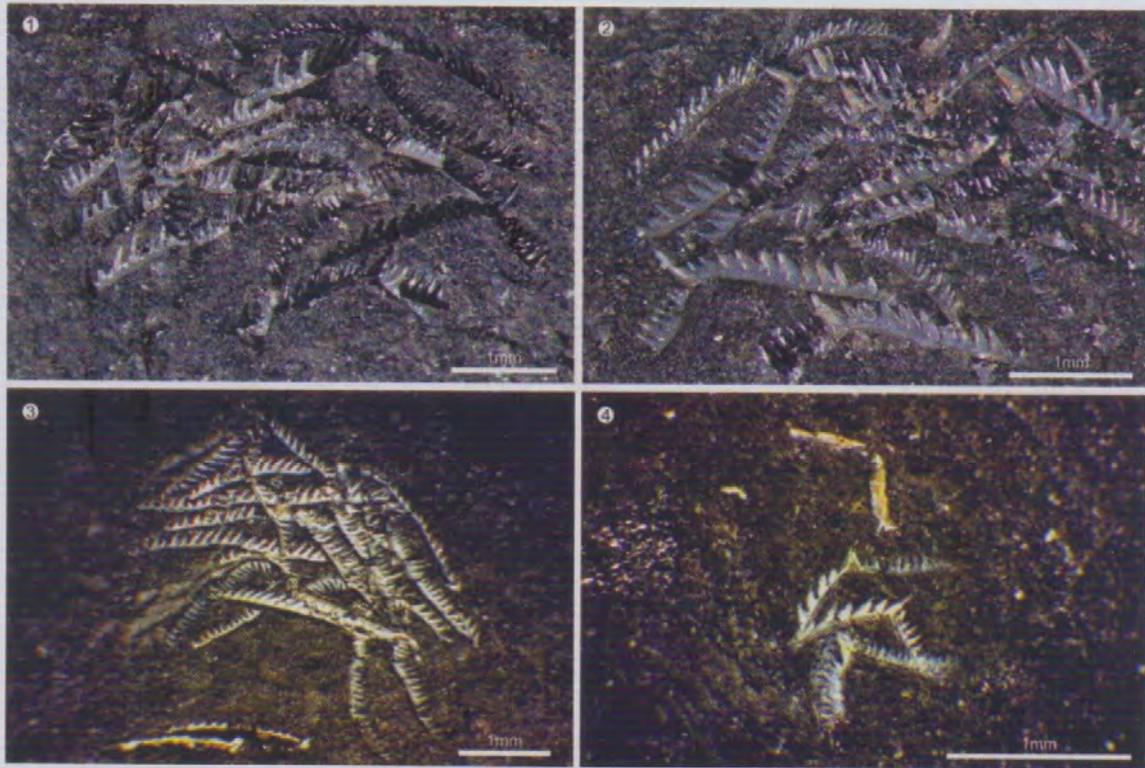


Figure 2. Natural assemblages of *Mesogondolella?* sp.. 1-3 in lateral view; 1, *Mesogondolella?* sp. with paired P, S and M elements, counterpart, CP/E 7618b; 2, *Mesogondolella?* sp. with paired P, S and M elements, part, CP/E 7618a; 3, *Mesogondolella?* sp. with paired P elements and a basket of S elements, CP/E 3250a; 4, *Mesogondolella?* sp., paired P1 elements in aboral view and S elements in lateral view, CP/E 5865b.

CONCLUSIONS

The occurrence of conodonts in the Paraná Basin, as natural assemblages with exceptional preservation, helps identify the deglaciation event that was taking place in that region of Gondwana, proving evidence of climate change during late Carboniferous and early Permian times. These fossils may contribute to

studies of the distribution of feeding apparatuses of conodonts, furthering our understanding of the evolution of this important group of early vertebrates. Due to extremely favorable conditions of preservation, this region may serve as an archive of the diversity of organisms that lived in the Paraná Basin during Carboniferous-Permian time.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank to Dr. Oscar Gallego for corrections and the Brazilian Agency of Scientific and Technological Development (CNPq) for the Financial Support - Grant 401791/2010-6.

