

SUMÁRIO – 9.3 PROGRAMA DE SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO

9.	PLANO DE VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO.....	9.3-1
9.3.	PROGRAMA DE SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO	9.3-1
9.3.1.	ANTECEDENTES	9.3-1
9.3.1.1.	FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA	9.3-6
9.3.1.1.1.	CONTEXTO GEOLÓGICO/PALEONTOLÓGICO REGIONAL DA BACIA DO AMAZONAS.....	9.3-6
9.3.1.1.2.	CONTEXTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO LOCAL ...	9.3-9
9.3.1.1.3.	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A COLETA E TRATAMENTO DE FÓSSEIS.....	9.3-12
9.3.1.2.	LOGÍSTICA E MOBILIZAÇÃO.....	9.3-15
9.3.2.	EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO....	9.3-17
9.3.2.1.	RESUMO DAS CAMPANHAS REALIZADAS	9.3-18
9.3.2.1.1.	COLUNAS DESCRITAS NA CAMPANHA VII.....	9.3-21
9.3.2.1.2.	COLUNAS DESCRITAS NA CAMPANHA VIII.....	9.3-25
9.3.2.2.	ELABORAÇÃO DE MAPA GEOLÓGICO DAS ÁREAS DE COLETA .	9.3-30
9.3.2.3.	MACROFÓSSEIS RECUPERADOS	9.3-37
9.3.2.3.1.	DISTRIBUIÇÃO CRONOESTRATIGRÁFICA DOS MACROFÓSSEIS RECUPERADOS	9.3-52
9.3.2.4.	MICROFÓSSEIS RECUPERADOS.....	9.3-53
9.3.2.4.1.	MATERIAL ANALISADO	9.3-55
9.3.2.4.2.	MÉTODO PARA RECUPERAÇÃO DE MICROFÓSSEIS.....	9.3-59
9.3.2.4.3.	MICROFÓSSEIS RECUPERADOS.....	9.3-63
9.3.2.5.	CRONOGRAMA GRÁFICO	9.3-69
9.3.3.	ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS.....	9.3-71
9.3.3.1.	PERSPECTIVAS FUTURAS DA EDUCAÇÃO PATRIMONIAL.....	9.3-71
9.3.3.2.	SOBRE A CONTINUIDADE DOS TRABALHOS DE SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO	9.3-71
9.3.4.	EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO	9.3-73
9.3.5.	ANEXOS	9.3-73

9. PLANO DE VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO

9.3. PROGRAMA DE SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO

9.3.1. ANTECEDENTES

O objetivo principal do Programa de Salvamento do Patrimônio Paleontológico (PSPP) da UHE de Belo Monte é a coleta de fósseis nos canteiros de obras. A atividade é desenvolvida pela TERRAGRAPH para a NORTE ENERGIA S.A. O presente relatório apresenta o andamento dos trabalhos, realizados pela empresa, e os resultados dos últimos doze meses de vigência do contrato. A coleta de fósseis foi planejada para ocorrer nas áreas de influência direta (AID) e nas áreas diretamente afetadas (ADA) a partir da construção da UHE Belo Monte, no Estado do Pará.

O programa faz-se necessário pela exposição contínua de rochas, com potencial fossilífero pelos trabalhos de escavação e terraplenagem em canteiros de obra nos Municípios de Altamira e Vitória do Xingu, locais onde foram realizadas coletas no âmbito do PSPP, protocolado pela NORTE ENERGIA S.A. Este programa foi aprovado pela autarquia responsável por seu acompanhamento e fiscalização, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Conforme determinado nos artigos 20, 23, 24 e 216 da Constituição Federal, os fósseis são bens da União e ao Estado cabe a responsabilidade da defesa deste patrimônio. As formações sedimentares da Bacia do Amazonas possuem notável potencial fossilífero, conforme denotam trabalhos anteriores.

Tanto no diagnóstico da Área de Influência Direta (AID) como na Área Diretamente Atingida (ADA) da Usina Hidrelétrica (UHE-Belo Monte) (Físico - volume 11) e na avaliação de impactos apresentados no EIA/RIMA, o PSPP não era parte integrante do Programa Básico Ambiental -PBA original de Belo Monte.

Contrariando entendimento anterior, os levantamentos geológicos/geotécnicos, retomados em 2010, diagnosticaram, na área mais ativa do empreendimento, a presença de rochas sedimentares fossilíferas. O Departamento Nacional da produção Mineral (DNPM), agente regulador federal sobre o patrimônio fossilífero, através de ofício de número 125/2010 dirigido a NORTE ENERGIA S.A., solicitou a elaboração de um programa preventivo de salvamento do patrimônio paleontológico nas áreas do empreendimento em que rochas da Bacia do Amazonas serão escavadas, remobilizadas ou inundadas e com realização de atividades de educação afim (**Anexo 9.3 - 3 - Ofício 125-2010**).

Em verdade, a presença de rochas sedimentares da bacia do Amazonas no entorno do denominado Sítio Belo Monte já era conhecida desde 1981, através de poços descritos por geólogos da empresa SONDOTÉCNICA S.A. (a serviço da

ELETRONORTE S.A.). Folhelhos e ritmitos foram identificados como correspondentes da Formação Trombetas e arenitos, da Formação Maecuru e Alter do Chão.

A NORTE ENERGIA S.A., diante da determinação oficial, elegeu e definiu quais seriam essas áreas: ÁREA 1, correspondentes aos locais conhecidos como sítios Belo Monte e Santo Antônio (situados as margens da BR-230, entre os Travessões 45 e 55, onde se encontram a infraestrutura e alojamentos e serão construídas, dentre outros, a Represa, as Barragens de Fechamento esquerda e Direita, a Tomada D'água, a Casa de Força Principal, Canais de Fuga e Diques); ÁREA 2: a região próxima a Altamira, que fará parte do Reservatório do Rio Xingu, e ÁREA 3, correspondente a faixa do Travessão 27, que dará acesso aos canais e ao denominado Sítio Pimental (**Figura 9.3 - 1 – Mapa geológico**).

O PBA da UHE de Belo Monte, suprimindo a lacuna, definiu as metas adotadas para o PSPP, aprovado pela autarquia responsável por seu acompanhamento e fiscalização, o DNPM. transcritas *ipsis litteris*:

- Levantamento bibliográfico e inventário acerca do Potencial Paleontológico da AID e ADA da UHE Belo Monte, por meio de pesquisas em publicações científicas e em arquivos e relatórios da ELETROBRÁS/ELETRONORTE e que documentem mapeamentos geológicos e descrições litológicas de afloramentos e sondagens rotativas que atravessaram as rochas sedimentares da região, ao longo do primeiro ano.
- Realização de um inventário de exemplares fósseis da Bacia do Amazonas (provenientes das unidades sedimentares ocorrentes na AID e ADA da UHE Belo Monte) nas coleções do Museu Nacional e CENPES, a fim de preparar o curso para os funcionários do empreendimento e palestras/cursos de divulgação para as comunidades afetadas, além de melhor orientar a busca dos intervalos fossilíferos nos trabalhos de campo e monitoramento das escavações.
- Trabalhos de campo na AID/ADA da UHE Belo Monte para coleta de fósseis: (1) em afloramentos nos cortes de estrada e (2) nas margens do Rio Xingu e de seus tributários, (3) em sondagens antigas e novas e (4) nas áreas de escavações (sítio Belo Monte, Diques de Fechamento da porção final do Reservatório Intermediário, Diques da Casa de Força Principal e a região próxima a Altamira, que fará parte do Reservatório do Rio Xingu), ao longo dos primeiros cinco anos do empreendimento. Os trabalhos de campo objetivarão a busca, caracterização estratigráfica e coleta de fósseis, somente nas regiões onde ocorrem unidades sedimentares. Nas sondagens, será efetuada a busca e recuperação de macrofósseis, icnofósseis e microfósseis em 2.698 caixas de testemunhos de sondagens (selecionadas dentre as 3.493 armazenadas na subestação da ELETROBRÁS ELETRONORTE em Altamira (PA) – fonte: documento BEL-V-190-0159, de junho de 2004 – Depósito de amostras de sondagens: disposição do armazenamento das caixas - organizado pela EEGH). Estas sondagens atravessaram estratos das formações Pitinga e Manacapuru (Grupo Trombetas), Maecurú e Alter do Chão. Análise semelhante

será efetuada nos testemunhos das futuras sondagens rotativas que serão perfuradas na região de Belo Monte.

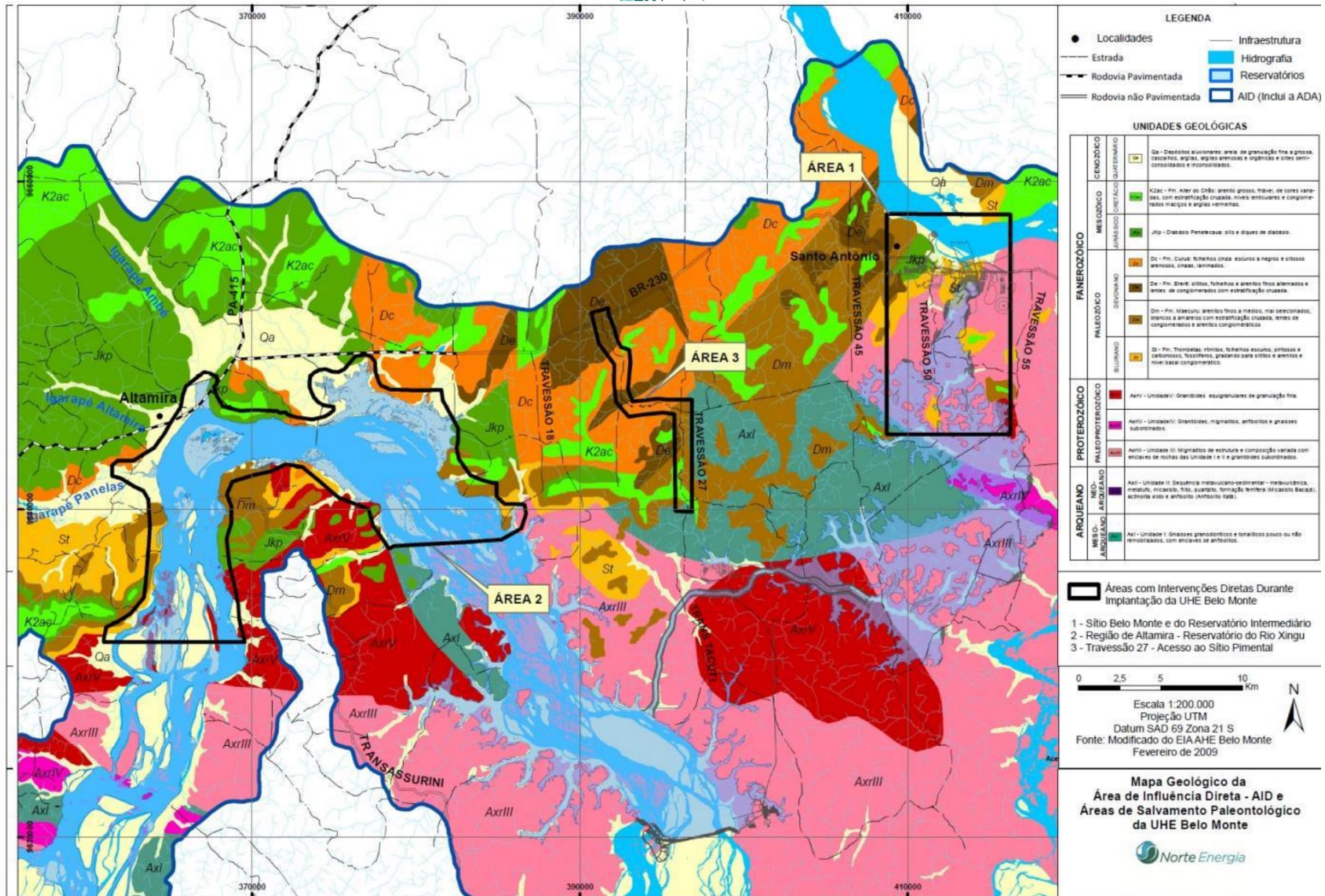


Figura 9.3 - 1 - ÁREAS 1, 2 e 3, demarcadas em preto, eleitas pela NORTE ENERGIA S.A, para o salvamento paleontológico.

