



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL E INICIAÇÃO CIENTÍFICA

O ICNOGÊNERO *ARTHROPHYCUS*: TAXONOMIA E IMPLICAÇÕES
PALEOAMBIENTAIS PARA A FORMAÇÃO NHAMUNDÁ (SILURIANO) DA
BACIA DO AMAZONAS.

Bolsista: Tamna Gadelha da Silva, FAPEAM

Manaus
Julho/2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL E INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB – E – 0043/2014

O ICNOGÊNERO *ARTHROPHYCUS*: TAXONOMIA E IMPLICAÇÕES
PALEOAMBIENTAIS PARA A FORMAÇÃO NHAMUNDÁ (SILURIANO) DA
BACIA DO AMAZONAS.

Bolsista: Tamna Gadelha da Silva, FAPEAM

Orientadora: Profa. Dra. Valquíria Porfírio Barbosa

Manaus

Julho/2015

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Departamento de Geociências (DEGEO/UFAM) e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Departamento de Geociências e se caracteriza como projeto de pesquisa vinculado às práticas de campo da Disciplina Paleontologia (IEG-150).

RESUMO

Devido à carência de fósseis corpóreos nos depósitos da Formação Nhamundá (Grupo Trombetas, Siluriano da Bacia do Amazonas), ocorrências de icnofósseis do tipo *Arthropycus* têm sido apontadas como uma alternativa tanto para a interpretação dos paleoambientes deposicionais quanto para possíveis estimativas de idades para esses depósitos. Por outro lado, embora estes registros sejam relativamente comuns na região no Município de Presidente Figueiredo (AM), o material coletado até o momento não havia sido submetido a uma análise paleontológica adequada, no sentido de buscar o posicionamento taxonômico deste icnogênero ao nível de espécie, um atributo essencial e indispensável para que o potencial destes fósseis como ferramenta de interpretação estratigráfica seja avaliado e corroborado. Assim, partindo da análise taxonômica de sete amostras de *Arthropycus* provenientes da região de entorno do Município de Presidente Figueiredo – AM, onde ocorrem alguns dos mais expressivos afloramentos da Formação Nhamundá, propôs-se neste trabalho o desenvolvimento de estudos taxonômicos voltados à classificação sistemática destes fósseis ao nível de espécie. Estes estudos se fundamentaram, essencialmente, na consulta e na comparação de descrições e ilustrações fornecidas na bibliografia especializada para as sete espécies conhecidas do gênero *Arthropycus*, o que levou à conclusão de que todos os sete espécimes analisados pertenciam à espécie *Arthropycus linearis* Seilacher. A partir dos resultados taxonômicos, foi desenvolvida uma nova etapa de estudos destinada ao levantamento paleocológico da espécie, tendo como meta a inferência do paleoambiente deposicional dos depósitos de ocorrência do citado fóssil, bem como de outros aspectos estratigráficos, como o levantamento dos intervalos de tempo em que são mais comumente registrados. Como resultado deste levantamento e de sua integração com o conhecimento geológico da supracitada unidade, sugere-se como ambiente deposicional mais provável para estes depósitos um ambiente marinho raso proximal, sublitoral (shoreface). Com relação à distribuição estratigráfica da espécie, embora sejam reconhecidos registros ao longo de toda a Era Paleozóica, o intervalo em que ocorre mais comumente estende-se do Ordoviciano ao Siluriano, o que corrobora as estimativas de idades, fornecidas na literatura.

Palavras-chave: Icnofósseis, Taxonomia, Formação Nhamundá

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Icnologia	5
2.2	O icnogênero <i>Arthropycus</i>	5
2.3	Contexto Geológico	5
3	MATERIAIS E MÉTODOS	7
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
4.1	Descrição do material	9
4.2	Classificação Sistemática	10
4.3	Implicações paleoambientais e estratigráficas da icnoespécie <i>Arthropycus linearis</i>	12
5	CONCLUSÕES	13
6	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	14
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
8	ANEXOS.....	15

1 INTRODUÇÃO

Em diferentes áreas da região do Município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas, icnofósseis do tipo *Arthropycus* ocorrem em afloramentos de arenitos, cujos atributos litológicos (*e. g.*, textura, composição, estruturas, etc.), somados à geometria e às relações de contato com corpos sobrepostos e sotopostos, demonstram estreita relação com depósitos pertencentes à Formação Nhamundá (Grupo Trombetas), Siluriano da Bacia do Amazonas.

Arthropycus é um icnofóssil representado por tubos de aproximadamente 5-15 mm de diâmetro transversalmente segmentados cuja gênese, segundo Seilacher (2000), está possivelmente relacionada à construção de túneis por organismos vermiformes infaunais e escavadores, como poliquetas ou outros grupos com hábitos e ecologia semelhante e, assim como outros icnofósseis, tem se mostrado uma importante ferramenta de interpretação paleoambiental e mesmo bioestratigráfica, principalmente em depósitos clásticos (*e. g.*, Nogueira & Soares, 1999; Seilacher, 2000; Mángano *et al.*, 2005; entre outros).

Isto se dá porque, além dos icnofósseis muitas vezes corresponderem à única evidência direta dos modelos de comportamento (etologia) dos organismos do passado, ocorrem *in situ* podendo, assim, ser empregados em reconstruções paleoambientais de depósitos clásticos através da estimativa de parâmetros como: taxa de sedimentação, energia, paleobatimetria, oxigenação e salinidade, entre outros. Consequentemente, a aplicação do grupo em estudos estratigráficos tem se mostrado tão promissora que há hoje uma categoria específica de fácies definidas exclusivamente com base em icnofósseis diagnósticos, as icnofácies.

Por isso, levando em consideração o conhecimento prévio da ocorrência de *Arthropycus* em depósitos clásticos da Formação Nhamundá, bem como a reconhecida carência de fósseis corpóreos nesta unidade, a realização deste trabalho teve como intuito o desenvolvimento de estudos taxonômicos de sete amostras de *Arthropycus* provenientes da região de entorno do Município de Presidente Figueiredo – AM, onde ocorrem alguns dos melhores afloramentos da Formação Nhamundá, visando à classificação sistemática destes fósseis ao nível de espécie.