REFERENCES

- Milani, E.J., Melo, J.H.G. de, Souza, P.A. de, Fernandes, L.A. and França, A.B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras* 15(2):265-287.
- Nascimento, S., Scmazzon, A.K., Moutinho, L.P., Lemos, V.B. and Matsuda, N.S. 2010. Bioestratigrafia e paleoecologia com base em conodontes em uma seção de carbonatos marinhos do Pensilvaniano inferior, Formação Itaituba, borda sul da Bacia do Amazonas, Brasil. *Revista Pesquisas em Geociências* 37(3): 243-256.
- Orchard, M.J. 2005. Multielement conodont apparatuses of Triassic Gondolelloidea. In Purnell, M.A. and Donoghue, P.C.J. (eds): Conodont biology and phylogeny - interpreting the fossil record. *Special Papers in Palaeontology* 73, 73-101. Palaeontological Association.
- Purnell, M.A. and Donoghue, P.C.J. 1998. Skeletal architecture, homologies and taphonomy of ozarkodinid conodonts. *Palaeontology*, 41, 57-102.
- Scmazzon, A.K. and Lemos, V.B. 2005. *Diplognathodus* occurrence in the Itaituba Formation, Amazonas Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8(3):203-208.
- von Bitter, P.H. and Merrill, G.K. 1998. Apparatus composition and structure of the Pennsylvanian conodont genus *Gondolella* based on assemblages from the Desmoinesian of northeastern Illinois, USA. *Journal of Paleontology* 72, 112-132.
- Weinschütz, L.C. and Castro, J.C. 2005. A Sequência Mafra Superior \ Rio do Sul Inferior (Grupo Itararé, Permocarbonífero) em sondagens testemunhadas da Região de Mafra (SC), margem Leste da Bacia do Paraná. *Geociências* 24(2):131-141.
- Wilner, E., Weinschütz, L.C., Costa, W.L. and Gonçalves, E. 2008. Ocorrência de conodontes na Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, Permiano inferior da Bacia Sedimentar do Paraná na região de Mafra, SC. *Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia* 62:7.

4.4.



ISSN 1516-1811

Paleontologia em Destaque

Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia
Edição Especial - Outubro/2013



XXIII
CONGRESSO
BRASILEIRO DE
PALEONTOLOGIA
13 a 18/10/2013 - Gramado, RS
I Simpósio de Paleontologia Brasil-Portugal

**Fósseis Brasileiros: Testemunhos da Deriva Continental
*Homenageando Wegener***

Boletim de Resumos

Editores
Ana Maria Ribeiro
Cecília Cunha Lana
Fernando Abdala
João Carlos Coimbra
Juliana Leme
Maria Judite Garcia



ESTUDOS HISTOLÓGICOS SOBRE REGENERAÇÃO E CRESCIMENTO EM ELEMENTOS CONODONTES DO CISURALIANO (EOPERMIANO), GRUPO ITARARÉ, FORMAÇÃO RIO DO SUL, MEMBRO LONTRAS, BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE MAFRA, SC, BRASIL

EVERTON WILNER^{1,2*} & ANA KARINA SCOMAZZON³

¹PPGGeo/UFRGS, Porto Alegre, RS; ²CENPALEO, UnC, Campus Mafra, SC; ³UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.
 evertonwilner@yahoo.com.br, akscomazzon@yahoo.com.br

Estudos histológicos em elementos conodontes vêm sendo realizados com intuito de auxiliar na identificação da afinidade filogenética entre os principais grupos de vertebrados primitivos e compreender melhor a fisiologia destes elementos. Assembleias naturais de elementos conodontes são encontradas em rochas sedimentares, entre o Paleozóico e Triássico. Contudo, a preservação de aparelhos alimentares *in situ* é extremamente rara. O Folhelho Lontras (Membro Lontras), base da Formação Rio do Sul, Grupo Itararé, na região de Mafra, SC, contém biotas excepcionalmente bem preservadas, onde elementos conodontes têm sido encontrados à medida que os estratos milimétricos desse folhelho são coletados e triados. Devido às condições favoráveis de preservação, essa região também revela uma diversidade de organismos que viveram na Bacia do Paraná durante o Permo-Carbonífero em um *konservat-lagerstätten* na sua seção mais importante, mantida sob proteção do Centro Paleontológico - CenPaleo - da Universidade do Contestado campus Mafra, SC. Dentre as centenas de aparelhos alimentares de conodontes encontrados, alguns espécimes têm cor esbranquiçada à opaca e ocorrem como uma frágil película na rocha, enquanto outros apresentam uma coloração âmbar (hialina a translúcida), e tem bom estado de preservação, facilitando sua retirada da matriz sedimentar e possibilitando a visualização das estruturas internas dos tecidos, quando analisados no microscópio óptico, acomodados em lâminas escavadas. Para este estudo foi analisado um elemento conodonte com três cúspides. As linhas de crescimento do elemento apresentam fraturas e descontinuidades em uma das cúspides, com posterior retomada normal; denotando interrupções durante o crescimento do elemento em vida, o que pode ter sido ocasionado por incidentes (*e.g.* predação, macrofagia) ou por déficit alimentar, ocasionando carência nutricional durante a vida do animal, tendo ficado preservado no fóssil estas características falhas. Em várias bibliografias a descrição deste tipo de feição não é rara, e não faltam deduções sobre o porque do aparecimento da tais estruturas. Este resumo fornece dados preliminares sobre regeneração e crescimento no animal conodonte, estudo que está sendo desenvolvido no mestrado do primeiro autor. [*Bolsista de Mestrado CAPES; CNPq/Projeto n°553007/2011-4 e n° 401791/2010-6]