Fonte: NORTE ENERGIA S.A.

- Treinamento de funcionários envolvidos nas escavações que afetarão localidades potencialmente fossilíferas, no primeiro e terceiro trimestre do primeiro ano do empreendimento. Essa atividade compreenderá cursos de capacitação em identificação e técnicas de coleta de fósseis (com fotos e amostras de mão dos fósseis da região), podendo ser realizados cursos de reforço durante a construção do empreendimento. Os cursos serão ministrados em períodos concomitantes aos primeiros trabalhos de campo citados acima, de modo a contemplar as equipes que irão participar das atividades relacionadas ao programa.

- Monitoramento presencial periódico de um paleontólogo e um geólogo durante as etapas de escavações dos seguintes sítios construtivos (ao longo dos primeiros cinco anos do empreendimento): Belo Monte, Diques de fechamento da porção final do Reservatório Intermediário, Diques da Casa de Força Principal e a região próxima a Altamira, nos períodos em que as obras atingirem as unidades sedimentares (para a busca, caracterização estratigráfica e coleta de fósseis).

- Realização de atividades de divulgação paleontológica e educação patrimonial nas comunidades afetadas (ao longo dos primeiros cinco anos do empreendimento), disponibilizando informações específicas através de cursos para os professores e palestras para os alunos (ministrados pelo paleontólogo coordenador do programa), de modo a inserir tal conteúdo no Programa de Educação Ambiental a ser implantado no âmbito do PBA da UHE Belo Monte para os alunos das escolas de Altamira, Vitória do Xingu e Belo Monte. Estas atividades serão realizadas no Centro de Informações da UHE Belo Monte, junto com outras iniciativas nas áreas de educação ambiental e patrimonial. Serão abordados conceitos gerais de Paleontologia, com ênfase nos fósseis da região.

- Disponibilização de informações e orientação para a realização de exposições temporárias referentes ao material paleontológico resgatado nas obras de implantação da UHE Belo Monte (no terceiro e quarto ano do empreendimento). Os fósseis transferidos para salvaguarda no Museu Nacional e CENPES, após serem tombados nas respectivas coleções, serão fotografados para integrar o acervo digital do empreendimento, junto com as demais informações pertinentes (no quarto e quinto ano do empreendimento). Peças em duplicata retiradas da AID e ADA poderão ficar em exposição no Centro de Informação do empreendimento em Altamira.

- Elaboração de um Guia ilustrado de fósseis da Bacia do Amazonas na região da Volta Grande do Rio Xingu, no quarto e quinto ano do empreendimento.

Vencido o processo licitatório pela empresa TERRAGRAPH, para um período de 02 (dois) anos, prorrogável, a contratada iniciou os trabalhos em 02 de julho de 2011 e vem atendendo integralmente às exigências do DNPM e da NORTE ENERGIA S.A., conforme exposto no decorrer do presente Relatório.

A construção de inventário de fósseis da Bacia do Amazonas depositados nas coleções do Museu Nacional da UFRJ e do CENPES (PETROBRAS), apesar de constar no PBA, não constitui objeto de contrato entre a NORTE ENERGIA e a TERRAGRAPH.

O presente relatório apresenta um quadro-resumo dos trabalhos desenvolvidos nos últimos vinte e um meses e a apresentação dos frutos dos trabalhos realizados no primeiro trimestre de 2013 (Campanha VII), as atividades futuras e expectativas dos últimos 03 (três) meses de vigência do contrato, com vistas à sua renovação. Atendendo integralmente às exigências do DNPM, a TERRAGRAPH desenvolveu as atividades de coleta e conservação de fósseis, com cumprimento preciso do cronograma apresentado na proposta da empresa à NORTE ENERGIA S.A.

Houve a elaboração de guia de treinamento para funcionários da NORTE ENERGIA, CCBM bem como de colaboradores da TERRAGRAPH. Atividades de educação patrimonial tiveram início em março de 2012 e continuarão a ocorrer ao longo do projeto.

A construção de inventário de fósseis da Bacia do Amazonas depositados nas coleções do Museu Nacional da UFRJ e do CENPES (PETROBRÁS) não constitui objeto de contrato entre a NORTE ENERGIA e a TERRAGRAPH.

9.3.1.1. FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

9.3.1.1.1. CONTEXTO GEOLÓGICO/PALEONTOLÓGICO REGIONAL DA BACIA DO AMAZONAS

O contexto sobre a Bacia do Amazonas, direcionada às áreas de interesse, foram objeto de pesquisa bibliográfica na Etapa 1 dos trabalhos. A área da construção da Usina de Belo Monte e outras áreas de influência direta estão situadas sobre rochas do embasamento cristalino (Complexo Xingu) e rochas da bacia Sedimentar do Amazonas, localizada na região norte do Brasil, e que ocupa uma superfície de aproximadamente 500.000 km², distribuindo-se pelos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima na região norte do Brasil. (**Figura 9.3 - 2 – Bacia do Amazonas e Figura 9.3 - 3 – Seção da Bacia**).

As rochas do Complexo Xingu, de idade Arqueana (Hasui *et al.*, 1984), representadas por gnaisses granodioríticos e anfibolitos (Unidade I), sequência vulcano-sedimentar tipo *greenstone belt* (Unidade II), migmatitos com gnaisses e granitoides subordinados, remobilização das rochas das Unidades I e II (Unidade III), granitoides foliados, sinmagmáticos (Unidade IV) e granitoides pouco foliados a não foliados, com presença de hidrotermalismo, tardi ou pós-cinemáticos (Unidade V) fogem ao escopo do presente trabalho. As áreas objeto de pesquisa, caracterizadas como bordas da Bacia do Amazonas, o Complexo Xingu estaria representado pelas Unidades I, III e IV.

As rochas da Bacia do Amazonas foram bem descritas em trabalhos realizados pela PETROBRAS (Cunha *et al.*, 2007) elevando, inclusive, a antiga Formação Trombetas à categoria de Grupo e seus membros, foram designadas Formações. A literatura sobre as unidades litológicas da Bacia do Amazonas descrevem a preservação fossilífera do Siluriano até o Eo-Neocretáceo, em paleoambiente predominantemente marinho e fluvial. O Eopaleozóico é escassamente representado no Brasil, provavelmente devido ao bloco continental brasileiro estar quase totalmente emerso, havendo assim poucos depósitos marinhos.

O Grupo Trombetas abriga a mais rica composição fóssil do Siluriano no Brasil, sendo testemunho da vida Eopaleozóica, registrando a primeira grande transgressão marinha paleozóica na plataforma brasileira. Ocorrem depósitos siliciclásticos, depositados em mar raso, influenciado pela glaciação Ordoviciano-Siluriana, que afetou grande parte do Gondwana (Cunha *et al.*, 2007).

A maior concentração de invertebrados provém da Formação Pitinga (folhelhos e diamictitos marinhos, arenitos finos com siltitos intercalados e estratificação ondulada truncada) em afloramentos situados no Município de Oriximiná, Estado do Pará (Riff, 2011).

A existência de peixes fósseis (escamas, dentes) são pouco estudados, se inserindo em geral, no Devoniano.

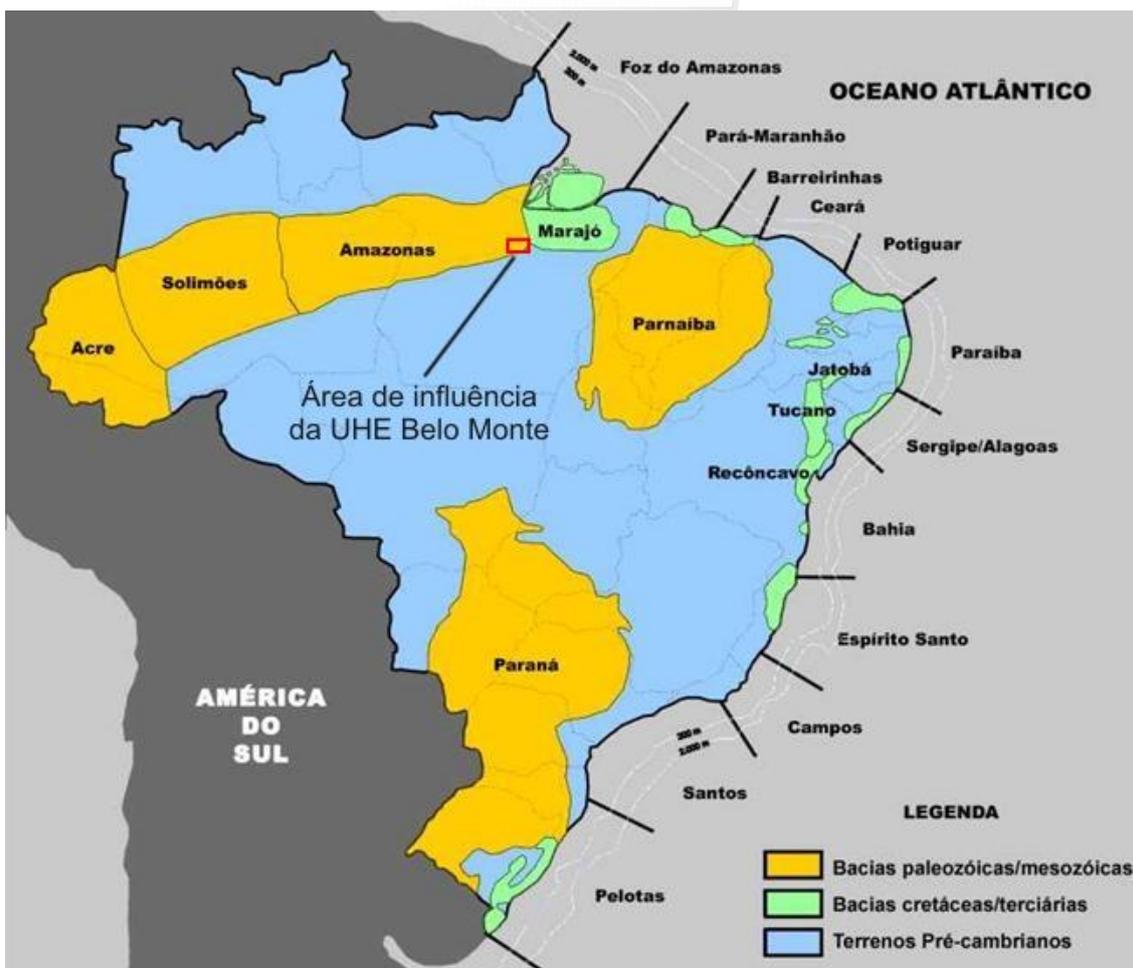


Figura 9.3 - 2 - Disposição da faixa de influência direta da UHE Belo Monte, localizada na fronteira entre rochas do embasamento e da Bacia do Amazonas. Com relação ao Salvamento Paleontológico, vai desde a BR-230 (Transamazônica), na cidade de Altamira (PA) até o Travessão 55 da mesma rodovia. Os limites ao norte e sul é o Rio Xingu.