A proposta de um estudo taxonômico foi obviamente motivada pelo fato de corresponder a um atributo essencial e indispensável para que o potencial destes fósseis como ferramenta de interpretação estratigráfica possa ser explorado e empregado na ampliação do conhecimento geológico da Formação Nhamundá, pois todas as interpretações estratigráficas desenvolvidas a partir de fósseis (*e. g.*, paleoambientes e idades), passam pelo seu posicionamento taxonômico e classificação sistemática ao nível de espécie, necessariamente.

Este trabalho teve como objetivo geral a realização de um estudo taxonômico detalhado de sete espécimes pertencentes ao icnogênero *Arthropycus*, visando à classificação sistemática destes fósseis ao nível de espécie. Abortando como metas específicas a descrição e obtenção do posicionamento taxonômico do material estudado; a avaliação do potencial do icnogênero *Arthropycus* como ferramenta de interpretação e inferência paleoambiental para a sequência siluriana da bacia do Amazonas, representada na área de estudo pelos depósitos arenosos da Formação Nhamundá (Grupo Trombetas); a colaboração para a ampliação do conhecimento taxonômico e paleoecológico do icnogênero *Arthropycus* e, com isso, fornecer novos dados e elementos que possam ser empregados na caracterização do arcabouço estratigráfico da Bacia do Amazonas; e divulgação os resultados obtidos, visando auxiliar na disseminação da importância e da aplicação da icnologia na Geologia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Icnologia

A icnologia é o ramo da Paleontologia que se dedica ao estudo dos vestígios, uma categoria de fósseis na qual estão inseridas todas as evidências indiretas da existência e/ou da presença de organismos, seja na forma de impressões, seja através de estruturas resultantes do metabolismo e/ou da atividade biológica destes. Os vestígios são formalmente designados de icnofósseis ou traços-fósseis e entre seus principais representantes estão: moldes, contramoldes, ovos, coprólitos, gastrólitos, pegadas, pistas, trilhas, escavações (*burrow*), perfurações (*boring*), tubos e túneis.

A taxonomia dos icnofósseis segue as normas do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN). Porém, por corresponderem a vestígios de organismos e não propriamente a organismos, sua classificação sistemática é artificial. Com isso, embora as normas do ICZN sejam seguidas, algumas particularidades foram adaptadas à taxonomia do grupo, como por exemplo, a adição do prefixo icno aos táxons (*e. g.*, icnofamília, icnogênero, icnoespécie).

2.2 O icnogênero *Arthropycus*

Segundo Seilacher (2000), os constituintes da Família Arthropycidae, que engloba os icnogêneros *Arthropycus*, *Daedalus* e *Phycodes*. Destes, o icnogênero *Arthropycus* (Anexo 1), estudado neste trabalho, é representado por tubos que medem cerca de 5-15 mm de diâmetro e com forma predominantemente palmada. Individualmente, os tubos podem ter forma de “U” e de “J” (forma predominante), possuem segmentações anelares transversais e oblíquas regulares, e ocorrem geralmente horizontalizados. Outra típica característica de *Arthropycus* é a presença de uma depressão mediana pouco profunda, que resulta em um contorno mais retangular do que cilíndrico em seção transversal. Em espécimes muito bem preservados é possível ainda observar uma diminuta ornamentação transversal, possivelmente remanescente do tegumento enrugado de organismos vermiformes.

2.3 Contexto Geológico

De acordo com Cunha *et al.* (2007), a Bacia do Amazonas é uma bacia intracratônica localizada na região norte do Brasil, estendendo-se por uma área de aproximadamente 500.000 km² que recobre parte dos Estados do Pará e do Amazonas. Seus limites geológicos são a norte o Escudo das Guianas, a sul o Escudo do Brasil Central, a leste o Arco do Gurupá (que a separa da Bacia do Marajó) e a oeste o Arco do Purus (que a separa da Bacia do Solimões) (Anexo 2). Este mesmo autor considera que no arcabouço estratigráfico da bacia, adotado neste estudo, o preenchimento sedimentar fanerozóico da Bacia do Amazonas começou pela deposição da Megassequência Paleozóica (composta por quatro sequências de segunda ordem (Ordovício-Devoniana, Devono-Tournaisiana, Neoviseana, Pensilvaniano-Permiana), representada por rochas sedimentares de naturezas diversas, associadas a um grande volume de intrusões de diques e sills de diabásio mesozóicos, seguida da Megassequência Meso-Cenozóica, composta por depósitos clásticos de origem continental (Anexo 3).

Neste contexto, em função da geometria e das relações de contato com corpos sobrepostos e sotopostos, os depósitos estudados neste trabalho são comumente associados à Formação Nhamundá (Grupo Trombetas), Siluriano da Bacia do Amazonas, pertencendo, portanto, à Sequência Ordovício-Devoniana, e ocupando a parte inferior da primeira sequência transgressiva-regressiva (neo-devoniana a eodevoniana) da Bacia do Amazonas, aflorando apenas a noroeste da bacia.

Na formação Nhamundá, a unidade inferior, que ocorre somente em subsuperfície, consiste em arenito fino a médio apresentando estratificação cruzada; a unidade média é composta por arenitos cinza intercalados com folhelhos; os arenitos apresentam laminação cruzada e estratificação cruzada *hummocky* e a unidade superior é composta por camadas de siltito com gradação para arenito argiloso, além de arenito com estratificação cruzada.

Soares *et al.* (2005), reconheceram nesta unidade sete fácies não deformadas (arenito com estratificação plano-paralela, arenito com estratificação cruzada tabular, arenito maciço bioturbado, arenito com marcas onduladas e laminação cruzada cavalgante, arenito com estratificação cruzada *hummocky*, arenito com laminação plano-paralela e pelito/arenito com laminação plano-paralela); e duas fácies deformadas (diamictito foliado e arenito foliado).