4.5.

**XIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA
PALEO 2012 – PR/SC**



**7 e 8 de Dezembro de 2012
Universidade Estadual de Ponta Grossa
Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia
Ponta Grossa - PR**



XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia
 PARANÁ - SANTA CATARINA
 7 e 8 de Dezembro de 2012

**ANÁLISE GEOQUÍMICA DO FOLHELHO LONTRAS EM MAFRA, SC;
 INTERPRETAÇÕES PRELIMINARES DE PALEOAMBIENTE E
 CONSTATAÇÕES DE SUA FOSSILDIAGÊNESE**

EVERTON WILNER*

Centro Paleontológico da Universidade do Contestado CENPÁLEO/UnC - Mafra, SC & Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, "Mestrado Acadêmico" PPGGeo – UFRGS – Porto Alegre, RS *evertonwilner@yahoo.com.br*

JOÃO HENRIQUE ZAHDI RICETTI** & LUIZ CARLOS WEINSCHÜTZ

Centro Paleontológico da Universidade do Contestado CENPÁLEO/UnC - Mafra, SC *joão.ricetti@hotmail.com*
luizgeologo@gmail.com

São vários os pontos aflorantes do Folhelho Lontras no Planalto Norte Catarinense, embora na maior parte desta região sua seção fossilífera não ultrapasse 1,1m de espessura sua ocorrência e fácil reconhecimento faciológico permitem ao pesquisador inferir um bom marco estratigráfico, principalmente na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná. Análises em MEV(Microscópio Eletrônico de Varredura) equipado com EDS(Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) feitas com amostras do próprio folhelho e fragmentos de sua diversificada fauna fóssil revelam variadas e discutíveis situações na interpretação paleoambiental durante a deposição de seus estratos. O afloramento "tipo" para esta pesquisa fica situado na cidade de Mafra (SC), denominado Campáleo, onde há muito tempo, o Centro Paleontológico da Universidade do Contestado CENPÁLEO/UnC coordena a retirada e pesquisa do material fossilífero contido nesta seção do Grupo Itararé, Formação Rio do Sul. A diversa fauna marinha contém Peixes Paleoniscídeos, Condricties, Conodontes, Crustáceos, Poríferos, Braquiópodes e Escolecodontes aliados a uma importante fauna e flora de origem continental tais como fragmentos angulosos e polidos de vegetais, e asas e corpos inteiros de insetos pertencentes a vários grupos, como por exemplo, a Ordem Blattida os quais corroboram uma interpretação de mixohalinidade na Época do Cisuraliano, onde imensos corpos de água continental invadiam mares interiores amplificando os nichos e sistemas ecológicos. A presença de elementos como cobre, enxofre e ferro na composição rochosa denotam um ambiente redutor, observando-se conspicuamente níveis com pirita dissolvida detectada e presença de pirita framboidal juntamente com alguns elementos fósseis, como os conodontes, denotando acúmulo de matéria orgânica e rápida precipitação; grande parte dos fósseis estão preservados em Fosfato de Cálcio em substituição, sendo esta assembleia tratada na maioria como parautóctone. O escopo deste projeto é a construção de uma base de dados para estudos bioestratigráficos, e de refinamento cronoestratigráfico na borda leste da Bacia do Paraná.