Fonte: IBGE.

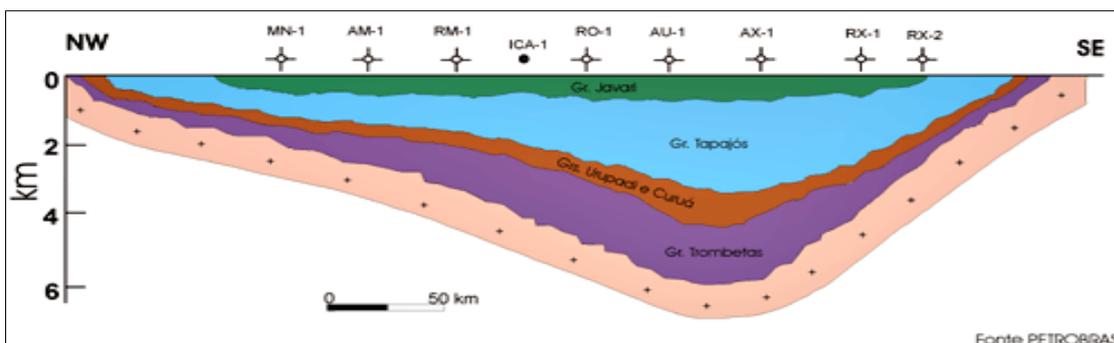


Figura 9.3 - 3 - Seção estratigráfica da Bacia do Amazonas.

Fonte: PETROBRÁS.

9.3.1.1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO LOCAL

Quando do início dos trabalhos, foram fornecidos por parte da NORTE ENERGIA S.A., as bases cartográficas e o mapa geológico da Área de Influência Direta e as Áreas de Salvamento Paleontológico da UHE de Belo Monte, com a delimitação destas áreas, denominadas ÁREA 1, ÁREA 2 e ÁREA 3, este na escala 1:200.000. (**Figura 9.3 - 1 – Mapa Geológico**).

Assentado sobre o Complexo Xingu, a Bacia do Amazonas está representada, nas redondezas da UHE de Belo Monte e nas demais áreas diretamente atingidas, pelas formações Pitinga e Manacapuru (Grupo Trombetas), formações Maecuru e Ererê (Grupo Urupadi), Formação Curiri e Formação Alter do Chão (**Figura 9.3 - 4 – Unidades Geológicas**).

Os corpos básicos toleíticos da Formação Penatecaua são bem representados na parte noroeste da ÁREA 1, e na ÁREA 2, no extremo norte, cruzando a BR-230, assentados claramente sobre rochas da Formação Pitinga e ainda nas bordas do Rio Xingu, ao norte, na faixa ocupada pelo Exército e a oeste, entre a Estrada até a Praia do Pedral e o limite nordeste da Fazenda do Sr. César Lorenzoni, assentados sobre arenitos, possivelmente da Formação Maecuru (mapa em construção).

ERA	PERÍODO	FORMAÇÃO GEOLÓGICA	SEÇÃO COLUNAR	DESCRIÇÃO SUMÁRIA	CONTEÚDO FOSSILÍFERO CONHECIDO	
					MICRO-FÓSSEIS	MACROFÓSSEIS
CENOZOICA	QUATERNÁRIO	ALUVIÕES		AREIAS, CASCALHOS, SILTES, ARGILAS, NÍVEIS LATERÍTICOS	QUITINOZÓARIOS MIOSPOROS PALINOMORFOS BRAQUIÓPODES MOLLUSCOS PEIXES CONULÁRIAS ICNOFÓSSEIS TRILÓBITAS CRINÓIDES BRIOZOÁRIOS BELEFONÓTIDEOS CNIDÁRIOS TENTACULÍDEOS VEGETAIS AMBAR DINOSSAUROS	
		TERRAÇOS		AREIAS, AREIAS ARGILOSAS, FRAGMENTOS DE LATERITA, SEIXO		
MESOZOICA	CRETÁCEO	ALTER DO CHÃO		AREIAS FINA A GROSSA, CAULINÍTICAS, ARGILOSA, VARIEGADA, BANDAS FERROSAS LATERÍTICAS		
		TRIÁSSICO		DIABÁSIO EM FORMA DE SOLEIRAS E DIQUES		
PALEOZOICA	DEVONIANO	NEO		CURIRI		DIAMICTITOS E SILTITOS C/ SEIXOS PING.
		MESO		BARREIRINHA		FOLHELHOS NEGROS E SILTITOS
		ERERÉ		SILTITOS, FOLHELHOS E ARENITOS BIOTU.		
		MAECURU		ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA		
		JATAPÚ		ARENITOS, SILTITOS E FOLHELHOS		
		MANACAPURU		ARENITOS E FOLHELHOS, DIAMICTITO		
	EO	PITINGA	RITMITOS E FOLHELHOS, PIRITOSO, LENTES DE ARENITOS			
PROTEROZOICA		ROCHAS INTRUSIVAS ALCALINAS	BRECHAS E CATACLASITOS			
ARQUEANA	COMPLEXO XINGU	UNIDADE IV	LIMBURGITO (ALCALINA DE FILIAÇÃO ULTRAMÁFICA)			
		UNIDADE III	MILONITOS, VEIOS DE QUARTZO (?)			
		UNIDADE II	GRANITÓIDES SIN-CINEMÁTICOS COM GNAISSES E MIGMATITOS SUBORDINADOS			
		UNIDADE I	MIGMATITOS DE ESTRUTURAS E COMPOSIÇÃO VARIADAS COM ENCLAVES DE ROCHAS DA UNIDADE I			
			VEIOS DE QUARTZO ASSOCIADOS AOS EFEITOS REMOBILIZANTES DAS UNIDADES III, IV E V (?)			
			GNAISSES GRANODIORÍTICOS, GNAISSES TONALÍTICOS E ANFIBOLITOS			

Figura 9.3 - 4 - Seção litoestratigráfica das áreas de influência e diretamente atingidas pela UHE Belo Monte, bem como dos elementos fossilíferos que poderão ocorrer até a conclusão dos trabalhos

Fonte: Modificado do Relatório da NORTE ENERGIA S.A., tomando a conformação atual adotada pela PETROBRÁS.

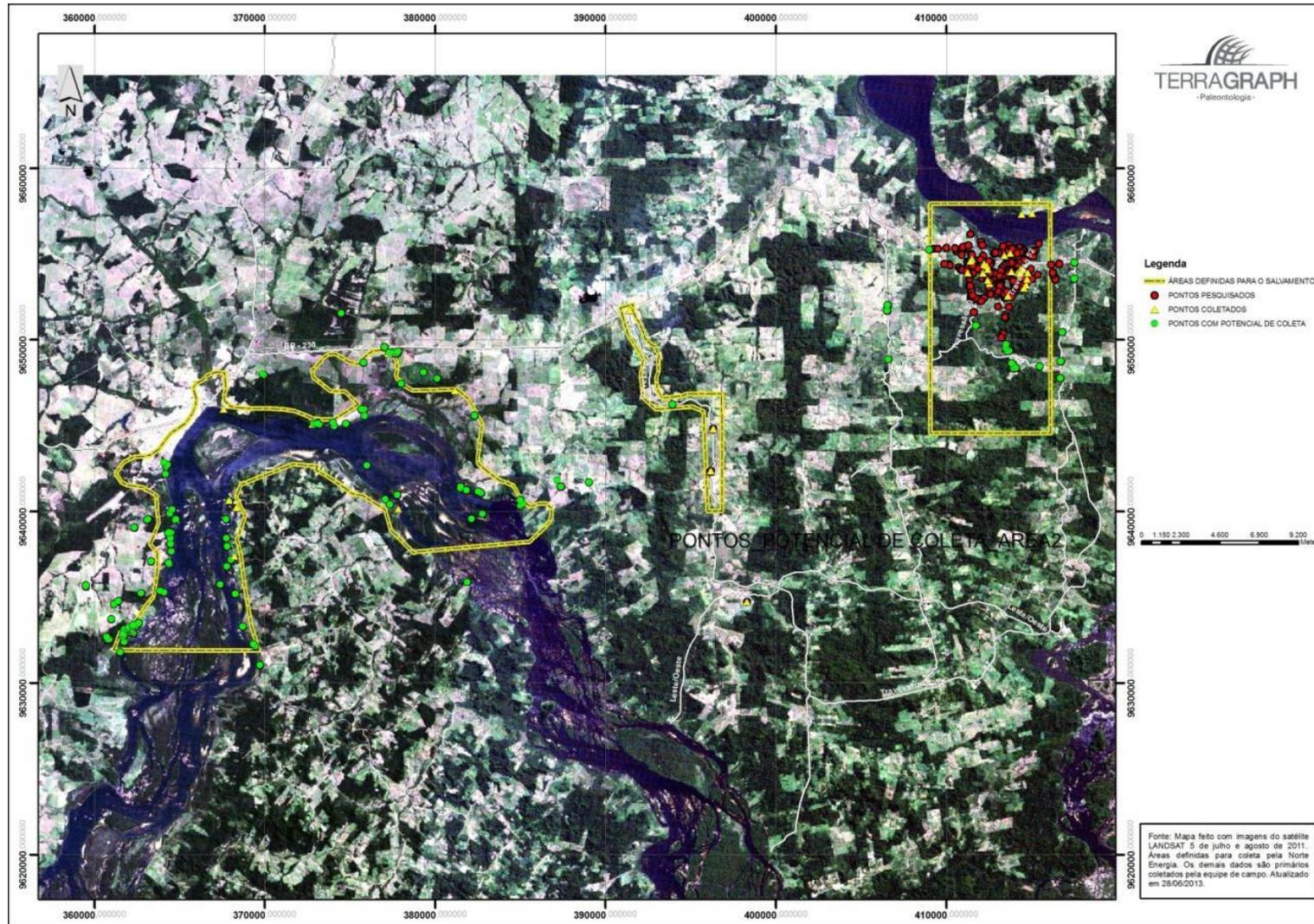


Figura 9.3 - 5 - AREAS 1, 2 e 3 (citrino), eleitas pra o salvamento paleontológico. Em verde, os pontos de rochas sedimentares identificadas para campanhas futuras; triângulos amarelos, pontos de coletas fossilíferas

Fonte: TERRAGRAPH, 2013.

Terraços argilosos e areno-argilosos são bem conhecidos nas margens do Rio Xingu, das ÁREAS 1, 2 e 3. Nas margens externas da ÁREA 2, orla da cidade de Altamira, mais especificamente na Bacia do Igarapé Pannels, são utilizados os sedimentos argilosos na confecção de tijolos, de forma artesanal. Elementos distintos são as ilhas de depósitos quaternários, tendo a sua representatividade mais marcante a Ilha do Capacete. Areias e seixos também representam o Quaternário, dispostos ao longo de praias e cobrindo parcialmente as rochas-ilhas (arenitos e granitos) e o leito do Rio Xingu.

No decorrer do PSPP, foram identificados mais de 400 pontos na busca de camadas fossilíferas, dos quais, 42 (quarenta e dois) foram objetos de coleta e mais de 150 demonstram potencial para coleta (**Figura 9.3 - 5 – Pontos de Coleta**).