Algumas das melhores exposições de litotipos relacionados à Formação Nhamundá afloram na região do Município de Presidente Figueiredo, destacando-se dois afloramentos comumente visitados durante trabalhos de campo de disciplinas do Curso de Geologia, um localizado no Km 112 da BR-174 e outro na Cachoeira da Orquídea, de onde provém o material estudado (Figura 4).

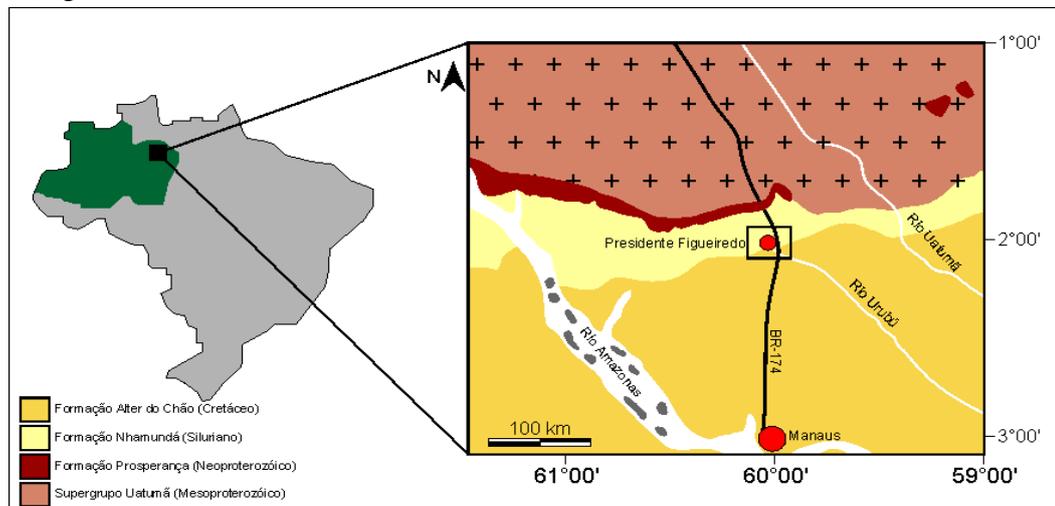


Figura 1 – Mapa de localização da região estudada (Modificado de Nogueira & Sarges, 2001).

Estes afloramentos são compostos por espessos pacotes de arenito fino, bem selecionado, de coloração esbranquiçada a rosada, estratificado e geralmente mostrando avançado estado de intemperização (Anexo 4). Trabalhos anteriores inserem estes depósitos na Formação Nhamundá (Grupo Trombetas, Bacia do Amazonas), de idade siluriana. Nestes depósitos a presença de *Arthropycus* é identificada nos níveis mais basais da sequência, associados à interface entre camadas arenosas e finas camadas silticas ou argilosas, caracterizadas por Soares *et al.* (2005) como *Fácies Pelito/Arenito com laminação plano-paralela* (Anexo 5).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado neste estudo corresponde a sete amostras de arenito contendo espécimes do icnogênero *Arthropycus*, cuja preservação varia entre moderada a boa, destacando-se sob este aspecto o baixo grau de fragmentação e o desgaste moderado.

As amostras estão atualmente armazenadas no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geociências (DEGEO) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e foram coletadas ao longo de diferentes trabalhos de campo das disciplinas Sedimentologia e Estratigrafia e contam com um bom controle estratigráfico dos locais e níveis de coleta.

A metodologia empregada no estudo paleontológico desse material envolveu, essencialmente, sete etapas:

1. **Levantamento bibliográfico:** etapa voltada à obtenção de material bibliográfico especializado (*e. g.*, livros, artigos, dissertações e teses) sobre a geologia e a paleontologia da área de estudo e da unidade litoestratigráfica relacionada; assim como sobre a taxonomia, paleoecologia, distribuição paleogeográfica e distribuição estratigráfica da Família Arthropycidae, categoria taxonômica a qual pertence o icnogênero *Arthropycus*;
2. **Seleção das amostras:** etapa voltada à análise detalhada do material para seleção de amostras com maior potencial para o desenvolvimento do estudo paleontológico proposto. Foram considerados, neste caso, aspectos essencialmente relacionados à qualidade de preservação dos fósseis (*e. g.*, fragmentação, corrosão, desgaste, intemperização, entre outros, os quais notadamente podem obliterar ou mesmo destruir caracteres morfológicos importantes e necessários à identificação taxonômica do material);
3. **Limpeza do Material:** etapa voltada à preparação das amostras para descrição e classificação sistemática. Em função da natureza dos fósseis, todo o trabalho de limpeza e/ou recuperação foi feito manualmente através da utilização de utensílios básicos como pincéis e espátulas. Em síntese, esta etapa envolveu as seguintes tarefas:
 - Remoção de material sedimentar recobrando os fósseis, utilizando-se para isso espátulas de diferentes tamanhos e de pincéis de cerdas rígidas;
 - Remoção de material sedimentar preenchendo ou obliterando estruturas e/ou caracteres morfológicos. Por se tratar de um trabalho mais fino e delicado foi desenvolvido primeiramente com o auxílio de espátulas pequenas e pincéis de cerdas longas e rígidas e, secundariamente, com pincéis chatos ou chanfrados de cerdas macias;
 - Realce de estruturas (*e. g.*, anéis e sulcos medianos), através do emprego de bisturis finos e de pincéis de cerdas longas;
4. **Descrição dos fósseis:** etapa voltada à identificação e caracterização de aspectos morfológicos que pudessem ser empregados na diagnose e classificação sistemática do material estudado. Como não foi obtido na literatura consultada um modelo padrão para a descrição de icnofósseis, com base na integração de descrições fornecidas por outros autores em artigos relacionados ao tema, como Seilacher (2000), Nogueira *et al.* (1999), Rindsberg & Martin (2003) e Mángano *et al.* (2005) elaborou-se neste estudo um roteiro para a descrição morfológica de *Arthropycus*, no qual foram considerados como aspectos essenciais a caracterização dos tubos (forma, contorno, dimensões, sinuosidade/retilineidade, ramificação, truncamento, diâmetro e dimensão), dos anéis/segmentação (forma e geometria, diâmetro, espaçamento inter-anelar), e da trama (geometria e relação estratal, ou seja, se concordantes ou discordante com o acamamento).