[*Bolsista CAPES/PPGGeo – UFRGS, **Bolsista CNPq]

ANEXO I	
Título da Dissertação/Tese:	
"ANÁLISE PRELIMINAR DAS ASSOCIAÇÕES NATURAIS DE CONODONTES DO FOLHELHO LONTRAS, GRUPO ITARARÉ, CISURALIANO DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE MAFRA, SC"	
Área de Concentração: Paleontologia	
Autor: EVERTON WILNER	
Orientador: Profa. Dra. Valesca Brasil Lemos	
Examinador: Dra. Sara Nascimento	
Data:	04/02/2014
Conceito:	B (Bom)
PARECER:	
<p>A presente dissertação é um trabalho importante e inédito para o grupo dos conodontes, contribui de forma importante para entendimento desse grupo paleontológica, tafonômica e bioestratigraficamente.</p> <p>O trabalho merece louvor pelo empenho dos pesquisadores envolvidos e em particular do autor.</p> <p>Dentre as observações que cabem ser realizadas sobre o texto, devo salientar:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Existem muitas bibliografias nas Referências e BIBLIOGRAFIAS que poderiam ser retiradas.2. Alguns parágrafos referentes a GEOLOGIA DA ÁREA, não ficaram claros a autoria dos mesmos.3. Falta uma finalização, ou um capítulo integralizado entre o estado da arte e o artigo.4. O Resumo deveria ter um título mais adequado ao estado arte.5. O artigo é muito extenso no item Apêndices Alimentares em detrimento a Resultados e Discussões. De forma geral acredito que o artigo careça de pequenos ajustes para que seja aceito como publicação. Acredito no empenho do candidato para a realização dos compromissos que assumiu, uma vez que esse trabalho é importantíssimo para a paleontologia em especial para os conodontes.	

ANEXO I

Título da Dissertação/Tese:

"ANÁLISE PRELIMINAR DAS ASSOCIAÇÕES NATURAIS DE CONODONTES DO FOLHELHO LONTRAS, GRUPO ITARARÉ, CISURALIANO DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE MAFRA, SC"

Área de Concentração: Paleontologia

Autor: **EVERTON WILNER**

Orientador: Profa. Dra. Valesca Brasil Lemos

Examinador: Prof. Dr. Luiz Carlos Weinschütz

Data:

07.02.2014

Conceito:

"A" (EXCELENTE)

PARECER:

A Bacia Sedimentar do Paraná vem mostrando seu grande potencial para estudos paleontológicos há várias décadas e surpreendentemente o Grupo Itararé (unidade glacial) em suas unidades predominantemente siltylitas argilosas, no caso o Folhelho Lontras, mostra excepcional conteúdo fóssilífero como em sua área de ocorrência na cidade de Mafra.

A pesquisa continuada nesta localidade, denominada informalmente de Canilões, vem resultando em descobertas significativas para a Paleontologia, como da ocorrência inédita para a Bacia do Paraná de conodontes, foco desta dissertação.

A dissertação apresentada vem contribuir em muito na elucidação de muitas dúvidas sobre a unidade, como nas questões relacionadas ao posicionamento cronológico, paleoambiente e paleoclima, além de dados diagnósticos considerando a composição dos elementos conodontes.

A estruturação da dissertação na forma de arte está objetiva e concisa, ressaltando a clareza de informações, principalmente com relação ao estado da arte do estudo de conodontes. Faz uma pequena ressalva com relação ao estado da arte da Bacia do Paraná, no que se refere à falta de algumas citações no decorrer do texto. Uma segunda ressalva se faz necessário tanto no estado da arte da geologia da Bacia como nas discussões e em relação a uti-

LIZAÇÃO DE DADOS ESTRATÉGICOS DE AUTORES
DISTINTOS E COM DIFERENÇAS DE INTERPRETAÇÃO
QUE NÃO FORAM APTOS NO TEXTO, E QUE PODEM
CONFUNDIR UM PESQUISADOR NÃO CONHECEDOR DA
UNIDADE EM QUESTÃO.