Os levantamentos geológicos na área diretamente atingida e nas áreas de influência direta, como já foi dito, também tem como metodologia, a delimitação da interface embasamento-cobertura pelas vias de acesso existentes, escavações da obra, trincheiras e pelos acessos em construção e selecionar, dentre as rochas sedimentares, os tipos litológicos potencialmente fossilíferos. As dificuldades de logística, do avanço das vias de acesso na direção centro-sul da ÁREA 1 (Diques 6 a 8), e da conclusão dos levantamentos na Campanha VII para a ÁREA 2, foram superadas pela equipe e é possível traçar o mapa geológico preliminar que indica áreas de afloramento de quatro conjuntos geológicos principais: o embasamento cristalino (com idade Pré-Cambriana), rochas da Bacia do Amazonas (com idade entre Siluriano e Cretáceo), rochas vulcânicas e subvulcânicas (com idade Mesozóica) e sedimentos quaternários.

Os limites entre as unidades geológicas discriminadas no mapa ilustrado pela **Figura 9.3 - 1 – Mapa Geológico** não diferem substancialmente daqueles apresentados no mapa geológico, inédito, elaborado pela equipe de paleontólogos e geólogos da TERRAGRAPH. Este mapa e a descrição do processo de elaboração estão discriminados em subitem específico, inseridos no item “Resultados” do presente relatório.

9.3.1.1.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A COLETA E TRATAMENTO DE FÓSSEIS

Conforme exposto em relatórios anteriores, o salvamento paleontológico, por meio de um Plano Básico Ambiental, realizado em Belo Monte, é um dos pioneiros no Brasil, onde a TERRAGRAPH cumpriu, nesses 24 (vinte e quatro) meses, com todos os requisitos legais junto ao DNPM e aos órgãos ambientais.

Os trabalhos de abertura de estradas de acesso nas áreas eleitas e das escavações no canteiro de obras das barragens, canais e diques, estão localizados nos Municípios de Altamira e Vitória do Xingu. Nos locais onde identificadas rochas sedimentares fossilíferas, foram realizadas as coletas do âmbito do PSPP, precedidas de permanente investigação geológica, identificando anteriormente as rochas de interesse (**Figura 9.3 - 5 – Pontos de Coleta**).

Também as características mineralógicas, estruturais e estratigráficas de rochas sedimentares dão suporte de apoio à atividade fim, onde um geólogo e auxiliares sediados em Altamira (PA) acompanham o andamento das obras nos canteiros, identificando áreas de ocorrência de rochas sedimentares indicativas ou não à coleta.

A ocorrência de afloramentos naturais na Região Amazônica é fato raro, principalmente de rochas sedimentares pelíticas, face o intenso intemperismo. A amostragem de fósseis, principalmente no canteiro de obras da UHE Belo Monte, se faz aliado à expansão das atividades da CCBM, das equipes de desmatamento (CIKEL), que culminam com o desbastamento e o desmonte para atingir as rochas cristalinas, ou, como no caso de todas as áreas eleitas, em razão da existência anterior ou a abertura de novas vias de acesso. **(Figura 9.3 - 6 – Formação dos Fósseis).**

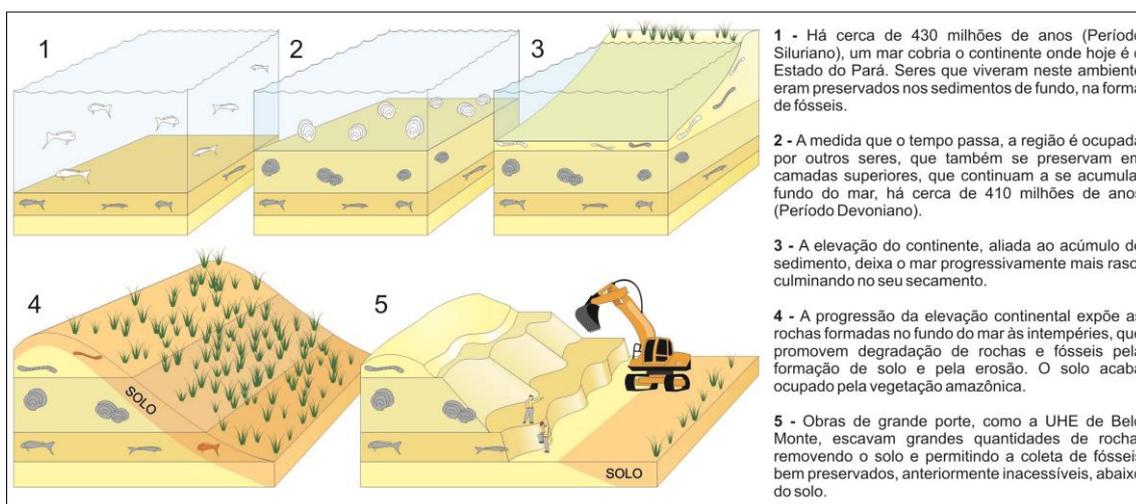


Figura 9.3 - 6 - Evolução esquemática do processo de formação dos fósseis. Nas obras de grande porte, as escavações são importantes para o afloramento e coleta de rochas fossilíferas. Acervo de Educação Patrimonial da UHE Belo Monte.

Fonte: TERRAGRAPH, 2013.

A coleta de fósseis foi planejada para ocorrer nas áreas de influência direta (AID) e nas áreas diretamente afetadas (ADA) a partir da construção da UHE Belo Monte. Onde as escavações expõem as rochas potenciais, ocorrem portanto as campanhas de coleta de fósseis (macro e microfósseis) e a elaboração *in loco* da correspondente coluna estratigráfica por especialistas em Paleontologia e Geologia, agregando o máximo de informação científica às amostras coletadas.

Nesses 24 meses de atividades, as operações de coleta e tratamento de fósseis são realizadas em quatro etapas:

- A primeira etapa é de campo, que abrange a procura, coleta e transporte de fósseis para a base logística da empresa em Altamira. Eventualmente e fora das campanhas de coleta programadas, a equipe liderada por um geólogo e sediada nessa cidade,

realiza coleta emergencial de fósseis em risco de perda com o avanço das frentes de obras de barragens e demais estruturas, como diques e onde se formarão os lagos.

- Na etapa posterior, em laboratório. Na base da TERRAGRAPH situada em Altamira (PA), os macrofósseis são higienizados, preparados, fotografados e descritos (**Figura 9.3 - 7 – Preparação e Figura 9.3 - 8 – Preparação**). Outra vertente no estudo dos macrofósseis, foi tomada em agosto de 2012, quando amostras foram tratadas com tomografia computadorizada, em Brasília (DF), com resultados já apresentados em Relatório Trimestral (RT_Nº04_PSPP_0109012_TRGP – setembro/2012) à NORTE ENERGIA S.A. (**Figura 9.3 - 9 – Tomografia**).

A partir de outubro de 2012, 31 (trinta e uma) amostras de microfósseis passaram a ser tratadas no Laboratório da TERRAGRAPH em Brasília – DF (**Figura 9.3 - 10 – Preparação de Microfósseis**) e nos laboratórios da PUC – GO.

- A terceira atividade é a de pesquisa, na qual os fósseis são identificados com base em bibliografia científica.,

- A última é a de escritório, responsável pela elaboração do presente relatório.



Figura 9.3 - 7 - Preparação em laboratório, na base logística em Altamira

Fonte: TERRAGRAPH, 2013.

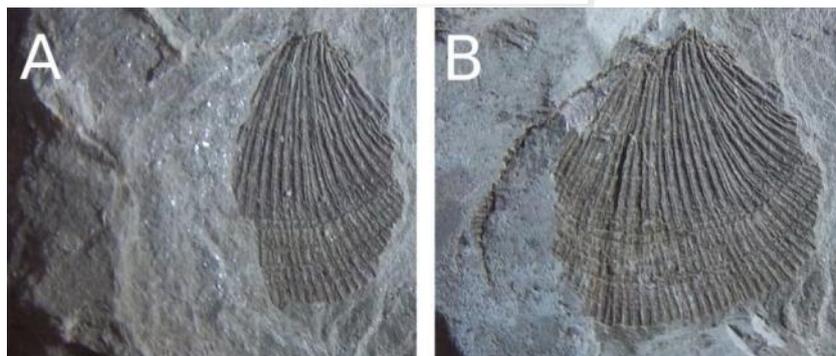


Figura 9.3 - 8 - Braquiópode (C3P1-1.13b) antes (A) e após (B) a preparação
Fonte: TERRAGRAPH, 2013.



Figura 9.3 - 9 - À esquerda a tomografia realizada em alguns fósseis; à direita um modelo tridimensional de bioturbações da amostra C2P4-7.2, em imagem 3D produzida pelo método
Fonte: TERRAGRAPH, 2013.



Figura 9.3 - 10 - À esquerda, detalhe de reação forte do peróxido de hidrogênio com a matéria orgânica presente na rocha. À direita, frações das amostras em estufa a 70° C
Fonte: Laboratório da TERRAGRAPH, 2013.

9.3.1.2. LOGÍSTICA E MOBILIZAÇÃO

Os trabalhos das etapas anteriores foram descritas em relatórios prévios enviados à NORTE ENERGIA S.A. (**Anexo 9.3 - 1 - Etapas anteriores**). O trabalho de escritório, iniciado a partir da assinatura do contrato supracitado, consistiu em pesquisa

bibliográfica (científica e de legislação). Nesta fase, o coordenador técnico do PSPP, com a colaboração dos demais membros da equipe e da geóloga Poliana Marcolino Correa (representando a NORTE ENERGIA S.A.), realizou a elaboração e submissão do resumo expandido “Análise espacial aplicada à pesquisa paleontológica de afloramento, apoiada por métodos geofísicos”, para o XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia, tratando sobre o método a ser desenvolvido e aplicado nos trabalhos de Salvamento Paleontológico de Belo Monte (**Anexo 9.3 - 2 - Resumo CBP**).

No período de 11 a 22 de julho de 2011, a equipe realizou o preparo do material didático para treinamento de auxiliares de campo, a pesquisa e a aquisição de publicações científicas e relatório preliminar sobre a geologia local para orientar os trabalhos de campo e as pesquisas taxonômicas e tafonômicas relacionadas aos fósseis, em laboratório. A elaboração de banco de dados geológico e paleontológico e ocorrências potenciais da faixa entre a cidade de Altamira até o km 55 (Travessão 55) da BR-230 foi realizada com base em referências bibliográficas, a fim de auxiliar os trabalhos de campo.

Antes do início da coleta em campo, a equipe reuniu-se com a Diretoria de Gestão Ambiental a fim de se discutir as diretrizes do Salvamento Paleontológico. Foi ainda, nessa etapa, realizada a vistoria para a posterior contagem de cilindros de sondagem descritos pelo CNEC/ELETRONORTE, entre os anos de 1981 e 1987, realizada no final da Campanha III já descrita nos relatórios anteriores.

Como parte da dinâmica permanente em escritório, se insere a elaboração de relatórios semestrais e produção de documentos para a NORTE ENERGIA S.A., com destino ao DNPM e IBAMA e para o informe de eventos de coleta.

A coleta e tratamento de fósseis em todas as campanhas seguem a metodologia e os padrões de controle descrita nos itens 9.3.1.1.3 e na apresentação dos trabalhos desenvolvidos nas Campanhas V e VI, descritas neste Relatório.

A entrega e a periodicidade dos produtos dos levantamentos e coletas foram rigorosamente cumpridos. Os Relatórios Técnicos Trimestrais (RTT) e os monitoramentos relacionados ao PSPP seguem o acordo firmado entre a NORTE ENERGIA S.A. e a TERRAGRAPH, quando do início das atividades, inclusive acatando e se adequando às mudanças inerentes a uma obra de grande porte.

9.3.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

O PBA prevê o PSPP com duração de 05 (cinco) anos, e o contrato de prestação de serviços da TERRAGRAPH, prorrogável, tem a duração de 02 (dois) anos. Nesse patamar, a TERRAGRAPH se credencia à continuidade dos trabalhos por igual período, haja vista que os resultados das coletas fossilíferas superaram a expectativa quanto ao conhecimento fossilífero de espécies na Bacia do Amazonas.

A listagem de documentos técnicos arrolada abaixo indica todos os volumes já enviados à NORTE ENERGIA (**Quadro 9.3 - 1 – Produtos**).

Quadro 9.3 - 1 - Relação de Produtos Encaminhados à NORTE ENERGIA na vigência do contrato

TIPO DE PRODUTO	TÍTULO E CÓDIGO	ASSUNTO	DATA	DESTINATÁRIO	DOCUMENTO DE ENCAMINHAMENTO
Relatório técnico	Relatório_Técnico_Norte - Energia_Paleo_1_2011	1º Relatório Trimestral de Andamento	20/10/2011	NORTE ENERGIA	Enviado
Relatório técnico	RTR_02_03042012_TRGP	2º Relatório Trimestral de Andamento (anual consolidado)	06/01/2012	NORTE ENERGIA	Enviado
Relatório técnico	RTR_03_03042012_TRGP	3º Relatório Trimestral de Andamento	02/04/2012	NORTE ENERGIA	Enviado
Nota técnica	NT-01-PSPP-09042012-TRGP	Ocorrência de rochas sedimentares no Canteiro Canais e Diques	09/04/2012	NORTE ENERGIA	Enviado
Relatório técnico	RT_Nº02_PSPP_02072012_TRGP	4º Relatório Trimestral de Andamento (semestral consolidado)	27/06/2012	NORTE ENERGIA	Enviado
Relatório técnico	RT_Nº04_PSPP_01092012_TRGP	5º Relatório Trimestral de Andamento	28/09/2012	NORTE ENERGIA	Enviado
Nota técnica	NT-02-PSPP-09102012-TRGP	Plano de ação sobre coleta nos rios e educação patrimonial	09/10/2012	NORTE ENERGIA	Enviado
Relatório técnico	RT_Nº05_PSPP_08012013-TRGP	6º Relatório Trimestral de Andamento (semestral consolidado)	08/01/2013	NORTE ENERGIA	Enviado
Nota técnica	NT-03-PSPP-08032013-TRGP	Continuidade do contrato do PSPP	08/03/2013	NORTE ENERGIA	Enviado
Relatório técnico	RT_Nº06_PSPP_05042013_TRGP	7º Relatório Trimestral de Andamento	05/04/2013	NORTE ENERGIA	Enviado

9.3.2.1. RESUMO DAS CAMPANHAS REALIZADAS

O planejamento inicial do Programa em questão colocava a ÁREA 3 como prioritária para a coleta nos primeiros meses de atividade, pois previa-se que as atividades de escavação de fundações do Sítio Belo Monte estariam em fase muito inicial. Entretanto, face o acelerado desenvolvimento dos trabalhos na ÁREA 1 e as escavações dos taludes nas margens do travessão expõem muitos perfis de solo, impróprios para a coleta de fósseis, as coletas se concentraram, principalmente nos Sítios Belo Monte e Santo Antônio, a partir da Campanha I.

Apesar da predominância de exposição de regolito, as atividades de identificação de afloramentos na Área 3 permitiram a coleta em duas seções de rochas do Devoniano e Cretáceo, durante a campanha IV.

Os afloramentos fossilíferos prospectados restringem-se em ocorrência, às rochas dos períodos Siluriano, Devoniano, Cretáceo e Quaternário. A fauna fóssil coletada predominante nas áreas de estudo, está composta por invertebrados, braquiópodes, bioturbações e icnofósseis, com ocorrência secundária de gastrópodes, cefalópodes, moluscos bivalves, e outros indeterminados, bem como ocorrência de peixes, mamíferos e possíveis restos vegetais.

No Sítio Belo Monte, rochas identificadas como pertencentes às formações Pitinga e Jatapú (Grupo Trombetas) foram expostas pelos cortes escavados. Nas três primeiras campanhas foram descritas quatro colunas estratigráficas; na campanha IV, (03) três colunas; na Campanha V, 06 (seis) colunas foram elaboradas, na campanha VI, duas colunas e na campanha VII, oito colunas. Os pontos de descrição e coleta foram determinados nos locais em que a espessura do pacote sedimentar exposto era superior a um metro, conforme exposto anteriormente (**Quadro 9.3 - 2 – Resultados**).

O escopo mais detalhado das campanhas I a VI já foram objeto dos Relatórios Semestrais anteriores, sendo que se apresenta apenas em forma de quadro-resumo. As colunas estratigráficas elaboradas nas etapas anteriores estão descritas nos **Anexos 9.3 - 4 a 9 – Colunas Estratigráficas**.

Quadro 9.3 - 2 - Resumo dos resultados obtidos nos 21 (vinte e um) meses de atividades (Campanhas I a VII). A avaliação litológica para as áreas de estudo (borda de bacia) necessitam de comparação com as seções-tipo onde foram definidas

	COLONAS	FORMAÇÕES	ROCHAS
Campanha I	Coluna 1 22M 411518 m L 9654721 m N, 22M 411461 m L 9654661 m N, SAD 69	Pitinga	Diamictito, folhelho negro e argilito siltoso.
	Coluna 2 22M 411421 m L 9654591 m N, SAD 69	Jatapú	Folhelho negro a cinza e argilito cinza. Base correlacionável com o topo da Coluna 1 da mesma campanha.
	Coluna 3 22M 412107 m L 9653845 m N, 22M 412142 m L 9653872 m N,	Jatapú	Argilito cinza.

		COLUNAS	FORMAÇÕES	ROCHAS
		SAD 69		
		Coluna 4 22M 412158 m L 9653884 m N, SAD 69	Jatapú	Argilito cinza, arenito branco e siltito cinza. Base correlacionável ao topo da Coluna 3 da mesma campanha.
Campanha II		Coluna 1 22M 412233 m L 9654450 m N, SAD 69	Jatapú	Argilito com concreções ferruginosas.
		Coluna 2 22M 412241 m L 9654378 m N, SAD 69	Jatapú	Argilito, arenito e siltito. Imediatamente acima da Coluna 1 da mesma campanha.
		Coluna 3 22M 412381 m L 9654317 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito, argilito e arenito. Imediatamente acima da Coluna 2 da mesma campanha.
		Coluna 4 22M 412436 m L 9654117 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito, arenito e argilito. Imediatamente acima da coluna 3, da mesma campanha.
Campanha III		Coluna 1 22M 413823 m L 9653975 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito e argilito escuros, ocasionalmente com lentes arenosas.
		Coluna 2 22M 414385 m L 9654129 m N, SAD 69	Jatapú	Argilito e arenito.
		Coluna 3 22M 414508 m L 9654126 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito com lentes arenosas.
		Coluna 4 22M 414504 m L 9654109 m N, SAD 69	Jatapú	Siltitos e arenitos. Imediatamente acima da Coluna 3, da mesma campanha.
Etapa Intermediária		Atividade: Triagem dos cilindros de sondagem armazenados na Subestação da ELETRONORTE em Altamira. As amostras de rocha sedimentar foram incorporadas ao acervo do PSPP e sugere-se o envio das amostras do embasamento para o GEOCIAM/UFGA.		
Campanha IV		Coluna 1 22M 396142 m L 9642322 m N, 22M 396152 m L 9642328 m N, 22M 396191 m L 9642357 m N, SAD 69	Maecurú	Ritmitos, folhelhos e arenitos.
		Coluna 2 22M 396325 m L 9644757 m N, 22M 396321 m L 9644826 m N, SAD 69	Maecurú e Alter do Chão	Siltitos, arenitos e argilitos.
		Coluna 3 22M 414787 m L 9653899 m N, SAD 69	Jatapú	Siltitos, folhelhos e lentes arenosas.
Campanha V		Coluna 1 22M 412546 m L 9653281 m N, SAD 69	Jatapú	Argilito.
		Coluna 2 22M 414744 m L 9653545 m N, SAD 69	Jatapú	Siltitos e argilitos. Acima da Coluna 3 da Campanha IV.
		Coluna 3 22M 414694 m L 9653196 m N, SAD 69	Jatapú	Ritmito laminado. Acima da Coluna 2, da mesma campanha.
		Coluna 4 22M 414568 m L 9653009 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito e argilito. Acima da Coluna 3, da mesma campanha.
		Coluna 5 22M 413618 m L 9652566 m N, SAD 69	Jatapú	Folhelho e siltito.

	COLUNAS	FORMAÇÕES	ROCHAS
	Coluna 6 22M 413769 m L 9655047 m N, SAD 69	Jatapú	Arenito, ritmito, argilito e siltito.
Campanha VI	Coluna 1 22M 414206 m L 9653918 m N, 22M 414272 m L 9653917 m N, 22M 414298 m L 9653893 m N, 22M 414307 m L 9653873 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito com lentes arenosas e ritmito.
	Coluna 2 22M 411273 m L 9653899 m N, SAD 69	Jatapú	Siltito laminado.
Campanha VII	Coluna 1 22M 364392 m L, 9637060 m N, 22M 364391 m L, 9637046 m N, 22M 364376 m L, 9637039 m N, SAD 69	Maecurú	Arenitos finos e médios.
	Coluna 2 22M 412423 m L, 9653469 m N, SAD 69	Pitinga e Jatapú	Folhelhos e siltitos.
	Coluna 3 22M 372807 m L, 9645090 m N, SAD 69	Maecurú	Arenito médio.
	Coluna 4 22M 364796 m L, 9639527 m N, SAD 69	Maecurú	Arenitos finos.
	Coluna 5 22M 362029 m L, 9633224 m N, 22M 362051 m L, 9633299 m N, SAD 69	Alter do Chão	Arenitos finos e médios, friáveis.
	Coluna 6 22M 377340 m L, 9649568 m N SAD 69	Jatapú	Siltito laminado.
	Coluna 7 22M 380166 m L, 9647799 m N SAD 69	Jatapú	Siltito laminado
	Coluna 8 22M 398291 m L, 9634739 m N SAD 69	-	Perfil de latossolo, derivado de granito.
Campanha VIII	Coluna 1 22M 391444 m L, 9651749 m N, 22M 391420 m L, 9651724 m N, SAD 69	Maecurú	Arenitos.
	Coluna 2 22M 368213 m L, 9637396 m N, SAD 69	-	Siltitos e arenitos.
	Coluna 3 22M 368336 m L, 9640235 m N, SAD 69	Maecurú	Arenito.
	Coluna 4 22M 367909 m L, 9640649 m N, SAD 69	Maecurú	Arenitos e conglomerado.
	Coluna 5 22M 377853 m L, 9640137 m N, 22M 377844 m L, 9640137 m N, SAD 69	Maecurú	Arenitos.
	Coluna 6 22M 414433 m L, 9657330 m N, SAD 69	Maecurú	Arenito.
	Coluna 7 22M 415054 m L, 9657375 m N, SAD 69	Maecurú	Folhelho e arenitos.
	Coluna 8 22M 367595 m L, 9645959 m N, 22M 367590 m L, 9645949 m N, SAD 69	Jatapú?	Siltito laminado.

	COLUNAS	FORMAÇÕES	ROCHAS
	Coluna 9 22M 413417 m L, 9654926 m N, SAD 69	Jatapú	Arenitos, siltitos, folhelho e ritmito.

Nas Campanhas VII e VIII a ÁREA 2 foi foco para a coleta de fósseis. Seguindo o cronograma, as coletas nesta área iniciaram-se em janeiro de 2013 e tiveram como foco as rochas sedimentares, nas proximidades da cidade de Altamira, que estão nas margens a ser inundadas pela formação do reservatório principal. Houve a coleta de fósseis no paiol de acessórios (Sítio Belo Monte) e, emergencialmente, coleta de esqueleto de mamífero no Canteiro Canais e Diques.

9.3.2.1.1. COLUNAS DESCRITAS NA CAMPANHA VII

Na Campanha VII foram descritas oito colunas, que incluíram rochas das formações Pitinga, Jatapú, Maecurú e um perfil de solo com fósseis de idade quaternária. As colunas descritas no último trimestre mostram maior ocorrência de arenitos afossilíferos na ÁREA 2 em relação ao observado em campanhas anteriores, nas ÁREAS 1 e 3 (**Anexos 9.3 - 1 - Etapas anteriores**). A coluna 1 é composta por rochas sedimentares aflorantes na margem esquerda do rio Xingu, em local a ser inundado durante a formação do reservatório principal. As rochas foram descritas nos pontos C7P1, C7P2 e C7P3. Os arenitos descritos são aparentemente afossilíferos, pertencentes à Formação Maecurú, mas amostras para micropaleontologia foram coletadas (**Anexo 9.3 - 10 - Colunas estratigráficas da Campanha VII; Figura 9.3 - 11 – Ponto C7P1 e Figura 9.3 - 12 – Ponto C7P3**).



Figura 9.3 - 11 - Fragmentação de arenitos na busca por macrofósseis, no ponto C7P1

Fonte: TERRAGRAPH.2013.



Figura 9.3 - 12 – Camadas de arenitos do ponto C7P3

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A coluna 2 foi descrita em corte do talude lateral do paiol de acessórios, no Sítio Belo Monte, ponto C7P4. A coleta de fósseis neste local foi dificultada pelo cumprimento de normas de segurança, que impediram o uso de martelo demolidor e o choque entre martelos e talhadeiras, com o objetivo de impedir a produção de faíscas. Trata-se de uma sequência de siltitos e folhelhos das formações Pitinga e Jatapú onde foram encontrados fósseis de graptolitos, braquiópodes, e macrofósseis de animais ainda desconhecidos. O local não pode ser fotografado pela proibição do uso de equipamentos eletrônicos no perímetro de segurança.

A coluna 3 é composta por arenito espesso sobre rocha vulcânica, na margem esquerda do rio Xingu, próximo ao 51º Batalhão de Infantaria de Selva. Esta camada de arenito é aparentemente afossilífera, no ponto C7P5, mas amostras para micropaleontologia foram incorporadas ao acervo (**Figura 9.3 - 13 – Ponto C7P5**). A camada foi identificada como pertencente à Formação Maecurú.



Figura 9.3 - 13 - Camada arenosa na margem esquerda do rio Xingu, ponto C7P5

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

Camadas de arenitos, pertencentes à Formação Maecurú, afloram na margem esquerda do rio Xingu, em balneário turístico, onde foi descrita a coluna 4. Camadas pouco espessas de arenitos, com pouco macrofósseis, estão em local a ser inundado com a formação do reservatório principal, no ponto C7P6. As rochas são friáveis e os fósseis coletados neste ponto, bioturbações, encontram-se mal preservados (**Figura 9.3 - 14 – Ponto C7P6**).



Figura 9.3 - 14 - Camadas estreitas de arenitos friáveis na margem esquerda do rio Xingu, ponto C7P6

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

Os pontos C7P7 e C7P8 encontram-se na Fazenda Beira Rio, próxima ao rio Xingu, e em uma das estradas de acesso afloram arenitos da Formação Alter do Chão. As rochas aflorantes entre estes pontos estão descritas na coluna 5. Alguns níveis de arenitos estão encobertos, inacessíveis, e as camadas analisadas não revelaram macrofósseis, apesar do esforço empregado no desmonte de grandes volumes de rocha para a coleta (**Figura 9.3 - 15 – Pontos C7P7 e C7P8**).



Figura 9.3 - 15 - Pequeno corte de estrada na Fazenda Beira Rio, entre os pontos C7P7 e C7P8

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A coluna 6 foi elaborada no ponto C7P9, na margem sul da BR-230 (Transamazônica). Neste local aflora uma camada de siltito laminado, pertencente à Formação Jatapú, com baixo conteúdo fossilífero (**Figura 9.3 - 16 – Ponto C7P9**). Este nível estratigráfico é correlacionável à coluna 7 e às ocorrências da Formação Jatapú no Sítio Belo Monte (ÁREA 1).



Figura 9.3 - 16 - Talude na margem sul da BR-230, ponto C7P9 (TERRAGRAPH, 2013)

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

Nas proximidades da Vila Leonardo da Vinci foi identificado um afloramento de siltito laminado da Formação Jatapú, no ponto C7P10. Este nível foi descrito na coluna 7 e é correlacionável ao siltito da coluna 6. Neste local a pobreza fossilífera também ocorre, apenas pouca bioturbação foi observada no topo da coluna, mas amostras para micropaleontologia foram coletadas em quatro níveis (**Figura 9.3 - 17 – Ponto C7P10**).



Figura 9.3 - 17 - Prospecção por fósseis no ponto C7P10, próximo à Vila Leonardo da Vinci

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A TERRAGRAPH foi alertada sobre a presença de um esqueleto de mamífero no Sítio Canais e Diques pela equipe responsável pelo Salvamento Arqueológico. No centro do Canal de Derivação foi encontrado um esqueleto parcialmente articulado enterrado em latossolo, a cerca de 1,50 metros de profundidade (**Figura 9.3 - 18 – Ponto C7P11**). Imediatamente o local foi inspecionado e isolado para a preservação dos fósseis, onde foi elaborada a coluna 8, no ponto C7P11.



Figura 9.3 - 18 - Esqueleto de mamífero não identificado, *in situ*. Ossos parcialmente articulados sobre restos vegetais carbonizados e ocorrência de frutos. Coletado em latossolo no Canteiro Canais e Diques, ponto C7P11

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.1.2. COLUNAS DESCRITAS NA CAMPANHA VIII

Na Campanha VIII foram descritas nove colunas estratigráficas, com preferência para a coleta em pontos na Área 2, na margem direita do rio Xingu, em região denominada localmente de Assurinim. (**Anexo 9.3 - 11 - Colunas estratigráficas da Campanha VIII**). A coluna 1 é composta por rochas sedimentares aflorantes em corte no entroncamento do Travessão 27 com a BR-230 (Transamazônica). Esta coluna foi descrita entre os pontos C8P1 e C8P2. A rocha não mostrou macrofósseis e apenas amostras para micropaleontologia foram coletadas (**Figura 9.3 - 19 – Ponto C8P2**).



Figura 9.3 - 19 - Corte no entroncamento do Travessão 27 com a BR-230. Formação Jatapú

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A coluna 2 foi descrita em fazenda na região do Assurininim, próxima à margem direita do rio Xingu. No local afloram poucas camadas de arenitos e siltitos onde não foram encontrados microfósseis. Amostras de micropaleontologia foram coletadas no local (**Figura 9.3 - 20 – Ponto C8P3**).



Figura 9.3 - 20 - Afloramento de rochas na estrada da Fazenda São Sebastião

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

O Ponto C8P4, na margem direita do rio Xingu, mostra o afloramento natural de uma camada friável de arenito branco, atribuído à Formação Maecurú. Nesta camada não foram descobertos microfósseis, mas amostras de micropaleontologia foram recolhidas (**Figura 9.3 - 21 – Ponto C8P4**).



Figura 9.3 - 21 - Camada friável de arenito aflorante na margem direita do rio Xingu, região do Assurinin

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

Próximo ao cais da balsa, no Assurinin, há o afloramento de rochas da Formação Maecurú, na margem direita do rio Xingu (**Figura 9.3 - 22 – Ponto C8P5**). Estas rochas, observáveis no ponto C8P5, podem conter fósseis, mas não puderam ser investigadas a contento devido ao alto nível do rio na ocasião da Campanha VIII. Arenitos mal selecionados, ferruginosos, ocorrem no local e devem ser objeto de coleta em campanhas posteriores, em períodos em que o rio esteja em nível baixo.



Figura 9.3 - 22 - Arenitos mal selecionados aflorantes próximo ao cais da balsa, região do Assurinin

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A coluna 5 foi descrita entre os pontos C8P6 e C8P7. No local, na margem direita do rio Xingu, foram descritas camadas de arenitos com diversas características que os

distinguem, e, assim como observado nos pontos anteriores, houve escassez de microfósseis. Apenas amostras de micropaleontologia foram coletadas (**Figura 9.3 - 23 – Ponto C8P6**).



Figura 9.3 - 23 - Camadas de arenito da base da coluna 5, margem direita do rio Xingu

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A coluna 6 foi descrita em uma camada de arenito laminado aflorante na margem direita do rio Xingu, na Área 1. Esta camada mostrou baixa concentração fossilífera, com a ocorrência isolada de *Incertae sedis*. Amostras de micropaleontologia também foram coletadas neste ponto (**Figura 9.3 - 24 – Ponto C8P8**).



Figura 9.3 - 24 - Camada e arenito laminado descrito na coluna 6. Formação Jatapú

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

No ponto C8P9 foi descrita a coluna 7, caracterizada pela ocorrência, próxima ao ponto C8P8, de camada de folhelho negro, com lentes arenosas no topo, sobreposto

por camada espessa de arenito (**Figura 9.3 - 25 – Ponto C8P9**). As lentes arenosas, aparentemente, são correlatas ao arenito descrito na coluna 6.



Figura 9.3 - 25 - Camada de folhelho negro com lente arenosa e, acima, camada de arenito. Unidades descritas na coluna 7

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A coluna 8 foi elaborada em camada de siltito laminado localizada no 51º Batalhão de Infantaria de Selva, em Altamira (**Figura 9.3 - 26 – Ponto C8P10**), entre os pontos C8P10 e C8P11. A rocha ocorre próxima à margem esquerda do rio Xingu e demonstra ser pobre em macrofósseis. Amostras de micropaleontologia foram coletadas ao longo da coluna.



Figura 9.3 - 26 - Níveis superiores da coluna 8, aflorantes no 51º BIS, em Altamira

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

No Ponto C8P12 foi descrita a coluna 9, em talude do canal de fuga do Sítio Belo Monte. Neste local ocorre sequência de siltitos, arenitos e folhelho sobre o embasamento. Estas camadas basais são sobrepostas por camada espessa de ritmito cinza, predominantemente siltoso, com possíveis discos de crinoides. Os fósseis coletados nos níveis de 40 e 60 centímetros estão bem preservados (**Figura 9.3 - 27 – Ponto C8P12**).



Figura 9.3 - 27 - Rochas sedimentares e embasamento no talude do canal de fuga, Sítio Belo Monte

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.2. ELABORAÇÃO DE MAPA GEOLÓGICO DAS ÁREAS DE COLETA

Com o objetivo de orientar a coleta de material fóssil, a equipe de campo TERRAGRAPH produziu o mapa geológico de detalhe das áreas de coleta. Este mapa foi elaborado, principalmente, com base em observações de campo que, em alguns momentos, foi apoiada pela análise de feições geológicas visíveis em imagens de satélite. Os limites entre as unidades geológicas discriminadas neste mapa não diferem substancialmente daqueles apresentados no mapa geológico fornecido pela NORTE ENERGIA S.A. (**Figura 9.3 - 1 – Mapa Geológico**). Mas as descrições realizadas em campo, pela equipe da TERRAGRAPH, possibilitaram a definição de limites de contato precisos, que correspondem ao observável em cada uma das áreas de coleta. As escavações dos canteiros de obra expõem as camadas rochosas e oferecem a análise direta de rochas presentes abaixo do nível do solo, rochas estas que não passaram por alteração promovida pelas intempéries. Este contexto foi favorável à delimitação detalhada de cada um dos contatos apresentados no mapa elaborado pela TERRAGRAPH (**Figura 9.3 - 28 – Mapa Geológico Detalhado**).

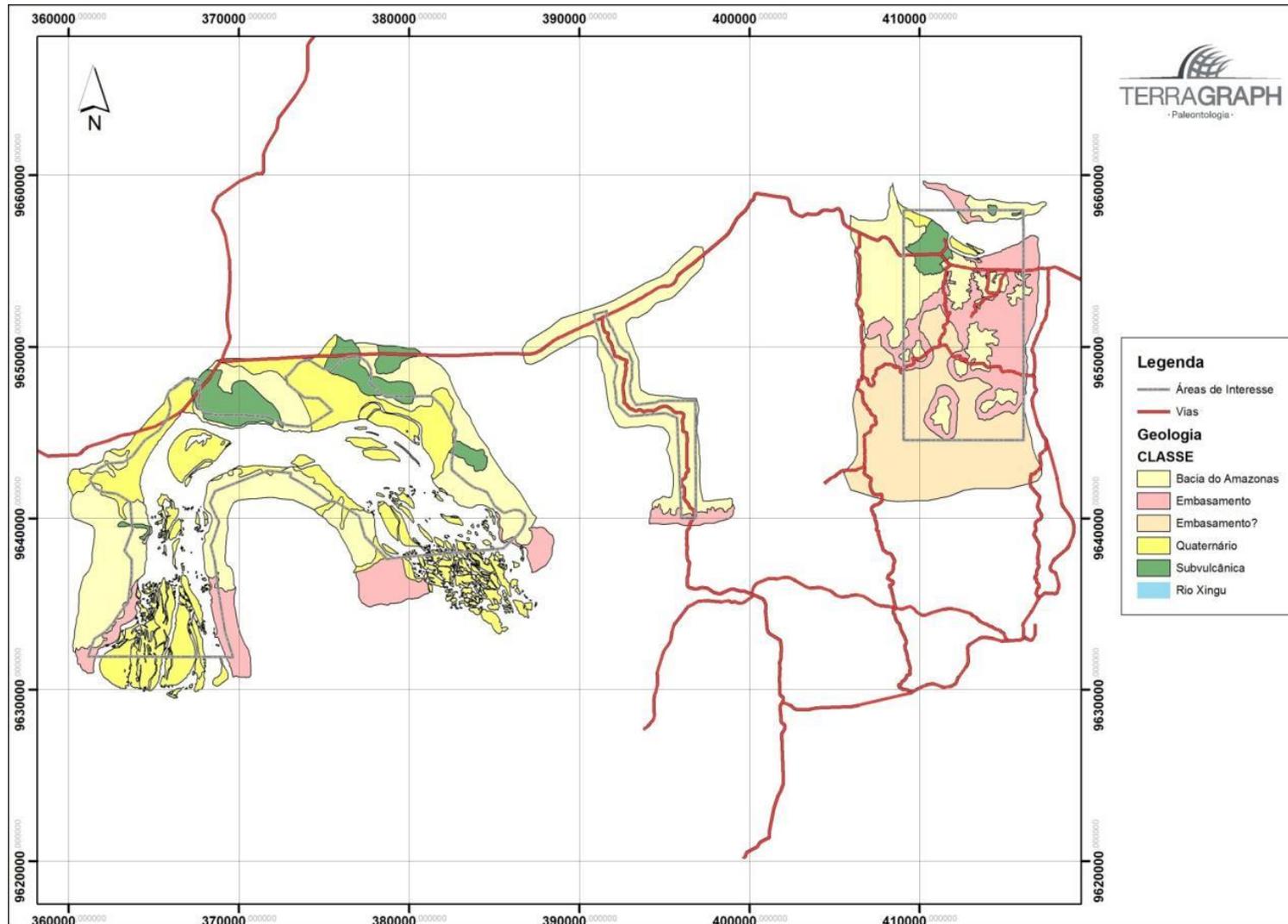


Figura 9.3 - 28 – 1Mapa geológico elaborado pelo PSPP. O progresso no entendimento da geologia permitirá a delimitação de grupos e formações da bacia do Amazonas

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A compartimentação das rochas sedimentares da Bacia do Amazonas não foi possível devido à redução da equipe de campo para diminuição de custos. Mais dados geológicos são necessários para o entendimento do empilhamento sedimentar e da posição das camadas, muitas vezes alteradas por movimentos tectônicos, especialmente na ÁREA 1. A avaliação litológica para as áreas de estudo (borda de bacia) seriam melhor compreendidas caso houvesse a comparação com as seções-tipo onde as unidades geológicas foram definidas. As informações obtidas em campo demonstram que a complexidade litológica é maior do que a prevista na fase de elaboração do Programa de Salvamento do Patrimônio Geológico e a coleta de mais dados permitirá a subdivisão do conjunto sedimentar em grupos e formações.

A compilação das informações de dados estratigráficos e paleontológicos recuperados até o momento nos afloramentos tornou possível a correlação das colunas estratigráficas por litologias e níveis fossilíferos, de forma a organizar as sequências litológicas, correlação lateral e a caracterização de horizontes fossilíferos (**Figura 9.3 - 29 – Distribuição espacial de Macrofósseis**).

A correlação do conjunto de colunas estratigráficas descritas nos afloramentos está demonstrada, em apoio ao mapa de distribuição de ocorrências fósseis por localidades (**Figura 9.3 - 30 – Correlação de Colunas**). O mapa demonstra a correlação dos afloramentos de coleta, bem como a área de cobertura dos pontos levantados.

Até o momento os registros fósseis foram recuperados principalmente em rochas sedimentares Siluro-Devonianas, com ocorrência de fauna marinha diversa, complexa, inédita e alguns exemplares desconhecidos. Predominam fósseis de macroinvertebrados e raros vertebrados.

ÁREA 1 - No Sítio Belo Monte os trabalhos de resgate concentram-se em escavações diversas de remobilização de rochas sedimentares e do embasamento, para suporte e construção de estruturas de apoio material e humano, estradas e rodovias de acesso interno e externo, bem como áreas edificadas para logística geral com finalidade de promover a canalização a montante e jusante do barramento do rio.

ÁREA 2 - No Travessão 27, foram recuperadas quantidades razoáveis de fósseis de braquiópodes em afloramentos atribuídos à Formação Maecurú. Essa área consiste em conjunto de taludes ao longo de todo o perímetro da estrada de acesso ao Canteiro Canais e Diques.

Nestas áreas foram mapeados afloramentos com elaboração de colunas estratigráficas localizadas e nomeadas na seguinte disposição numérica e cronológica no Sítio Belo Monte e Travessão 27 (**Figura 9.3 - 29 – Distribuição espacial de Macrofósseis e Figura 9.3 - 30 – Correlação de Colunas**):

C1P1, C1P2 e C1P3- Canteiro Pioneiro. Neste ponto, ocorrem rochas sedimentares da base para o topo composto por brecha e diamictito, atribuídas na literatura a Formação Pitinga, e posteriores folhelhos escuros, laminados, com lentes de arenito fino gradando para topo da sequência. A ocorrência fóssil ficou restrita a fitoclastos nos pontos C1P1 e C1P2. No ponto C1P3 a coluna possui rochas correspondentes às

porções mais superiores da Formação Pitinga, com conteúdo fossilífero recuperado composto por fitofósseis, possíveis equinodermos, braquiópodes e bioturbações.

C1P4, C1P5 e C1P6- Casa de Máquinas- Predominância de argilito cinza com finas lentes de arenito fino em direção ao topo, estratificação plano-paralela. A fauna está caracteriza por braquiópodes e bioturbações, da Formação Jatapú.

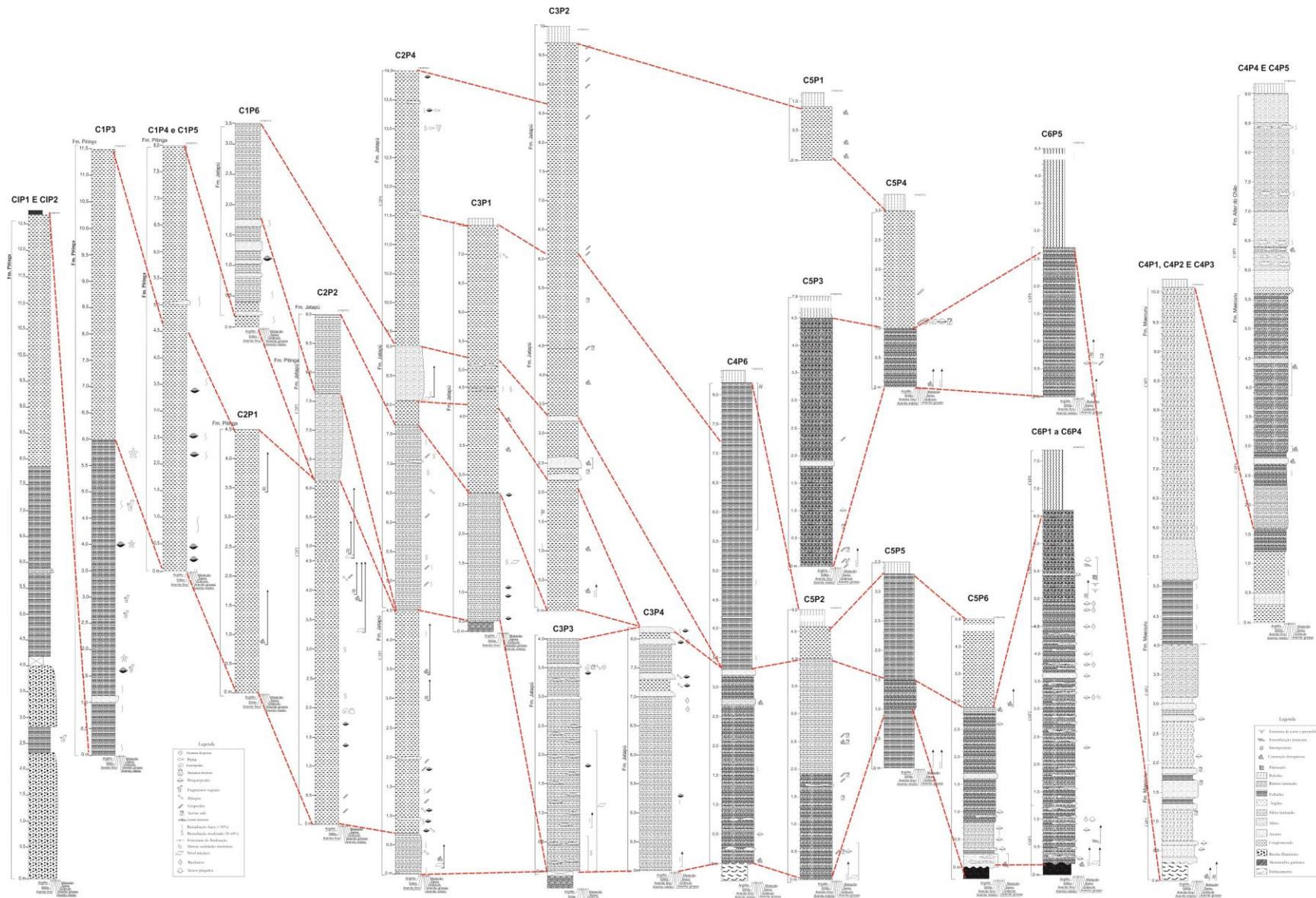


Figura 9.3 - 30 – Correlação estratigráfica preliminar das colunas descritas nas ÁREAS 1 e 3
 Fonte: TERRAGRAPH.2013.