Além destes aspectos, o padrão de sinuosidade e de ramificação dos tubos também foi considerado por ser um caractere bastante citado na literatura como elemento diagnóstico para as espécies de *Arthropycus*. Durante esta etapa observou-se que algumas amostras não apresentavam certos detalhes bem preservados, de modo que alguns dos critérios para descrição das amostras não puderam ser aplicados a todas (a exemplo, a anelação crenulada e em Chevrón);

5. **Classificação Sistemática:** fase voltada ao posicionamento taxonômico dos espécimes estudados ao nível de espécie. Foi desenvolvida a partir da consulta do maior número possível de trabalhos com descrições e ilustrações de icnoespécies do icnogênero *Arthropycus*, utilizando, dessa forma, principalmente as caracterizações e identificações feitas por Seilacher (2000), uma vez que este apresenta uma classificação mais minuciosa deste icnogênero. Teve como objetivo o reconhecimento de caracteres morfológicos diagnósticos deste táxon, de modo a possibilitar a comparação entre o material em estudo com aqueles descritos na literatura especializada;
6. **Levantamento paleoecológico e estratigráfico:** a partir dos resultados taxonômicos foi desenvolvida uma nova etapa de estudos destinada ao levantamento paleoecológico da espécie (preferências e controle ecológico), tendo como meta a inferência do paleoambiente deposicional dos depósitos de ocorrência do citado fóssil, bem como de outros aspectos estratigráficos, como o levantamento dos intervalos de tempo em que são mais comumente registrados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Descrição do material

Amostra A: Medindo aproximadamente 0,3 cm, os anéis apresentam feições de crenulação ou chévron e compõem três anelações por centímetro, em média. Os tubos estão concordantes a subconcordantes ao acamamento, e apresentam comprimento de até 40 cm, apresentando-se levemente sinuosos, sendo os maiores os que parecem ter maior sinuosidade. O truncamento destes tubos é comum e há pelo menos duas ramificações simples evidentes. Em seção transversal, apresentam forma subquadrática com diâmetros que variam de 0,2 a 0,3cm. O sulco longitudinal mediano está bem destacado nesta amostra, visto que esta apresenta boa preservação (Figura 2A).

Amostra B: Os anéis observados nestes tubos apresentam leve crenulação e medem de 0,2 a 0,3 cm, bem espaçados, constituindo três anéis por centímetro. Estes tubos chegam a medir até 32 cm e, em seção transversal, sua forma é subquadrática a subcircular medindo de 2 a 3 cm, sendo neste possível, ainda, a observação do sulco longitudinal mediano. O truncamento de tubos é comum e em sua maioria são retilíneos, havendo ainda uma ramificação simples destacada. A trama é concordante a subconcordante com o acamamento, apresentando uma preservação moderada a boa (Figura 2B).

Amostra C: Os anéis medem aproximadamente 0,3 cm, compondo três anelações por centímetro, em média, com feições de crenulação ou chévron. Os tubos estão concordantes ao acamamento sendo que os maiores medem 40 cm e os menores em torno de 15, apresentando-se levemente sinuosos, sendo o maior tubo o de maior sinuosidade. Estes se inter cruzam e não apresentam ramificações evidentes. Em seção transversal, apresentam forma subquadrática com diâmetros que variam de 0,15 a 0,2 cm (Figura 2C).

Amostra D: Os anéis apresentam duas anelações por centímetro que medem em média de 0,45 cm, predominantemente transversais aos tubos, ainda que haja em pequenas porções do tubo uma mudança neste padrão, indicando uma possível anelação em chévron. Os tubos apresentam comprimento de 24 a 25 cm, concordantes a subconcordantes com o plano de acamamento, havendo ainda truncamento dos tubos menores, que são ligeiramente mais sinuosos enquanto que os maiores são mais retilíneos. Observaram-se ramificações simples, pelo menos três bifurcações, sendo ainda possível uma ramificação múltipla (3 tubos). Em seção transversal, o tubo apresenta uma forma subquadrática a subcircular com diâmetro de 1,8 a 2,0 cm e sulco longitudinal mediano moderadamente preservado (Figura 2D).

Amostra E: Ainda que a amostra não apresente uma boa qualidade de preservação, é possível observar em detalhe os anéis deste arranjo, como a espessura destes anéis em torno de 0,3 cm, com aspecto crenulado que se espaçam entre si a cada 1,0 mm, comportando até dois anéis por centímetro. Em seção transversal, os tubos apresentam uma tendência elíptica à subquadrática com seu maior eixo medindo de 2 a 2,5 cm. Os tubos estão concordantes com o acamamento, mas não foram observadas nesta amostra feições de truncamento ou ramificações (Figura 2E).

Amostra F: Os anéis destes tubos apresentam leve crenulação, medindo de 0,2 a 0,3 cm, bem espaçados, segmentando de 2 a 3 anéis por centímetro. O comprimento destes tubos chega, no máximo, a 30 cm e em seção transversal observa-se uma forma elíptica com os maiores eixos medindo de 2 a 3 cm. Há truncamento de, pelo menos, seis tubos bem destacados na trama, que, concordantes ao acamamento, predominam no padrão retilíneo (Figura 2F).

Amostra G: Nos anéis são observadas três anelações por centímetro que medem aproximadamente 0,3 cm, transversais aos tubos, não sendo possível uma observação de anelações em chévron devido à qualidade da preservação. O comprimento dos tubos chega a 25 cm, concordantes a subconcordantes com o plano de acamamento, havendo ainda truncamento quase reto dos tubos maiores, enquanto que os menores são ligeiramente mais sinuosos. Não são observadas ramificações destacadas. Em seção transversal, o tubo apresenta uma forma subquadrática com diâmetro de 0,3 cm e sulco longitudinal mediano moderadamente preservado (Figura 2G).

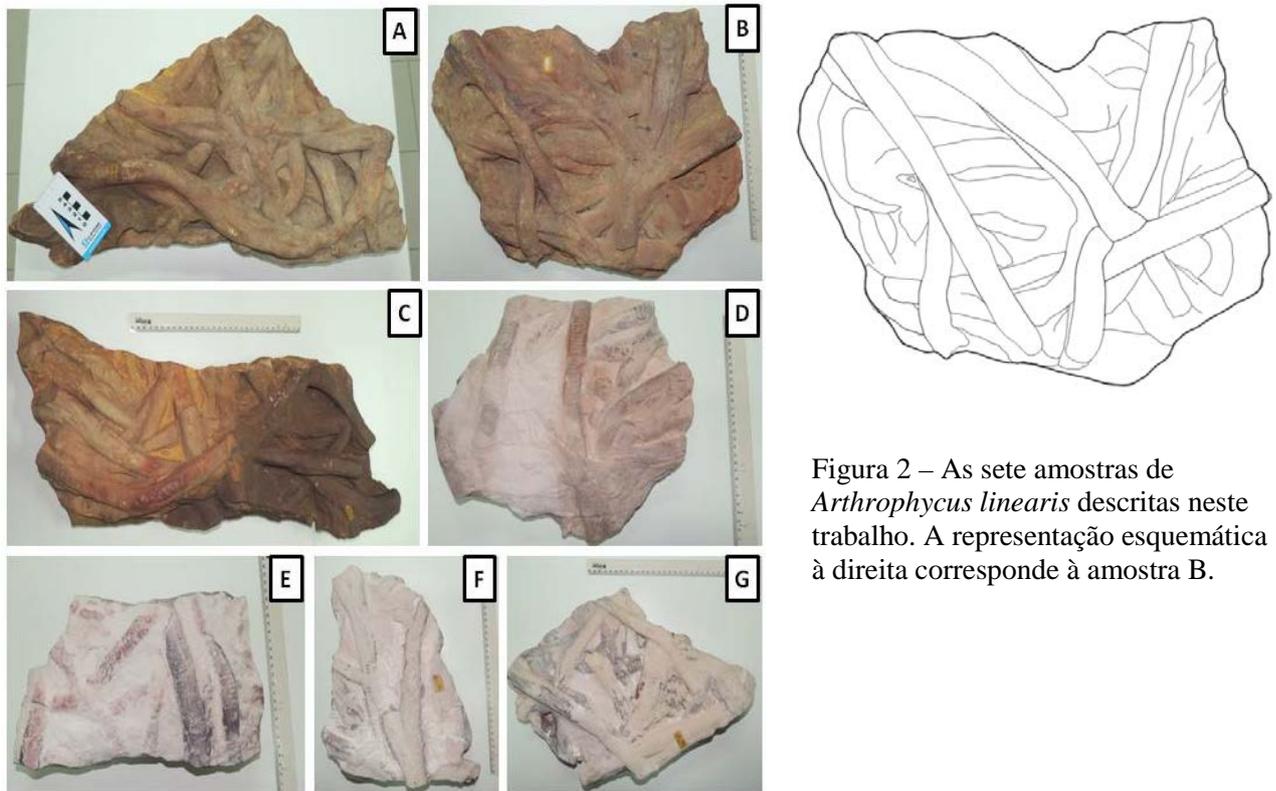


Figura 2 – As sete amostras de *Arthropycus linearis* descritas neste trabalho. A representação esquemática à direita corresponde à amostra B.

4.2 Classificação Sistemática

De acordo com as interpretações provenientes do estudo morfológico do material analisado e de sua comparação com bibliografias especializadas, os espécimes foram assim posicionados:

Família Arthropycidae Schimper, 1879
 Gênero *Arthropycus* Hall, 1852
 Espécie *Arthropycus linearis* Seilacher, 2000
 (Figuras 2 e 3)

Família Arthropycidae Schimper, 1879

Diagnose: *icnofósseis tubulares derivados de organismos vermiformes paleozóicos, caracterizados por sulcos transversais regulares, muitas vezes descontínuos, gerando um formato retangular em seção transversal e por estruturas de preenchimento resultantes do deslocamento transversal ou oblíquo de um túnel em forma de J através do sedimento. Dependendo do padrão comportamental, a estrutura de preenchimento pode ser linear, palmada, em leque, espiral ou*

geometrias multi-aladas. Além disso, sua estrutura interna pode ser protusiva ou retrusiva (Seilacher, 2000).

Gênero *Arthropycus* Hall, 1852

Diagnose: icnofóssil tubular medindo cerca de 5 a 15mm de diâmetro; configura hiporelevo de projeção positiva, em consequência da disposição sobre o substrato ser preferencialmente horizontal, o que consequentemente atribui maior extensão do que amplitude aos tubos (Seilacher, 2000).

Espécie *Arthropycus lateralis* Seilacher, 2000

Diagnose: tubos rasos com nenhuma ou poucas ramificações laterais, lineares ou suavemente curvas ao longo do plano de estratificação. Dependendo de como o organismo aprofundou-se no substrato, com a cabeça para cima ou para baixo, em seção transversal a estrutura inferior do spreite por ser protusiva ou retrusiva (Seilacher, 2000).

Comentários: O posicionamento taxonômico dos espécimes estudados na espécie *Arthropycus linearis* Seilacher, se baseou na comparação da descrição do material com descrições e ilustrações fornecidas pela literatura especializada para diferentes espécies de *Arthropycus*, destacando-se estas *Arthropycus alleghaniensis*, *Arthropycus lateralis* e *Arthropycus minimus*, por serem aquelas que apresentam maior semelhança morfológica com *Arthropycus lateralis*. Nesse contexto, *Arthropycus lateralis* difere de *Arthropycus alleghaniensis* pela ausência de múltiplas ramificações que configura o típico padrão palmado desta espécie; de *Arthropycus lateralis* se diferencia por não apresentar ramificação em forma de leque que se curva preferencialmente para um único lado, como também por apresentar dimensões notadamente superiores à média de 5 a 20 mm de comprimento, como é característico desta icnoespécie. No que se refere à *Arthropycus linearis*, diferencia-se essencialmente pelo tamanho notadamente inferior desta espécie (1,8–4,8 mm comprimento) e por apresentar anelação menos pronunciada.

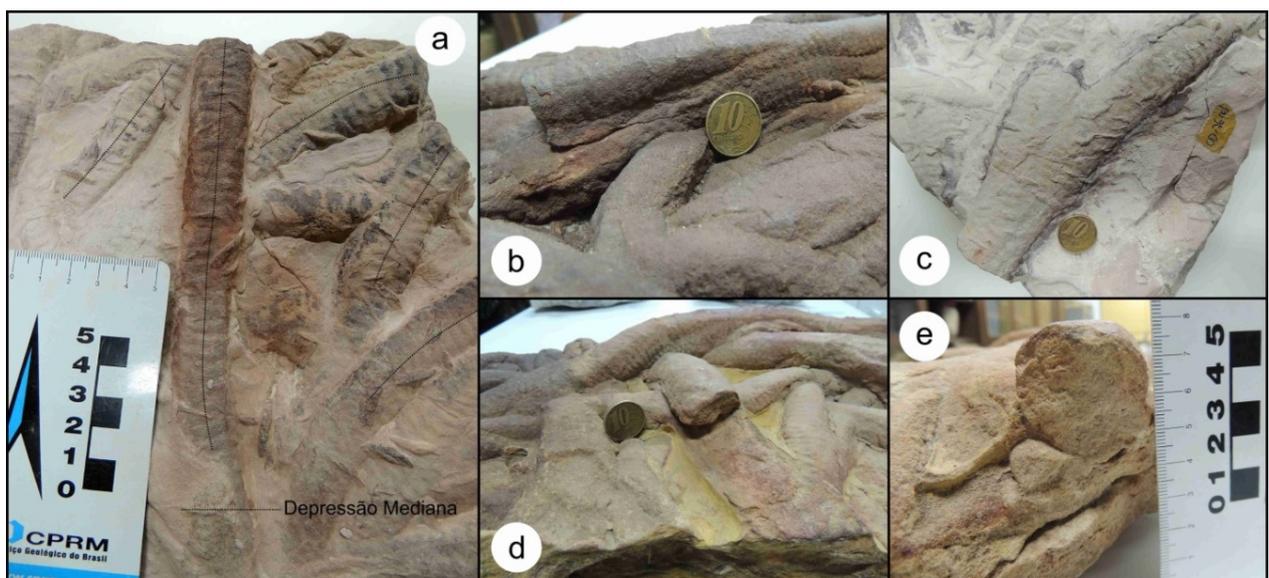


Figura 3 – *Arthropycus linearis*. a, b,e) Detalhe da depressão mediana dos tubos e do contorno subquadrático; resultante; d) Morfologia do tubo em seção transversal; c) Detalhe da ramificação bifurcada dos tubos.

4.3 Implicações paleoambientais e estratigráficas da icnoespécie *Arthropycus linearis*

De acordo com a literatura consultada, as litofácies nas quais *Arthropycus linearis* ocorre geralmente correspondem a sedimentos clásticos finos (folhelhos e arenitos finos) muito comuns principalmente durante o Siluriano (443,8 - 411,2 Ma), havendo ainda registros durante o Ordoviciano Superior (458,4 - 443,8 Ma), em sua maioria associadas a depósitos marinhos. Seilacher (2000) identificou esta espécie no Arenito Medina, (Rochester, New York) e no Grupo Kandi (Norte de Benim), Rindsberg & Martin (2003) na formação Red Mountain (Alabama USA); Gilbert *et al.* (2011) na formação Hawaz na bacia de Kufra (Líbia SE).

Na Bacia do Amazonas, estes fósseis foram descritos por Nogueira *et al.* (1999) em depósitos de quartzo-arenito fino a médio da Formação Nhamundá, supostamente de idade Siluriano Inferior. Neste trabalho, em decorrência os fósseis de *Arthropycus* foram atribuídos à espécie *Arthropycus alleghaniensis*, provavelmente como consequência desta publicação ser anterior ao trabalho de Seilacher (2000), no qual o gênero foi revisado e novas espécies foram propostas, entre estas *Arthropycus linearis*.

Considerando a morfologia e a estrutura da edificação dos tubos, estima-se que os organismos que os construíram eram filtradores e escavavam substratos lamosos de forma horizontal a sub-horizontal, contemporaneamente a edificação dos tubos, produzidos durante os processos de alimentação do animal, pois em função de seu hábito alimentar, estes organismos reviraram e/ou ingeriam os sedimentos buscando a absorção dos nutrientes neles presentes. Durante esse processo, estima-se que as anelações comumente observadas sejam produto da contínua movimentação do apêndice durante a escavação. Uma vez formados, estes tubos eram posteriormente preenchidos por areia.

A construção dos tubos em camadas argilosas é justificada, entre outros fatores, pelo fato de que para que qualquer tipo de marca seja registrado com um grau significativo de informação morfológica, o substrato onde estas são feitas deve ter uma boa coesão, como ocorre em pelitos. Do mesmo modo, em dunas de areia seca, a impressão é imediatamente colapsada, deixando apenas uma deformação que não se pode descrever.

Considerando o padrão de preservação dos tubos, o suposto modo de vida dos organismos que os edificam e a sua ocorrência sempre associada a interfaces entre pelitos e arenitos (o que também é visto como uma evidência dos processos envolvidos na construção e preservação dos tubos), a literatura (*e. g.*, Nogueira *et al.* 1999; Seilacher 2000), sugere como paleoambiente deposicional mais provável um ambiente marinho raso proximal de águas calmas (onde teriam se depositado os pelitos), com sutis aumentos de energia (durante os quais se depositaram os arenitos). Nesse sentido, Rindsberg & Martin (2003), Soares *et al.* (2005), Nogueira *et al.* (1999) e Seilacher, (2000), entre outros, acreditam que este icnofóssil pode ser associado a um ambiente de águas relativamente rasas, dentro da zona nerítica, *shoreface* (sublitoral).

5 CONCLUSÕES

A partir da análise morfológica de sete amostras de *Arthropycus* provenientes de depósitos pertencentes à Formação Nhamundá, Siluriano da Bacia do Amazonas, que afloram na região de entorno do Município de Presidente Figueiredo – AM, foram desenvolvidos estudos taxonômicos que levaram a identificação da icnoespécie *Arthropycus linearis*.

O posicionamento taxonômico do material estudado nesta espécie foi obtido pela comparação com espécies afins apresentadas na literatura especializada. No que se refere aos caracteres diagnósticos considerados na classificação sistemática da espécie distinguem-se: tubos retilíneos, de contorno subquadrática a subcilíndrico, presença de sulco longitudinal mediano; segmentação por anéis transversais com cerca de 2 a 3 mm de espessura e sutis anelações em chévron, raras ramificações (quando ocorrem são do tipo simples) e truncamento dos tubos em ângulos oblíquos.

Com base na classificação sistemática desses fósseis, do subsequente levantamento paleoecológico da espécie e da integração destes dados com o conhecimento geológico da supracitada unidade disponível na literatura, sugere-se como ambiente deposicional mais provável para estes depósitos um ambiente marinho raso proximal, sublitoral (shoreface). Com relação à distribuição estratigráfica da espécie, embora sejam reconhecidos registros ao longo de toda a Era Paleozóica, o intervalo em que ocorre mais comumente estende-se do Ordoviciano ao Siluriano, o que corrobora as estimativas de idades, fornecidas na literatura.

Assim, com base nos resultados, obtidos pode-se concluir que *Arthropycus linearis* apresenta um bom potencial como ferramenta de interpretação estratigráfica, particularmente no que se refere à inferência paleoambiental para a sequência siluriana da bacia do Amazonas.

Além disso, este estudo também ampliou o conhecimento sobre o icnogênero *Arthropycus*, podendo com isso auxiliar na divulgação da importância e da aplicação dos estudos de caráter paleontológico, principalmente a icnologia, na Geologia.

6 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ATIVIDADES	2014					2015						
	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Levantamento Bibliográfico	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Preparação de figuras temáticas, fotos e ilustrações.		X	X	X	X	X	X	X	X			
Preparação e descrição das amostras	X	X	X	X	X	X	X					
Estudo taxonômico dos fósseis		X	X	X	X	X	X					
Levantamento paleoecológico dos fósseis				X	X	X	X	X	X			
Interpretação e integração dos resultados						X	X	X	X	X		
Elaboração do relatório parcial				X	X	X						
Elaboração do Resumo e do Relatório Final										X	X	X
Preparação da Apresentação Final para o Congresso											X	X

Concluído

X

Em andamento

X

A ser realizado

X

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, PRC; MELO, JHG; SILVA, OB. Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 227-251, 2007.

GILBERT, J. M. de; RAMOS, E.; MARZO, M. 2011. Trace fossils and depositional environments in the Hawaz Formation, Middle Ordovician, western Libya. **Journal of African Earth Sciences**, 60: 28–37.

MÁNGANO, M. G.; CARMONA, N.; BUATOIS, L. & MUÑIZ GUINEA, F. 2005. A New Ichnospecies of *Arthropycus* from the Upper Cambrian-Lower Tremadocian of Northwest Argentina: Implications for the Arthropycid Lineage and Potential in Ichnostratigraphy. **Ichnos**, 12 (3): 179-190.

NOGUEIRA, ACR; TRUCKENBRODT, W & SOARES, EAA. 1999. O icnogênero *Arthropycus* de depósitos sublitorâneos da Formação Nhamundá (Siluriano Inferior) da bacia do Amazonas, Região de Presidente Figueiredo. **Revista Brasileira de Geociências**, 29 (2):135-140

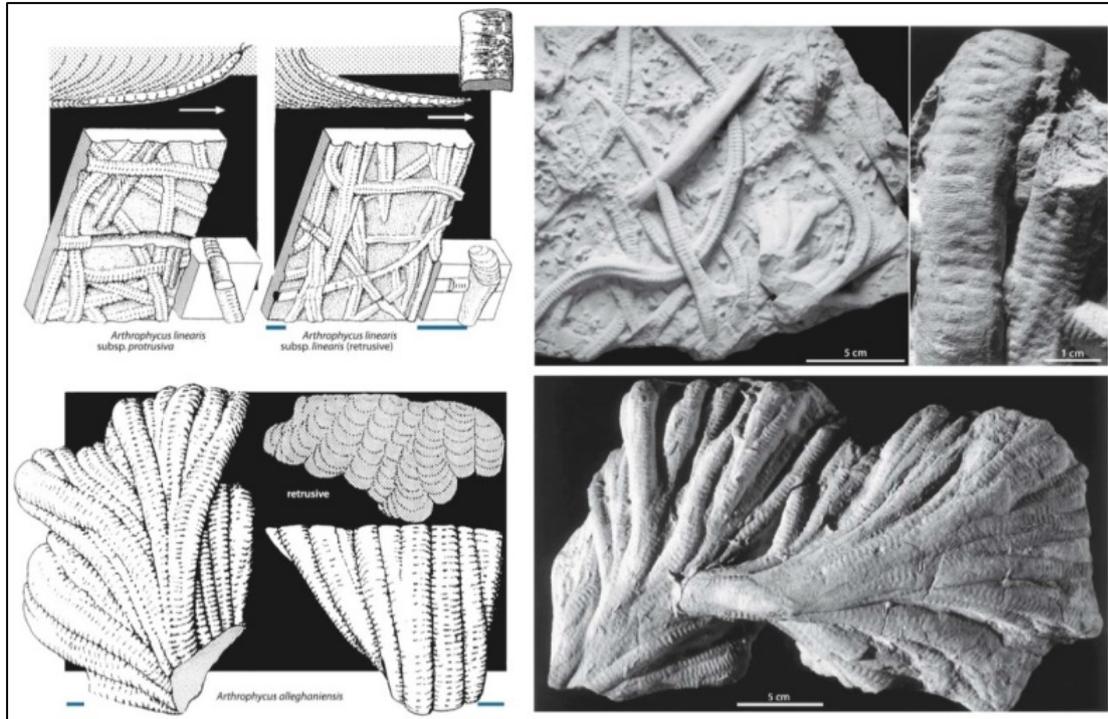
RINDSBERG, A K. & MARTIN, A J. *Arthropycus* in the Silurian of Alabama (USA) and the problem of compound trace fossils. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 192, n. 1, p. 187-219, 2003.