FINALIZANDO, CONSIDERO QUE A DISSERTAÇÃO
ATINGIU PLENAMENTE OS OBJETIVOS PROPOSTOS,
E CONSIDERO DE SUMA IMPORTÂNCIA A CONTINUI-
DADE DAS PESQUISAS COM CONCOMITANTES DESTA
UNIDADE. AVALIO ESTA DISSERTAÇÃO COM CON-
CEITO "A".

Assinatura:

Data:

07.02.2014

Ciente do Orientador:

Ciente do Aluno:

ANEXO I
Título da Dissertação/Tese:
"ANÁLISE PRELIMINAR DAS ASSOCIAÇÕES NATURAIS DE CONODONTES DO FOLHELHO LONTRAS, GRUPO ITARARÉ, CISURALIANO DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE MAFRA, SC"
Área de Concentração: Paleontologia
Autor: EVERTON WILNER
Orientador: Profa. Dra. Valesca Brasil Lemos
Examinador: Profa. Dra. Karen Adami Rodrigues
Data: 06/02/2014
Conceito: B (Bom)
PARECER:
<p>O trabalho apresentado de dissertação em forma de artigo constitui-se na análise do registro de Conodontes do Folhelho Lontras em Santa Catarina, discutindo de forma "resumida e preliminar" as associações de conodontes Gandolelides e a associação natural no afloramento em Mafra. Apesar de forma resumida e preliminar das análises representa importante suporte para a continuidade de estudos da Formação Rio do Sul quanto ao registro de Conodontes. Os quatro capítulos apresentados seguem os padrões do Programa de Pós-Graduação em Geo-Ciências - UFRGS. O artigo (Capítulo 4) com a carta de recebimento e aceite cumpre com o formato sob artigo científico. Ao mesmo tempo que parabéns ao autor - EVERTON WILNER, discorro abaixo sugestões e correções que julgo necessárias para compor o trabalho:</p> <p>PAG 1 - Resumo - No último parágrafo consta que o trabalho irá discutir sobre as faunas de Conodontes de acordo com as associações naturais encontradas no Folhelho Lontras, no entanto não encontrei no trabalho! Trata-se isso no título, apresentar nos objetivos (e no título) leva o autor a uma obrigatoriedade de apresentar esta análise onde inclusive é relatada no resumo, gerando a expectativa de "ler sobre".</p> <p>PAG 2 - Sugiro uma reorganização dos objetivos compatível com os resultados e discussões. Sugestões e correções estão detalhadas no volume impresso.</p> <p>PAG 7 - Fig. 3 - Desnecessário a explicação da cobertura sobre</p>

o afloramento. PAG 10 - Total de amostras analisadas?

PAG 12 - Sugiro um mapa com mais qualidade e mais atual

PAG 15 a 24 - 4 Formações de interesse neste estudo d' Matro?

Rio do Sul? Sugiro uma breve descrição da Formação Matro e focar na F. Rio do Sul. O autor na descrição das Unidades

Litológicas da B. do Paraná não cita os autores de tais descrições, aliás essa ausência de autorias é constante durante vários capítulos. (Sugestões no volume). PAG 25 -

capítulo 3 - Estado da Arte - Necessita de reestruturação

(sugestões volume). PAG 32 - Interpretações sobre alimentação

dos Conodontes - As hipóteses são do autor? Novamente se

fazem ausentes autorias, não considero viável ou adequado

apropriação de interpretações ou hipóteses, aconselho a citar as autorias e desta forma discutir e argumentar sobre!

No volume impresso deixo considerações pontuais sobre a organização e estrutura lógica dos itens do capítulo 3. Considerações finais?

O trabalho não é conclusivo (PAG 70), sugiro

observar palavras sublinhadas no artigo apresentado, pois

fica claro não ser um trabalho com conclusão! Referências

Bibliográficas - Número excessivo de artigos não citados no

texto e estão na listagem, vice-versa. Não existem publicações

mais atuais de Purnell? Ausência de trabalhos e inter-

pretações realizadas pelos "chineses" sobre o peri-Gondwana -

Mesogondolellas! Falta discutir o aparelho alimentar - Mesogon-

dolellas do Permiano (foco). Me pareceu fraca a discussão bio-

lógica evolutiva dos conodontes (anatomia, fisiologia). O material

de Matro é especial, no entanto o trabalho deixa fraca a discussão!

Assinatura: Kaue Flaminio Rodrygo

Data: Relatos, 06/02/2014

Ciente do Orientador:

Ciente do Aluno: