

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA**

JORDANA MARIA VICCARI

**NOVA METODOLOGIA E REVISÃO BIOESTRATIGRÁFICA PARA O
ESTUDO DE CONODONTES EM UM TESTEMUNHO DE SONDADE DO
DEVONIANO DA FORMAÇÃO BARREIRINHA, BACIA DO AMAZONAS**

Porto Alegre, 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA

JORDANA MARIA VICCARI

**NOVA METODOLOGIA E REVISÃO BIOESTRATIGRÁFICA PARA O
ESTUDO DE CONODONTES EM UM TESTEMUNHO DE SONDAJEM DO
DEVONIANO DA FORMAÇÃO BARREIRINHA, BACIA DO AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia,
Departamento de Paleontologia e Estratigrafia,
Instituto de Geociências da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, apresentado na forma de
monografia, junto à disciplina Projeto Temático em
Geologia III, como requisito para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientadores: Prof^{fa}. Dr^a. Ana Karina Scomazzon

Porto Alegre, 2022

CIP - Catalogação na Publicação

Viccari, Jordana Maria
NOVA METODOLOGIA E REVISÃO BIOESTRATIGRÁFICA PARA O
ESTUDO DE CONODONTES EM UM TESTEMUNHO DE SONDADE DO
DEVONIANO DA FORMAÇÃO BARREIRINHA, BACIA DO AMAZONAS /
Jordana Maria Viccari. -- 2022.
38 f.
Orientadora: Ana Karina Scmazzon.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Geociências, Curso de Geologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2022.

1. elementos conodontes. 2. Bacia do Amazonas. 3.
metodologia. 4. Devoniano. I. Scmazzon, Ana Karina,
orient. II. Título.

JORDANA MARIA VICCARI

**NOVA METODOLOGIA E REVISÃO BIOESTRATIGRÁFICA PARA O
ESTUDO DE CONODONTES EM UM TESTEMUNHO DE SONDAÇÃO DO
DEVONIANO DA FORMAÇÃO BARREIRINHA, BACIA DO AMAZONAS**

A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título Bacharel em Geologia.

Porto Alegre, 11 de julho de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Erthal

Prof. Dr. Paulo Alves de Souza

Dr^a. Sara Nascimento

É preciso tentar não sucumbir sob o peso de nossas angústias e continuar a lutar. Em um país onde se investe mais na fome e no medo, conseguir estudar se torna um privilégio. Mas não desistiremos. Viva à ciência!

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Sérgio e Neusa, que não mediram esforços para me apoiar, incentivar e mostrar que esse sonho é possível. Eles abdicaram de muitas coisas para hoje eu estar onde estou. A vocês meu eterno amor e gratidão por tudo. Me orgulha muito ser filha de vocês.

Ao meu irmão, que esteve ao meu lado durante a vida inteira, protegendo meu caminho e ensinando a caminhar sozinha. Obrigada por cuidar de mim e me guiar para seguir meus sonhos. Sem você, tenho certeza que o caminho teria sido bem mais tortuoso.

Aos meus amigos da graduação, obrigada pelas horas acordadas estudando, pelos momentos de recompensa depois de um trabalho difícil e por aguentarem a barra que as vezes este curso impõe. Vocês trouxeram leveza e felicidade em muitos momentos, que ficarão guardados como os melhores desta época.

Ao pessoal do Laconf – Laboratório de Conodontes e Foraminíferos da UFRGS, obrigado pelo apoio de sempre. Vocês alegam e incentivam todos os membros e fazem com que fazer ciência com cada vez menos recurso se torne uma habilidade à parte.

A minha orientadora e sua fiel escudeira, Prof^a. Dr^a Ana Karina e Dr^a Sara, só tenho que agradecer pela dedicação, apoio, paciência e reconhecimento. Vocês são inspirações nas vidas dos alunos. Obrigada por fazerem tanto.

RESUMO

Elementos conodontes são estruturas mineralizadas compostas por fosfato de cálcio que compõem o aparelho alimentar dos animais conodontes, vertebrados primitivos, que viveram nos mares epicontinentais do Paleozoico ao Triássico. No Brasil, conodontes são encontrados nas bacias com sedimentação marinha paleozoica, em estratos do Devoniano ao Permiano. Na Bacia do Amazonas, são encontrados elementos conodontes de idade devoniana em folhelhos escuros, físseis e carbonosos da porção inferior da Formação Barreirinha, Membro Abacaxis. Os conodontes encontrados *Cryptotaxis* sp., *Mehlina gradata*, *Polygnathus* sp. e *Polygnathus* aff. *robusticostatus* são atribuídos ao Devoniano (Givetiano – Fameniano). Neste trabalho foram analisadas amostras de um testemunho de sondagem do poço 1RX 1AM, localizado na calha central da Bacia do Amazonas, com o objetivo de recuperar elementos conodontes de constituição mais frágil que são abundantes nesses níveis, através de uma metodologia menos destrutiva, placa por placa, proporcionando a utilização dessas peças em estudos bioestratigráficos. As amostras analisadas correspondem a folhelhos negros que caracterizam a rocha geradora de um sistema petrolífero importante e complexo do Paleozoico superior nessa região norte do Brasil.

Palavras-Chave: elementos conodontes; Bacia do Amazonas; metodologia; Devoniano.

Abstract

Conodont elements are calcium phosphate mineralized structures which comprehends the feeding apparatus of conodont animals, primitive vertebrate, who lived in epicontinental seas from Paleozoic to Triassic. In Brazil, conodonts are found in basins with Paleozoic marine sedimentation, in strata from Devonian to Permian. In the Amazonas Basin, conodont elements of Devonian age are found in dark, fissile and carbonaceous shales of the lower portion of the Barreirinha Formation, Abacaxis Member. The conodont elements found are *Cryptotaxis* sp., *Mehlina gradata*, *Polygnathus* sp. e *Polygnathus* aff. *robusticostatus* attributed to the Devonian (Givetian – Famennian). This study aims to analyze black shales of one core of the 1RX 1AM drill core, with a new piece by piece method to improve the methodology of processing samples and recovering conodont elements of fragile constitution which are abundant in these levels, providing the use of these pieces in biostratigraphic studies. The analyzed samples correspond to black shales which characterize the source rock of an important and complex petroleum system of the Upper Paleozoic in this northern region of Brazil.

Key words: conodont elements; Amazonas Basin; methodology; Devonian.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa Geológico da Bacia do Amazonas com a localização da área estudada marcada pelo ponto do poço 1RX 1AM (modificado de Eiras *et al.*, 1998)..... 15
- Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia do Amazonas (extraída de Cunha *et al.*, 2007)..... 16
- Figura 3: Perfil-tipo do Membro Abacaxis com litologias e perfis geofísicos (modificado de Cunha *et al.*, 2007). 17
- Figura 4: Distribuição estratigráfica, bioestratigrafia e inferência de idade de conodontes do Grupo Tapajós (modificado de Scomazzon *et al.*, 2016)..... 19
- Figura 5: Localização do Gondwana durante o Devoniano (extraído de Ron Blakey, NAU Geology: <<http://www.geologypage.com/devonian-period>>). 20
- Figura 6: Distribuição estratigráfica de famílias e gêneros de Ozarkodinida. Enfoque nos gêneros Palmatolepídeos, Poligonatídeos e Ancirognatídeos (Modificado de Sweet, 1988). 22
- Figura 7: Localização do testemunho 124 no poço 1RX 1AM do Membro Abacaxis, Formação Barreirinha (modificado de Cardoso *et al.*, 2015a)..... 23
- Figura 8: Processamento das amostras. A) Material desagregado e com a marcação dos elementos conodontes. B-C) Testemunho do poço 124, caixa 4-5 com a marcação de um elemento conodonte. D) Detalhe de um molde de elemento conodonte ramiforme. 25
- Figura 9: Fotodocumentação do acervo. A) Imageamento dos espécimes encontrados, em estereomicroscópio. B) Exemplo de imagem de um molde de ramiforme..... 26
- Figura 10: Elementos conodontes encontrados no testemunho #124 caixa 2-5. *Polygnathus* sp. Hinde 1879: A-I. *Mehlina gradata* Youngquist 1945: J-M. 28

Figura 11: Elementos conodontes encontrados no testemunho #124 caixa 4-5. *Polygnathus* sp. Hinde 1879: B, D, K, N, P, Q e R . *Mehlina gradata* Youngquist 1945: C, D, E, F, G, H, I, J, M e O. *Cryptotaxis* sp. Over *et al.* 2009: A, K e L29

Figura 12: impressão de um elemento conodonte plataformado de *Polygnathus aff. robusticostatus* Sweet 1988.30

Figura 13: Ocorrência dos elementos conodontes na Formação Barreirinha, utilizando dados gerados neste trabalho e de Cardoso *et al.*, (2015a).32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos elementos e impressões entre as caixas 2-5 e 4-5.	27
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVOS E METAS	14
2 ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 BIOESTRATIGRAFIA COM BASE EM CONODONTES	18
3.2 DEVONIANO NA BACIA DO AMAZONAS	20
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	23
4.2 ANÁLISE TAXONÔMICA E FOTODOCUMENTAÇÃO.....	25
5 RESULTADOS	27
6 DISCUSSÕES	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Conodontes são vertebrados primitivos de significativa importância bioestratigráfica por possuírem diversidade morfológica em um amplo período temporal, do Cambriano ao Triássico (Briggs *et al.*, 2007). Os elementos conodontes são estruturas mineralizadas compostas por fosfato de cálcio, que ficam preservados nos sedimentos de ambientes marinhos e que compõem o aparelho alimentar do animal conodonte (Aldridge *et al.*, 1993).

Este estudo foi realizado em amostras de subsuperfície na Bacia do Amazonas, Formação Barreirinha, Membro Abacaxis. Esta unidade foi relacionada ao Devoniano Superior por Cardoso *et al.* (2015a) com base na ocorrência de elementos conodontes *Cryptotaxis* sp., *Mehlina gradata*, '*Ozarkodina*' aff. *sannemanni* e *Polygnathus* sp. preservados na rocha como restos e moldes externos e com apoio de estudos com miosporos realizados por Melo & Loboziak (2003).

Esta formação compreende as rochas geradoras de hidrocarbonetos da seção paleozoica da Bacia do Amazonas. O refinamento desta idade relativa e o contexto de sedimentação desta unidade são importantes para o entendimento deste sistema petrolífero. Para a realização deste refinamento, foram utilizadas técnicas de obtenção e classificação de elementos conodontes com base em sua taxonomia.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os conodontes do Devoniano na América do Sul são pouco conhecidos e os trabalhos sobre o grupo no Brasil são raros ou incompletos. Os primeiros relatos sobre conodontes devonianos na América do Sul são da Bacia do Gran Chaco boliviano (Hünicken, 1989). Além das amostras do poço descrito aqui, outros dois poços pertencentes a Formação Jandiatuba da Bacia do Solimões (Hünicken, 1989) e de dois intervalos de folhelhos negros em sucessão com arenitos e lamitos da Bacia de Madre de Dios (Over *et al.*, 2009) também descrevem a presença de conodontes do Devoniano.

Cardoso *et al.* (2015a) analisaram duas amostras no poço 1RX 1AM da Bacia do Amazonas encontrando fauna de conodontes do Devoniano. No entanto, o estado de preservação dos elementos recuperados por Cardoso *et al.* (2015a) foi prejudicado pela metodologia utilizada e muitas peças foram danificadas pelo uso do britador, metodologia padrão utilizada para recuperação de conodontes em rochas carbonáticas.

Nesse estudo parte do testemunho analisado por Cardoso *et al.* (2015a) passou por processos de desagregação mais criteriosos e menos destrutivos resultando em um material em excelente estado de preservação facilitando a sua identificação.

1.2 OBJETIVOS E METAS

O presente trabalho tem como objetivo geral ampliar o conhecimento sobre conodontes do Devoniano na Bacia do Amazonas, contribuindo com nova metodologia de recuperação dos elementos frágeis, que normalmente seriam destruídos ou fragmentados durante seu processo de obtenção. Como objetivos específicos pretendeu-se recuperar elementos ramiformes completos para complementar informações taxonômicas obtidas em estudos anteriores, contribuindo para um maior refinamento da idade da seção sedimentar analisada.

2 ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA

A Bacia do Amazonas é uma sinéclise intracratônica localizada entre os crátons das Guianas e do Brasil (Figura 1) e possui uma área de aproximadamente 500.000 Km² abrangendo os estados do Amazonas e do Pará (Cunha *et al.*, 2007). Os registros geológicos dessa bacia refletem as variações do nível do mar e os fenômenos orogênicos que ocorreram na Placa Sul-americana que resultou na formação de discordâncias e nos Arcos de Gurupá e Purus (Cunha *et al.*, 2007).

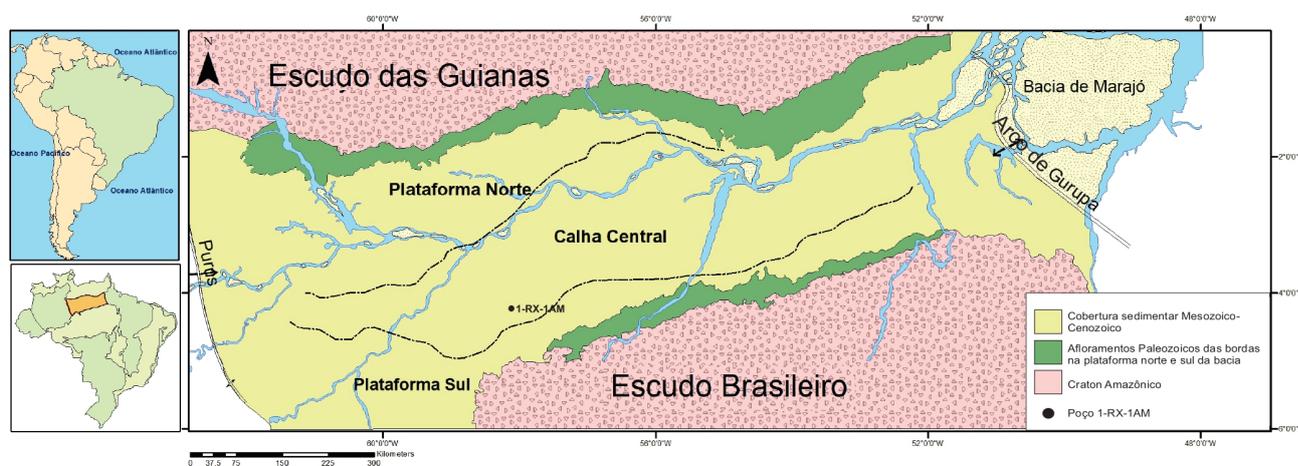


Figura 1: Mapa Geológico da Bacia do Amazonas com a localização da área estudada marcada pelo ponto do poço 1RX 1AM (modificado de Eiras *et al.*, 1998).

O arcabouço estratigráfico da Bacia do Amazonas apresenta duas mega sequências de primeira ordem, que totalizam 5.000 m de preenchimento sedimentar e ígneo (Figura 2). A primeira é a Paleozoica, que é constituída de rochas sedimentares e diversas intrusões de diques e soleiras, e a segunda é Mesozoico-Cenozoica constituída de rochas sedimentares. Segundo Cunha *et al.* (2007) a Mega sequência Paleozoica, pode ser dividida ainda em quatro sequências de segunda ordem: Sequência Ordovício-Devoniana, Sequência Devono-Tournaisiana, Sequência Neoviseana e Sequência Pensilvaniano-Permiana. Suas delimitações estão ligadas a quebras de sedimentação decorrentes do movimento tectônico do Gondwana, causando discordâncias regionais.

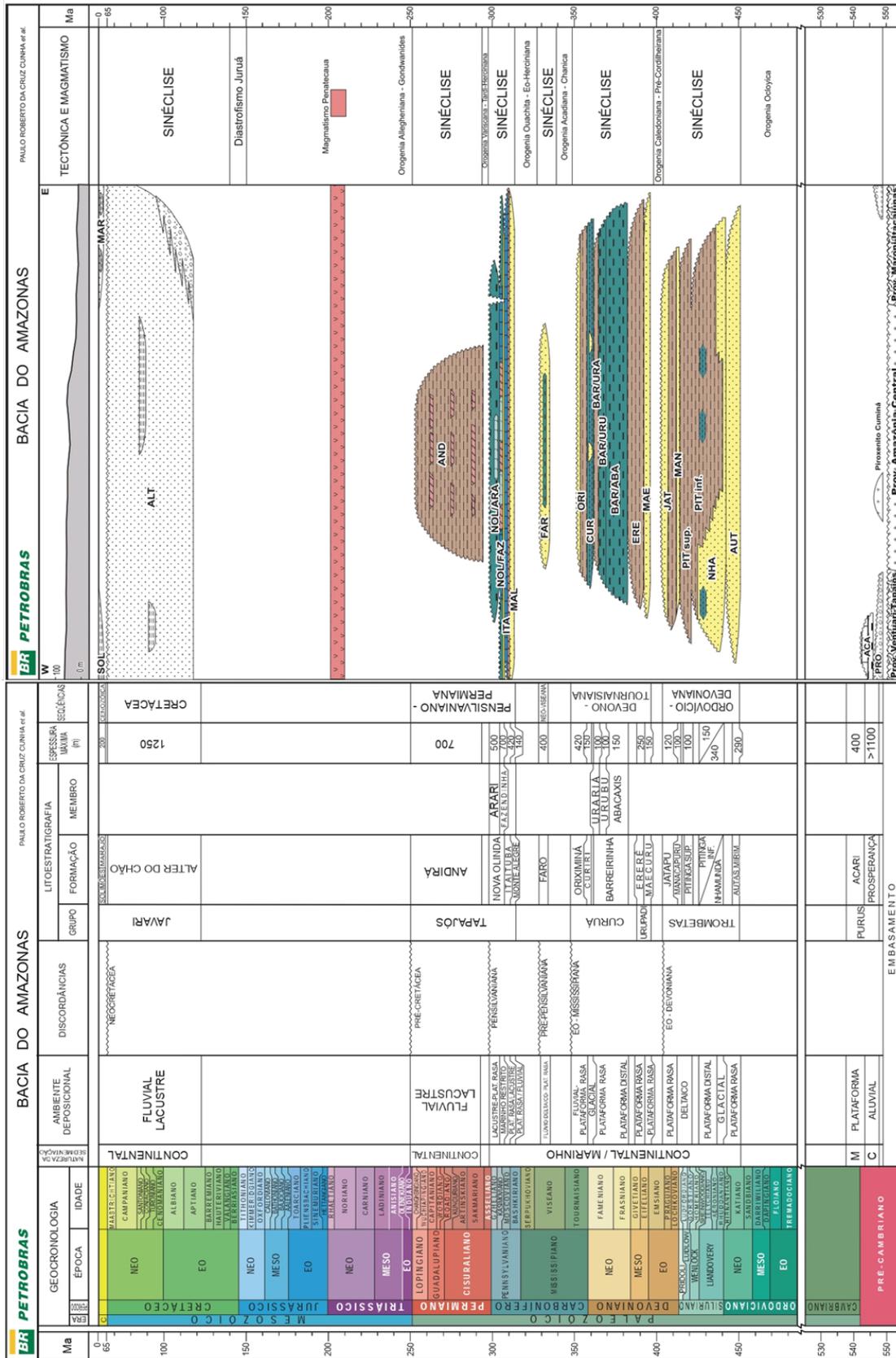


Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia do Amazonas (extraída de Cunha et al., 2007).

A Formação Barreirinha se encontra na Sequência Devono-Tournaisiana e sua deposição está ligada a um regime de sedimentação condensada em ambiente marinho distal e euxínico. Segundo Melo & Loboziak (2003) essa deposição ocorreu durante um lapso de 12 Ma a 18 Ma, desde o eofrasniano até o eo- ou mesofameniano, com base em palinozonas. É constituída por folhelhos escuros e siltitos e se divide em 3 membros: Abacaxis (terço inferior), Urubu (terço médio) e Urariá (terço superior). O membro Abacaxis (Figura 3) é o enfoque deste trabalho sendo caracterizado por folhelhos escuros e ricos em matéria orgânica, responsáveis pela geração de hidrocarbonetos na bacia. A deposição desses folhelhos ocorreu em ambiente marinho distal e corresponde a superfície de inundação máxima da sequência (Cunha, 2000).

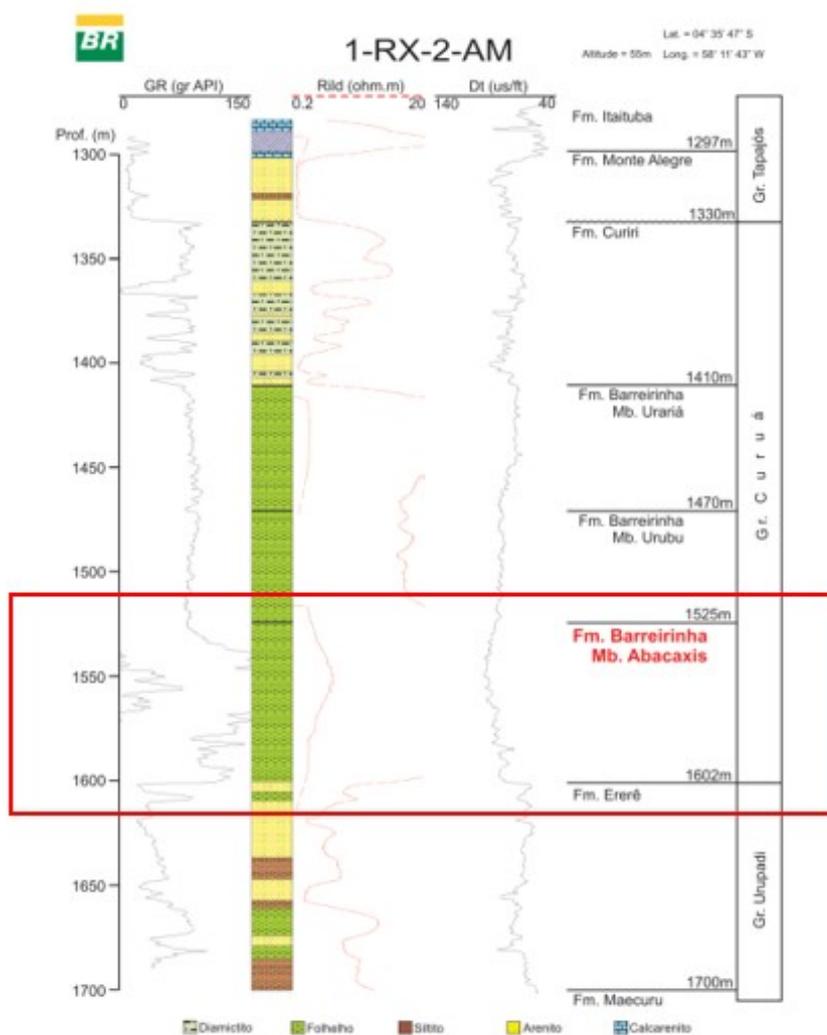


Figura 3: Perfil-tipo do Membro Abacaxis com litologias e perfis geofísicos (modificado de Cunha *et al.*, 2007).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BIOESTRATIGRAFIA COM BASE EM CONODONTES

Estudos bioestratigráficos utilizam eventos como aparecimentos, desaparecimentos, abundância, distribuição de espécies ao longo de uma seção sedimentar, ou o conjunto de assembleias fossilíferas como parâmetros para determinação da idade relativa de um pacote sedimentar. A premissa básica para estes estudos é a contemporaneidade dos organismos e da deposição dos estratos. O método de bioestratigrafia tradicional avalia a presença ou ausência de espécies nas biozonas, que são refletidas por eventos como surgimento e extinção de determinada espécie. A diversidade morfológica de conodontes os tornam importantes indicadores bioestratigráficos (Briggs *et al.*, 2007) e fazem deste grupo de microfósseis um dos mais utilizados para este tipo de estudo.

Os primeiros estudos sobre bioestratigrafia baseada em conodontes na Bacia do Amazonas foram realizados por Lemos (1990). Estudos posteriores foram desenvolvidos por Lemos e Medeiros (1996a), Neis (1996), Scomazzon (1999), Lemos & Scomazzon (2001), Nascimento *et al.* (2005), Nascimento (2008), Scomazzon *et al.* (2016), que analisaram os depósitos marinhos do Grupo Tapajós, de idade pensilvaniana, em subsuperfície e afloramentos, em diferentes partes da bacia. Estes estudos possibilitaram determinar biozonas de conodontes que foram auxiliando no refinamento bioestratigráfico desses depósitos, que inicialmente eram reconhecidos como de idade pensilvaniana e atualmente posicionados no Bashkiriano-Moscoviano (porção superior do Pensilvaniano Inferior à porção inferior do Pensilvaniano Médio). Pode-se observar esse exemplo de distribuição estratigráfica e refinamento bioestratigráfico na Figura 4, onde Scomazzon *et al.* (2016) representaram as principais espécies de conodontes encontrados nas Formações Itaituba e Nova Olinda e sua distribuição estratigráfica.

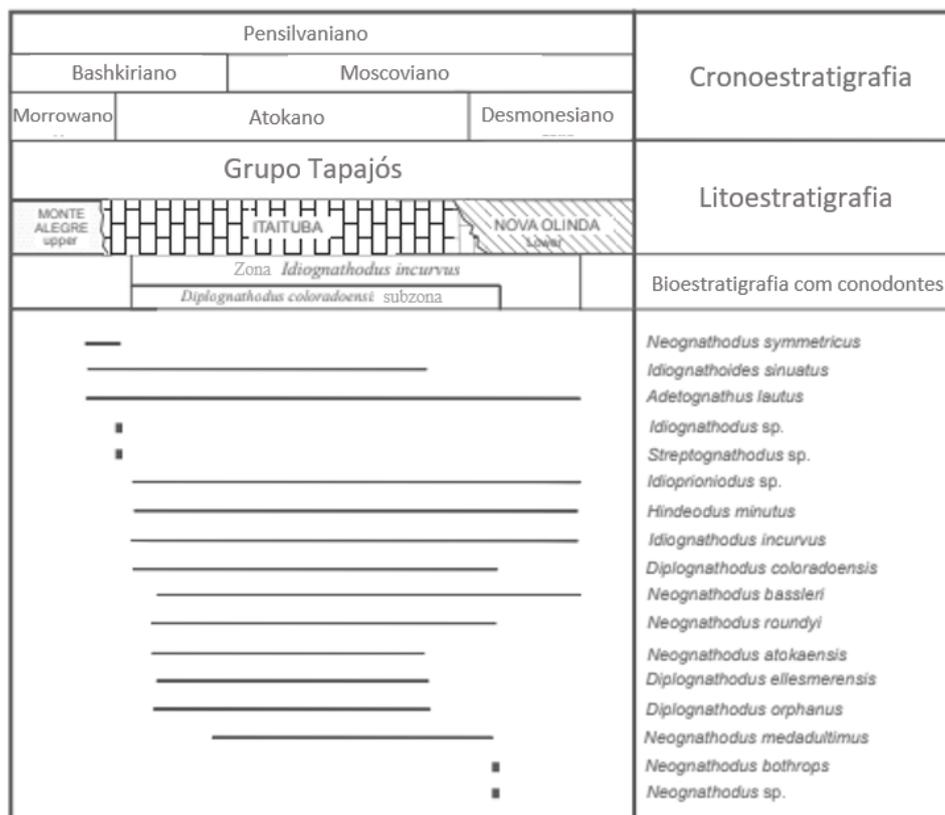


Figura 4: Distribuição estratigráfica, bioestratigrafia e inferência de idade de conodontes do Grupo Tapajós (modificado de Scomazzon *et al.*, 2016).

A fauna de conodontes do Devoniano Superior na Bacia do Amazonas foi estudada por Cardoso *et al.* (2015a), que classificou a sua taxonomia e detalhou a presença ocasional destes elementos na sucessão sedimentar. Os conodontes encontrados pertencem aos grupos *Cryptotaxis* sp., *Mehlina gradata*, *Ozarkodina aff. sannemanni*, *Polygnathus* sp. e, provavelmente, *Prioniodina* sp. sugerindo uma idade frasniana tardia.

Os elementos ramiformes constituem a porção mais conservativa do aparelho alimentar dos conodontes e sua identificação taxonômica é difícil em razão da má preservação dos elementos ramiformes frágeis. Apesar da sua boa preservação, os conodontes encontrados carecem de elementos plataformados que são os mais indicados para os estudos taxonômicos.

3.2 DEVONIANO NA BACIA DO AMAZONAS

Segundo Isaacson *et al.* (2008) e com base nos dados apresentados por Caputo (1985), os sistemas deposicionais do Devoniano Superior sofreram significativas mudanças durante a glaciação do Devoniano ocorrida no Gondwana. Essa glaciação, bem documentada no Brasil, também pode ser vista em outros países sul-americanos e africanos apresentando evidências que a glaciação do Gondwana teve início no Devoniano. Na figura 5 podemos observar a disposição do Brasil no Gondwana durante o Devoniano, próximo ao polo sul.

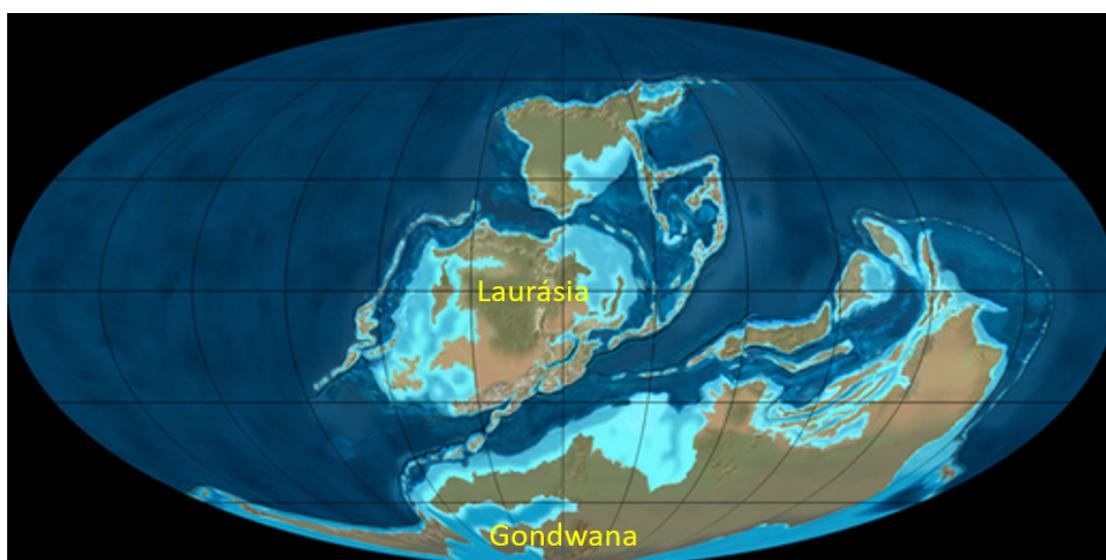


Figura 5: Localização do Gondwana durante o Devoniano (extraído de Ron Blakey, NAU Geology: <<http://www.geologypage.com/devonian-period>>).

Condições glaciais e periglaciais do Norte do Brasil foram propostas por Caputo (1985). As evidências incluem seixos facetados e estriados, pavimentos estriados, sedimentos varvíticos, blocos exóticos e ampla distribuição de diamictitos. A influência glacial pode ser observada nas bacias do Solimões, Amazonas e Parnaíba onde os pavimentos estriados encontrados mostram contato direto com uma camada de gelo continental. (Quadros, 1988; Caputo e Silva, 1990; Eiras *et al.*, 1994).

O Grupo Curuá, na Bacia do Amazonas, é constituído pelas Formações Barreirinha e Curiri. A primeira não apresenta claras evidências sedimentares da glaciação ocorrida no Devoniano Superior. A segunda

apresenta diamictitos marinhos glaciais e folhelhos depositados durante o Intervalo final do Frasniano a médio Famenniano (Daemon & Contreiras, 1971; Cunha et al., 1994).

Durante o Devoniano ocorreu um grande evento de extinção em massa, onde cerca de 27% de famílias e de 70 a 80% de espécies de organismos não sobreviveram (Schultz, 2010). Existem muitas explicações possíveis para esta extinção incluindo mudanças climáticas, tectônica, flutuações do nível do mar, impactos de asteróides e anoxia oceânica. No entanto, segundo Schultz (2010) a extinção neodevoniana assemelha-se mais a uma longa crise biótica do que com uma única extinção em massa, gerada de uma combinação de eventos que afetou as condições globais.

Durante o Devoniano gradativamente os conodontes Ancyrodellideos foram eliminados assim como quase todas as espécies de Palmatolepídeos, Poligonatídeos e Ancirognatídeos desapareceram no final do Frasniano (Schindler, 1990). Ao todo, 89% das espécies de conodonte foram extintas no Famenniano. Pode-se observar na figura 6, a evolutiva destes grupos e sua distribuição estratigráfica.

4 METODOLOGIA

4.1 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Os conodontes estudados neste trabalho são provenientes do poço 1RX 1AM, testemunho #124 (profundidade de 2572,5 - 2577,5 m), perfurado na Formação Barreirinha (Figura 7). O testemunho possui 5 metros de comprimento e foi dividido em 5 caixas para melhor organização, neste trabalho foram analisadas as caixas 2-5 e 4-5.

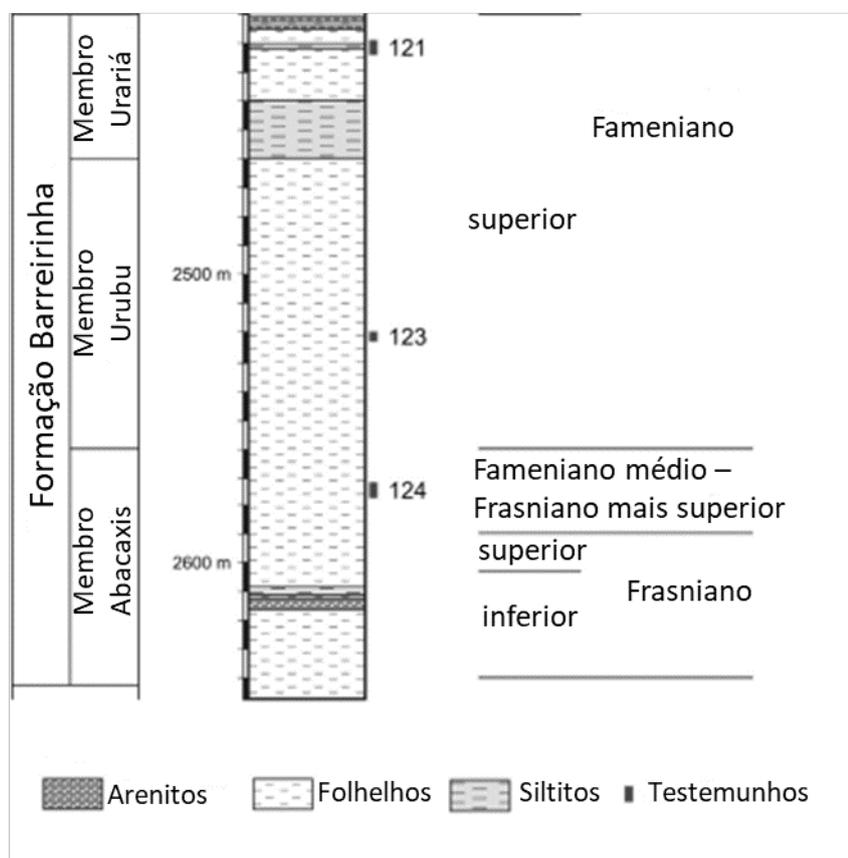


Figura 7: Localização do testemunho 124 no poço 1RX 1AM do Membro Abacaxis, Formação Barreirinha (modificado de Cardoso *et al.*, 2015a).

Para obtenção dos elementos conodontes a preparação das amostras realizada normalmente é dividida em desagregação física e química, sendo a parte física através da cominuição da rocha até o tamanho de 2 cm em um britador de mandíbulas e a parte química com uso de ácido acético glacial (CH_3COOH) para carbonatos ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2) para folhelhos

com o intuito de dissolver a matriz. Essa técnica de preparação de amostras para obtenção de conodontes segue as orientações descritas por Austin (1987), porém acaba fragmentando os elementos mais frágeis e diminuindo o acervo de espécimes usados em interpretações taxonômicas.

Neste trabalho abordamos a preparação com uma nova técnica, que envolve a desagregação física por partição da rocha em placas, peça por peça, com o uso de ferramentas como estilete e formão buscando minimizar possíveis danos nos espécimes mais frágeis e conseguindo preservar assim informações sobre a preservação tafonômica. A amostra de poço possui cerca de 5 cm de altura e foi partida em placas de 1-2 mm, que foram observadas em estereomicroscópio para marcação da localização dos elementos e moldes (Figura 8). Como não foi utilizada a metodologia tradicional, os fragmentos não passaram pela desagregação química com peróxido de hidrogênio.

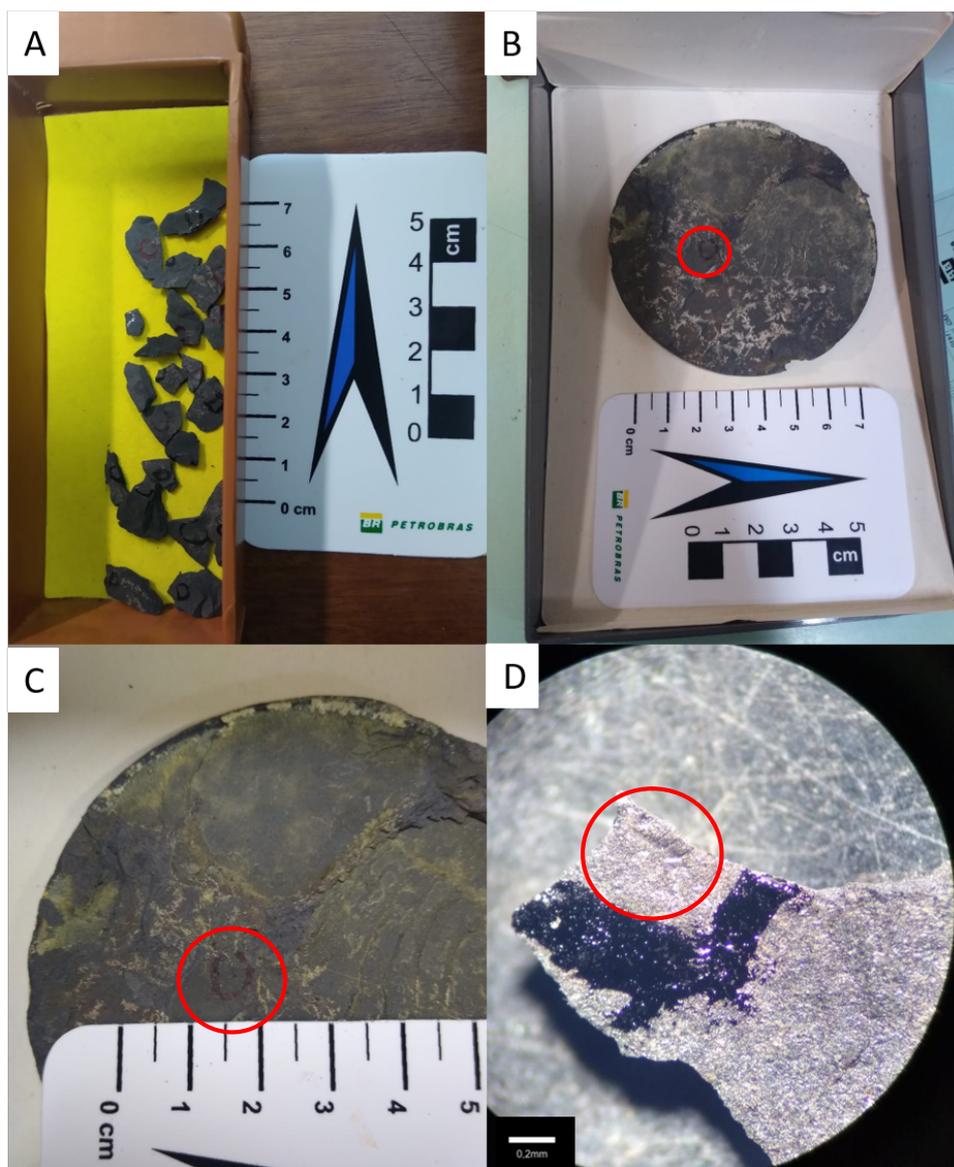


Figura 8: Processamento das amostras. A) Material desagregado e com a marcação dos elementos conodontes. B-C) Testemunho do poço 124, caixa 4-5 com a marcação de um elemento conodonte. D) Detalhe de um molde de elemento conodonte ramiforme.

4.2 ANALISE TAXONOMICA E FOTODOCUMENTAÇÃO

Os espécimes coletados foram fotografados em microscópio Leica S8 APO com câmera acoplada, usando luz incidente e ampliações de 80x a 160x (Figura 9). Foram geradas 169 fotos de elementos conodontes e moldes, que foram tratadas e agrupadas em um conjunto de acordo com as caixas (2-5 e 4-5) para identificação taxonômica. Nem todas as imagens foram usadas para esta análise, pois algumas apresentaram diferença de relevo causando uma dificuldade de interpretação.

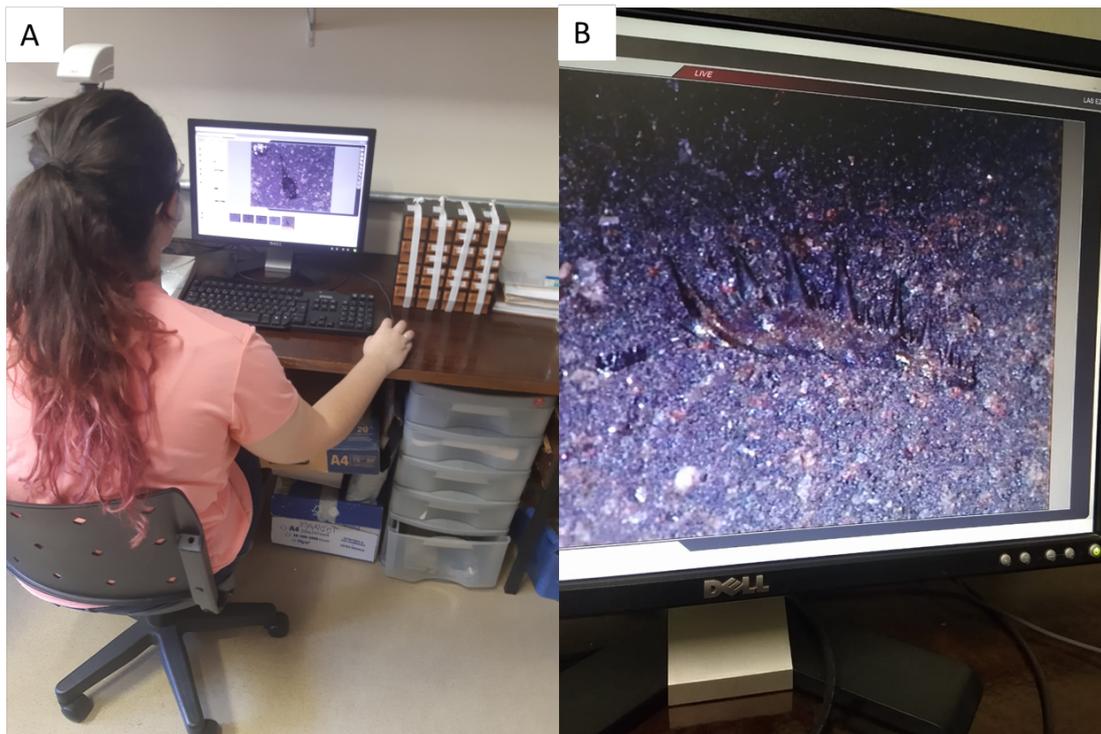


Figura 9: Fotodocumentação do acervo. A) Imageamento dos espécimes encontrados, em estereomicroscópio. B) Exemplo de imagem de um molde de ramiforme.

5 RESULTADOS

As caixas 2-5 (Figura 10) e 4-5 (Figura 11) foram analisadas de forma separadas. O processamento das amostras resultou na obtenção de 79 elementos ramiformes e 42 moldes ao todo. Na tabela 1, pode-se observar esta distribuição dentro das caixas. Para a classificação taxonômica destes elementos, foram utilizados métodos de comparação com a bibliografia existente.

Tabela 1: Distribuição dos elementos e impressões entre as caixas 2-5 e 4-5.

Impressões e restos de conodontes do Devoniano da Formação Barreirinha, Poço 1RX 1AM, testemunho #124		
Caixas	2-5	4-5
Impressões	10	31
Elementos Ramiformes	21	58
Impressão de Plataformado	0	1

Na caixa 2-5 foram identificados 4 elementos ramiformes pertencentes a *Mehlina gradata* (K, L, M e J), já na caixa 4-5 foram identificados 10 elementos (C, D, E, F, G, H, I, J, M e O). Dezesesseis dos conodontes encontrados são considerados elementos do aparelho do gênero *Polygnathus* sp. Representantes deste gênero são encontrados na caixa 2-5 (A-I) e caixa 4-5 (B, D, K, N, P, Q e R).

Três elementos encontrados na caixa 4-5 (A, K e L) são semelhantes a elementos de *Cryptotaxis* sp. Seis elementos de coloração branca foram recuperados no testemunho #124 caixa 2-5, (B, F, G, H, I e K).

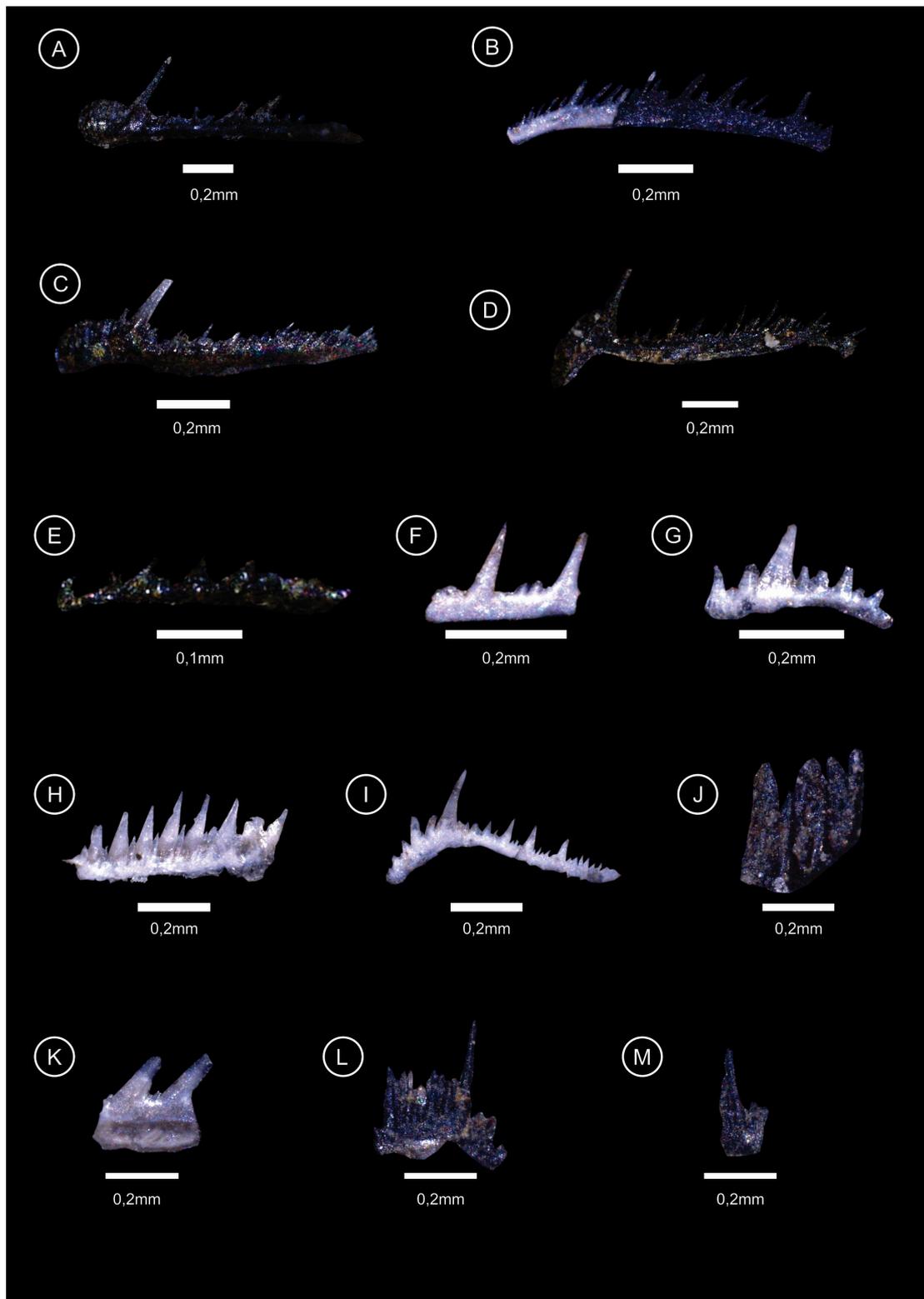


Figura 10: Elementos conodontes encontrados no testemunho #124 caixa 2-5.
Polygnathus sp. Hinde 1879: A-I. *Mehlnina gradata* Youngquist 1945: J-M.

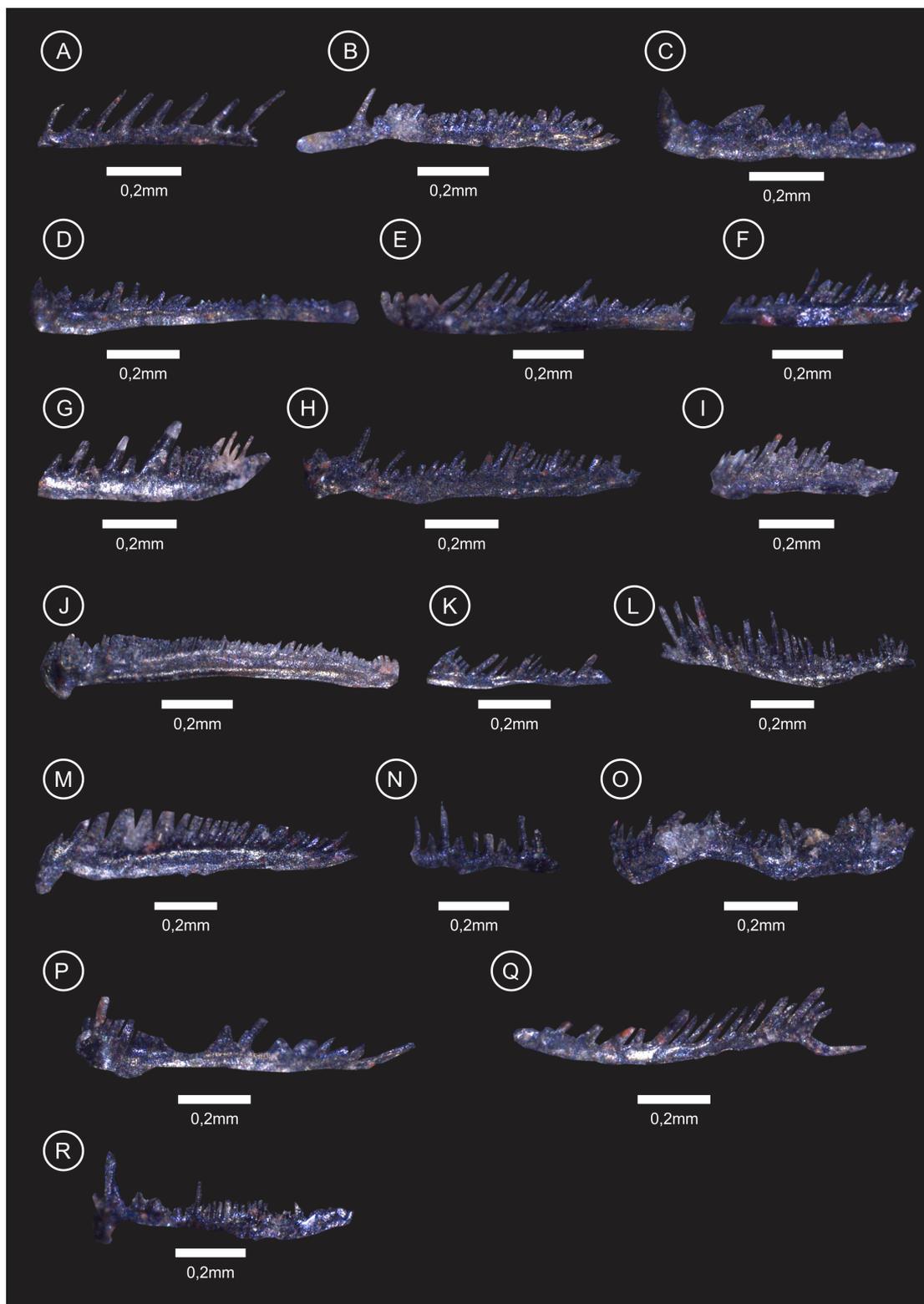


Figura 11: Elementos conodontes encontrados no testemunho #124 caixa 4-5. *Polygnathus* sp. Hinde 1879: B, D, K, N, P, Q e R. *Mehlina gradata* Youngquist 1945: C, D, E, F, G, H, I, J, M e O. *Cryptotaxis* sp. Over et al. 2009: A, K e L.

Na caixa 4-5, também foi encontrada a impressão de um elemento conodonte plataformado pertencente à família Polygnathidae (Figura 12). A boa preservação da impressão deste elemento sugere que se trata de *Polygnathus aff. robusticostatus*.



Figura 12: impressão de um elemento conodonte plataformado de *Polygnathus aff. robusticostatus* Sweet 1988.

6 DISCUSSÕES

A nova metodologia desenvolvida possibilitou a recuperação de elementos ramiformes completos, demonstrando que o estado de preservação dos conodontes descritos em trabalhos anteriores como estando em más condições (Cardoso *et al.*, 2015a) são referentes as técnicas metodológicas não aplicáveis no contexto destas amostras. Da mesma forma, essa nova técnica abre a possibilidade de recuperação de outros elementos e impressões de conodontes que podem ser uteis na bioestratigrafia e na análise de danos tafonômicos. Como este trabalho de processamento das amostras com esta nova metodologia está no início, elementos conodontes índices poderão ser descobertos, contribuindo para o estudo bioestratigráfico da sessão analisada.

A partir de comparações com a literatura, foi possível identificar os elementos conodontes presentes nas amostras. Segundo Youngquist (1945) elementos ramiformes pertencentes a *Mehlina gradata* são caracterizados pela variação gradativa na altura e tamanho dos denticulos da lâmina, além do espessamento ao longo da barra. Elementos de *Polygnathus* sp. possuem barras com os denticulos em contato próximo e que alteram em tamanho e altura. Isso demonstra no elemento ramiforme um ciclo de quatro ou cinco pequenos dentes intercalados com os maiores (Hinde, 1879). Os ramiformes de *Cryptotaxis* sp. estão comprimidos e possuem um ou dois denticulos delgados distintivos entre cada dois dentes maiores. Over *et al.* (2009) relata que estes elementos apresentam lâmina fundida ou robustas e a lâmina dorsal curta é claramente defletida para baixo.

Na caixa 4-5, foi encontrada a impressão de um elemento conodonte plataformado de *Polygnathus* aff. *robusticostatus*, espécie característica do limite do Devoniano médio (base do Givetiano). Este elemento é caracterizado por possuir plataformas bem desenvolvidas e lateralmente simétricas, com carena se estendendo até o seu final posterior (Sweet, 1988). Com a descoberta deste espécime, a distribuição estratigráfica usada por Cardoso *et al.* (2015a) sofre uma alteração, como pode ser observado na figura 13.

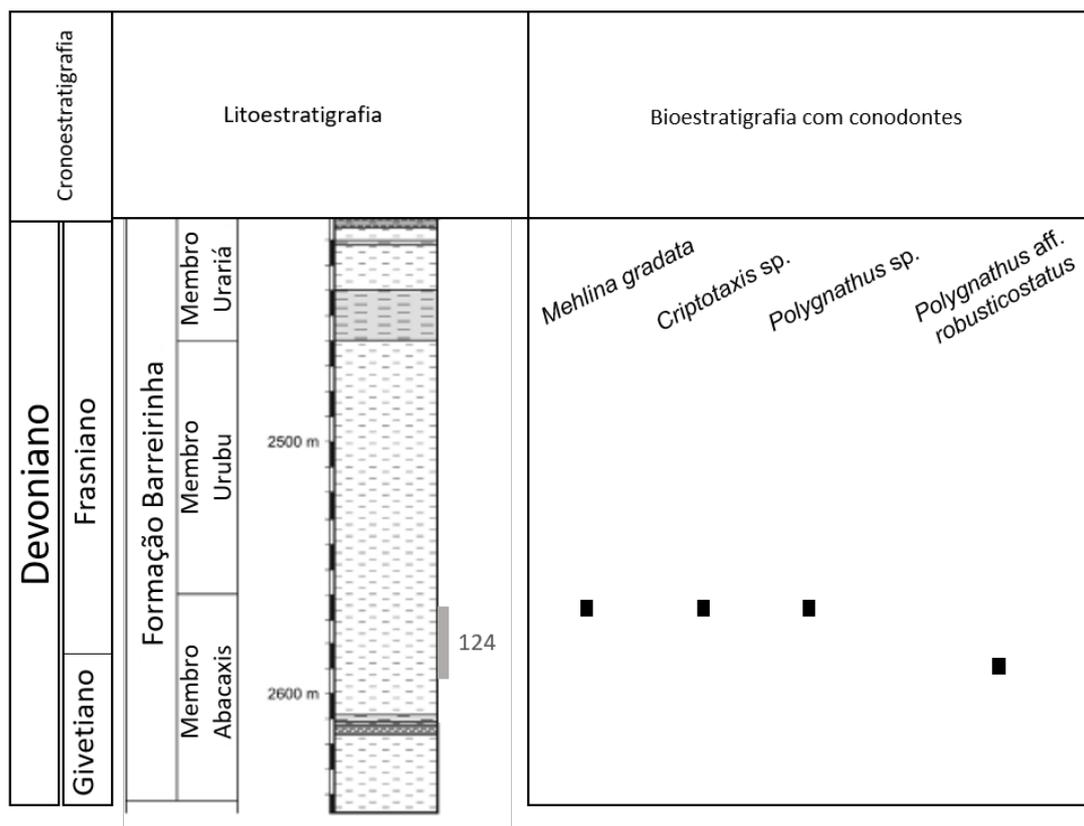


Figura 13: Ocorrência dos elementos conodontes na Formação Barreirinha, utilizando dados gerados neste trabalho e de Cardoso *et al.*, (2015a).

A descoberta neste trabalho da impressão do elemento plataforma da espécie *Polygnathus aff. robusticostatus*, sugere que outros elementos poderiam estar presentes na amostra uma vez não foi totalmente explorada sob esta metodologia. No entanto, as porções já analisadas podem ainda ocultar pequenos elementos impossíveis de recuperação usando esta técnica. Para estes casos utilizaremos a metodologia padrão com peróxido de hidrogênio, para a recuperação de conodontes em folhelhos.

A existência de elementos de coloração branca pode possivelmente estar relacionada a ocorrência de *sills* e soleiras no pacote sedimentar, conforme descrito por Cunha *et al.* (2007). Segundo Cardoso *et al.* (2015b), alguns elementos conodontes encontrados na Formação Barreirinha possuem um valor 6 a 7, anômalo no IAC – Índice de Alteração de Cor, que correspondem a estes de coloração branca encontrado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é precursor na metodologia de preparação de amostras em folhelhos, fazendo a abertura da amostra placa por placa. Novos estudos serão realizados neste material de testemunho e amostras de afloramento do Devoniano da Bacia do Amazonas, a seguir no mestrado.

REFERÊNCIAS

ALDRIDGE, R. J., BRIGGS, D. E. G., SMITH, M. P., CLARKSON, E. N. K., & CLARK, N. D. L. 1993. *The Anatomy of Conodonts*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 340(1294), 405–421. doi:10.1098/rstb.1993.0082

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

BLAKEY R. NAU Geology. Disponível em: <<http://www.geologypage.com/devonian-period>>. Acesso em: 10 jun 2022.

BRIGGS, D. E. G., CLARKSON, E. N. K., & ALDRIDGE, R. J. 2007. *The conodont animal*. *Lethaia*, 16(1), 1–14. doi:10.1111/j.1502-3931.1983.tb01993.x

CAPUTO, M.V., 1985. *Late Devonian glaciation in South America*. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 51, 291–317.

CAPUTO, M.V. & SILVA, O. B. da, 1990. *Sedimentação e Tectônica da Bacia do Solimões*. Origem e Evolução das Bacias Sedimentares, PETROBRÁS, Rio de Janeiro, p. 169-193.

CARDOSO, C. N.; JAVIER SANZ-LÓPEZ, J; BLANCO-FERRERA, S; LEMOS, V. B; SCOMAZZON, A. K. 2015a. *Frasnian conodonts at high palaeolatitude (Amazonas Basin, north Brazil)*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 418, 57–64. doi:10.1016/j.palaeo.2014.11.007

CARDOSO, C.N.; SANZ-LOPEZ, J.; BLANCO-FERRERA, S.; LEMOS, V.B.; SCOMAZZON, A.K. 2015b. *Conodont color alteration index and upper Paleozoic thermal history of the Amazonas Basin, Brazil*. *Journal of South American Earth Sciences*. 64:139-151.

CUNHA, P. R da C. 2000. *Análise estratigráfica dos sedimentos eo/mesoDevonianos da porção ocidental da Bacia do Amazonas sob a ótica*

da estratigrafia de sequências no interior cratônico. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Master Thesis, 263 p.

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

CUNHA, P. R. da C; MELO, J. H. G. de, & SILVA, O. B. da 2007. *Bacia do Amazonas*. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 227-251, maio/nov.

DAEMON, R. F.; CONTREIRAS, C. J. A. *Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971, v. 3, p. 79-88.

EIRAS, J. F.; BECKER, C. R.; SOUZA, E. M.; GONZAGA, F. G.; SILVA, J. G. F.; DANIEL, L. M. F.; MATSUDA, N. S.; FEIJÓ, F. J. *Bacia do Solimões*. Boletim de Geociências da Petrobras. Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 17-45. jan./mar. 1994

EIRAS, J. F.; SILVA, O. B.; MATSUDA, N. S.; HOOK, S. C. 1998 in MANTILLA, A.F. R. 2022. *Zoneamento Bioestratigráfico e Análise Paleoambiental do Grupo Tapajós, Pensilvaniano Inferior a Médio da Bacia do Amazonas, com base no gênero Neognathodus*. Dissertação de Mestrado em Geociências. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 120p.

HINDE, G.J., 1879. *On conodonts from the Chazy and Cincinnati group of the Cambro-Silurian and from the Hamilton and Genesee shale divisions of the Devonian in Canada and the United States*. Geol. Soc. Lond. Q. J. 35, 351-369.

HÜNICKEN, M.A., 1989. *Some paleogeographical aspects of South American conodonts and related forms*. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 117, 29–49

HÜNICKEN, M.A., DE MELO, J.H.G., LEMOS, V.B., 1989. *Devonian conodonts from the Upper Amazon Basin*. In: McMillan, N.J., Embry, A.F., Glass, D.J. (Eds.), *Northwestern Brazil*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 14 vol. 3, pp. 479–483 (imprint 1988).

ISAACSON, P.E., DÍAZ-MARTÍNEZ, E., GRADER, G.W., KALVODA, J., BABEK, O., DEVUYST, F.X., 2008. *Late Devonian–earliest Mississippian glaciation in Gondwanaland and its biogeographic consequences*. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 268, 126–142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.03.047>

LEMOS, V.B. 1990. *Assembléia de Conodontes do Carbonífero da Bacia do Amazonas*. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Ph.D. Thesis, 259 p.

LEMOS, V.B. & SCOMAZZON, A.K. 2001. *Carboniferous biostratigraphy of the Amazonas Basin, Brazil, based on conodonts*. *Ciência Técnica Petróleo, Sec. Exploração de Petróleo*, 20:131-138.

MELO, J. H. G.; LOBOZIAK, S. 2003. *Devonian-early Carboniferous miospore biostratigraphy of the amazonbasin, northern Brazil*. *Review of palaeobotany and palynology: an international journal, amsterdam*, v. 124, n. 3-4, p. 131-202, may/2003.

NASCIMENTO, S. 2008. *Conodontes e a cronoestratigrafia da base da seção pensilvaniana, na Região de Itaituba, Porção Sul da Bacia do Amazonas, Brasil*. 2008. 246 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

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, p.193-202, 2005

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

OVER, D.J., DE LA RUE, S., ISAACSON, P.E., ELLWOOD, B., 2009. *Upper Devonian conodonts from black shales of the high latitude Tomachi Formation, Madre de Dios Basin, northeastern Bolivia*. Palaeontogr. Am. 62, 89–95.

QUADROS, L.P., 1988. *Zoneamento bioestratigráfico do Paleozoico inferior e médio (seção marinha) da Bacia do Solimões*. Bol. Geoc. PETROBRAS 2, 95-109

SCHULTZ, C. L. in CARVALHO, I.S. (ed.) 2010 Paleontologia. Rio de Janeiro, Ed. Interciência, 3ª edição, volume 1. 756 p.

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

SCOMAZZON, A. K., MOUTINHO, L. P., NASCIMENTO, S., LEMOS, V. B., & MATSUDA, N. S. 2016. *Conodont biostratigraphy and paleoecology of the marine sequence of the Tapajós Group, Early-Middle Pennsylvanian of Amazonas Basin, Brazil*. Journal of South American Earth Sciences, 65, 25–42. doi:10.1016/j.jsames.2015.11.004

SCHINDLER, E. 1990. *The Late Frasnian (Upper Devonian) Kellwasser Crisis*; p. 151-159 in *Notes in Earth Sciences* 30, Springer-Verlag, New York, 432 p.

SWEET, W.C., 1988. *The Conodonta: morphology, taxonomy, paleoecology, and evolutionary history of a long-extinct animal phylum*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics 10. Oxford University Press (212 pp.).

YOUNGQUIST, W.L., 1945. *Upper Devonian conodonts from the Independence Shale (?) of Iowa*. *J. Paleontol.* 19, 355–367