SEILACHER, A. 2000. Ordovician and Silurian Arthropycid Ichnostratigraphy (Chapter 11). In: Sola, M. A. & Worsley (editors). 2000. Geological Exploration in Murzuq Basin. **Elsevier Science**; pp. 237-258.

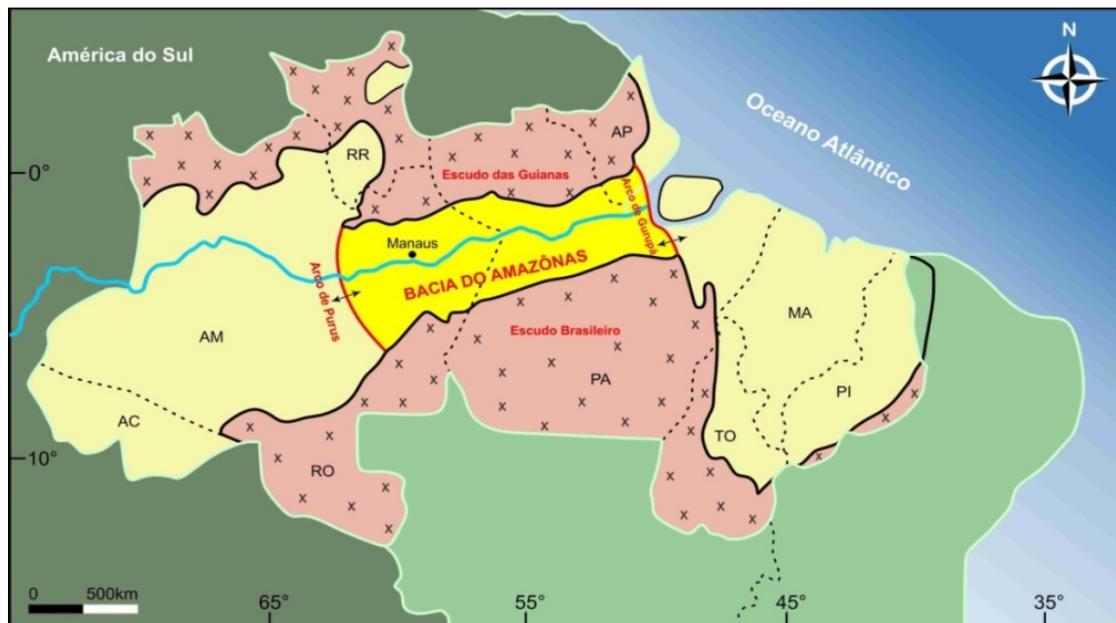
SOARES, EAA; TRUCKENBRODT, W; NOGUEIRA, ACR. 2005. Fácies litorâneas e subglaciais da Formação Nhamundá (Siluriano inferior), região de Presidente Figueiredo, Bacia do Amazonas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 2: 105-132.

ANEXOS

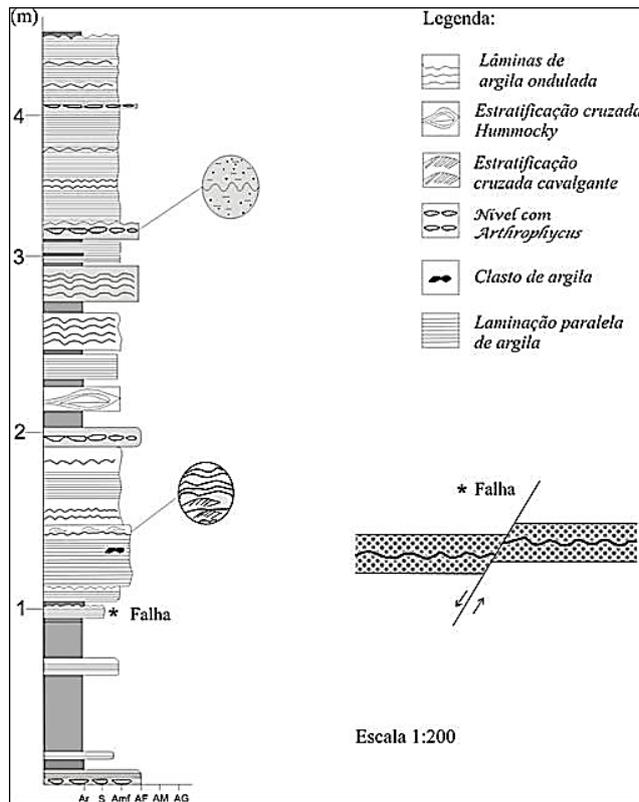
Anexo 1– Morfologia geral do icnogênero *Arthropycus* (Seilacher, 2007).



Anexo 2 – Mapa de localização da Bacia do Amazonas e seus limites geológicos (Modificado de Cunha, 2000).



Anexo 4 – Seção geológica esquemática de afloramentos da Formação Nhamundá (Km. 112 da rodovia BR-174), na região do Município de Presidente Figueiredo, AM (FONTE: Arquivo pessoal).



Anexo 4 – Afloramento de arenitos (Km 112 da BR-174) da Formação Nhamundá (Siluriano), contendo fósseis de *Arthrophyucus*. a) Vista geral do Afloramento; b) Níveis fossilíferos. As setas indicam a posição aproximada dos níveis com *Arthrophyucus* (FONTE: Arquivo pessoal).