C2P1- Escritório CCBM - Sequência de argilito sem preservação de fósseis, possivelmente em virtude da alteração por oxidação e intemperismo.

C2P2- Escritório Cliente- Argilitos fossilíferos e pouco alterados, portadores de braquiópodes, gastrópodes, moluscos, bifungites e graptolito. Esse nível de argilito demonstra ser a porção superior e terminal da Formação Pitinga onde se observa níveis de arenitos de granulometria fina, não fossilífero, indicando mudança de ambiente deposicional e marcando uma possível superfície erosiva e início da Formação Jatapú com sequência de siltitos e arenitos.

C2P3- Marcenaria- Seção com base composta por siltitos e argilitos fossilíferos da Formação Jatapú. Fósseis de braquiópodes, *Bifungites*, graptolitos e bioturbações. Essa coluna está sendo sobreposta pela C2P4.

C2P4- Oficina Industrial- Essa sequência sedimentar possui rochas de argilitos, siltitos e arenitos contendo fósseis de graptolito, *Bifungites*, bioturbação, braquiópodes, peixes e exemplar indeterminado. Formação Jatapú.

C3P1- Área de Detonação- Rochas depositadas diretamente sobre o embasamento metamórfico, onde se inicia a sequência de deposição de siltitos sobrepostos por argilitos com lentes de arenitos. Fósseis de braquiópodes, *Bifungites* e bioturbação, da Formação Jatapú.

C3P2- Central de Britagem- Argilitos com intercalações de arenitos, graptolitos distribuídos por toda a seção, e rara ocorrência de exemplar *incertae sedis*, da Formação Jatapú.

C3P3- Área do Transportador TC-03- Coluna sobre o embasamento, com siltitos intercalações de laminas de arenitos ao longo da mesma. Fósseis de braquiópodes, gastrópodes, escamas, *Bifungites* e *incertae sedis*, da Formação Jatapú.

C3P4- Transportador TC-03A- Siltitos e camadas de arenitos intercaladas com graptolitos distribuídos em vários níveis da coluna. *Incertae sedis* em alguns níveis, Formação Jatapú.

C4P1, C4P2 e C4P3- Talude Travessão 27- Essa sequência predominam arenitos grosso, médio a fino, siltitos e argilitos. Alguns níveis estril e outros ricamente fossilíferos, indicando deposição eventual e combinação de eventos possibilitando a preservação dos exemplares, Formação Maecurú.

C4P4 e C4P5- Talude Travessão 27- Composta por argilitos, siltitos e arenitos esteril. Rochas pertencentes à Formação Maecurú, Devoniano e Alter do Chão, Cretáceo.

C4P6- Estrada acesso 52-A, Sítio Belo Monte - Siltitos sobre o embasamento com preservação de braquiópodes e bioturbações. Argilitos na parte superior da coluna com níveis oxidados e alterados. Formação Jatapú.

C5P1- Encosta Paiol- Camadas com argilito oxidado e estéril. Formação Jatapú.

C5P2, C5P3 e C5P5- Talude acesso 52A- Sequência com colunas estratigráficas compostas por siltitos e argilitos laminados e fossilíferos. Fauna composta por braquiópodes, graptolito, escamas de peixe, cefalópodes, ostracodes e *incertae sedis*. Formação Jatapú.

C5P4- Reservatório Tratamento de Água- Arenito, siltito e argilito fossilífero. Talude sul do reservatório leste de tratamento de água. Formação Jatapú.

C5P6- Ensecadeira do Canal de Fuga- Arenito médio e siltito fossilífero ? sobre o embasamento e sequência de argilito na porção superior, Formação Jatapú, camadas onduladas devido ao movimento das camadas provocado pela pressão litostática.

C6P1 a C6P4- Central de Britagem- Siltito com lentes de arenito, ricamente fossilífero, sequência espessa sobre o embasamento. Fósseis de braquiópodes. Formação Jatapú.

C6P5- Corte em Estrada- Sequência de siltito fossilífero. Afloramento intemperizado em área com pouca ocorrência de rocha sedimentar. Fósseis alterados, mas com assemblagem relativamente diversa de braquiópode, graptolito, peixes e *incertae sedis*. Formação Jatapú.

9.3.2.3. MACROFÓSSEIS RECUPERADOS

Os fósseis recuperados nas Campanhas V a VIII pertencem às formações Pitinga, Jatapú, Maecurú e Alter do Chão, dos períodos Siluriano, Siluro-Devoniano, Devoniano e Cretáceo, respectivamente. Foi realizada a coleta de esqueleto de mamífero do Período Quaternário, material que ainda carece de datação precisa. Nas unidades mais antigas, foram realizadas coletas em rochas com predominância de arenitos finos e siltitos. A Formação Maecurú, em contraste com as unidades mais antigas, é descrita na bibliografia científica como portadora de conteúdo fossilífero diverso. Por motivos desconhecidos, as camadas da Formação Maecurú aflorantes na ÁREA 2 se mostraram pobres em restos fossilizados, ou até mesmo afossilíferas.

Alguns pontos mostraram melhores resultados em termos de número e diversidade de fósseis, onde macrofósseis bem preservados foram escavados, inclusive de animais novos, de grupos desconhecidos (**Quadro 9.3 - 3 – Amostras**).

Quadro 9.3 – 3 - Número de amostras coletadas no PSPP

Campanha	Colunas	No. de amostras coletadas		Conteúdo microfossilífero
		Para microfósseis	Com macrofósseis	
Campanha I	Coluna 1	22	2	Possíveis fragmentos vegetais
	Coluna 2	19	18	Possíveis fitoclastos, braquiópodes, icnofósseis e crinoides
	Coluna 3	15	18	Braquiópodes e icnofósseis

Campanha	Colunas	No. de amostras coletadas		Conteúdo microfossilífero
		Para microfósseis	Com microfósseis	
	Coluna 4	5	5	Braquiópodes e icnofósseis
Campanha II	Coluna 1	12	0	Afossilífero
	Coluna 2	19	51	Graptolitos, moluscos bivalves (?), braquiópodes, gastrópodes e icnofósseis
	Coluna 3	17	77	Icnofósseis, braquiópodes e graptolitos
	Coluna 4	33	99	Graptolitos, icnofósseis, peixes, conulárias e braquiópodes
Campanha III	Coluna 1	14	97	Braquiópodes e icnofósseis
	Coluna 2	21	32	Graptolito, icnofósseis e apêndice de trilobita
	Coluna 3	14	28	Braquiópodes, icnofósseis, escamas de peixes e gastrópodes
	Coluna 4	12	91	Icnofósseis, braquiópodes e bioclastos.
Campanha IV	Coluna 1	34	217	Braquiópodes, <i>Incertae sedis</i> , icnofósseis
	Coluna 2	29	0	Icnofósseis
	Coluna 3	21	13	Braquiópodes, icnofósseis
Campanha V	Coluna 1	5	3	Afossilífero
	Coluna 2	35	16	Braquiópodes, <i>Incertae sedis</i> e graptolitos
	Coluna 3	18	12	Braquiópode, graptolito, <i>Incertae sedis</i> e ostracodes
	Coluna 4	28	5	Graptolito, escamas de peixe, cefalópode, braquiópodes e <i>Incertae sedis</i>
	Coluna 5	5	10	Icnofósseis e <i>Incertae sedis</i>
	Coluna 6	15	13	Braquiópodes e icnofósseis
Campanha VI	Coluna 1	10	583	Braquiópodes e bioclastos
	Coluna 2	2	6	Braquiópodes, peixes, graptolitos e <i>Incertae sedis</i>
Campanha VII	Coluna 1	3	0	-
	Coluna 2	12	47	Graptolitos, braquiópodes e <i>incertae sedis</i>
	Coluna 3	4	0	-
	Coluna 4	3	3	Bioturbação
	Coluna 5	5	0	-

Campanha	Colunas	No. de amostras coletadas		Conteúdo microfossilífero
		Para microfósseis	Com microfósseis	
	Coluna 6	4	0	-
	Coluna 7	4	0	-
	Coluna 8	1	259	Esqueleto de mamífero e restos vegetais
Campanha VIII	Coluna 1	5	0	-
	Coluna 2	2	0	-
	Coluna 3	2	0	-
	Coluna 4	0	0	-
	Coluna 5	2	0	-
	Coluna 6	2	3	<i>Incertae sedis</i>
	Coluna 7	2	0	-
	Coluna 8	5	0	-
	Coluna 9	9	60	Bioturbação, crinoide, braquiópodes, e <i>Incertae sedis</i>
Total de amostras coletadas no último ano		183	940	
Total de amostras coletadas em todo o projeto		470	1688	

Os aspectos morfológicos dos braquiópodes e outros microfósseis e as interpretações dos sistemas deposicionais, como indicadores paleoambientais, biogeográficos, paleoclimáticos, paleoecológicos e da biodiversidade existente nesses ambientes pretéritos já foram devidamente apresentados e debatidos em relatórios anteriores, bem como se anexa esses aspectos considerados para todas as Campanhas desenvolvidas desde o início das coletas dos microfósseis.

O conteúdo fossilífero analisado é principalmente composto por macroinvertebrados do Filo Brachiopoda, com ocorrência de grupos articulados e inarticulados. A fauna fóssil de invertebrados ilustrada está composta por braquiópodes do gênero *Lingula sp.*, *Bifungites sp.*, graptolitos, coralito, bioturbações diversas e alguns indeterminados, possíveis cefalópodes (**Figura 9.3 - 31 a 9.3 - 42 – Microfósseis Recuperados**). No geral, estão bem preservados, ocorrendo tanto ao plano de acamamento ou perpendicular ao mesmo. Alguns braquiópodes estão com as valvas e concha originais preservadas, testes em laboratório irão determinar a sua composição atual. Esses

exemplares possuem boa preservação de caracteres que possibilitam análises taxonômicas e tafonômicas. Os estratos possuem indícios de orientação por fluxo hidráulico em pequenos canais, indicando certo transporte ou reorientação de alguns fósseis.

As conchas de braquiópodes estão preservadas com a composição original, elas estão preferencialmente articuladas, pouco fragmentadas, com fraturas apenas nos casos de quebra no processo mecânico de coleta. Durante a coleta foi possível observar que ao abrir as camadas das rochas, os mesmos eram afetados pelo ressecamento e fragmentação das valvas delicadas em contato com a atmosfera.

O filo Braquiopoda tem ocorrência predominante no conjunto fossilífero resgatado nas áreas da UHE de Belo Monte, no que diz respeito ao quantitativo de exemplares de macrofósseis recuperados. Em virtude de maior concentração e dominância, podemos inferir um paleoambiente a partir desse gênero *Lingula*, onde, Segundo Boucot (1971), de acordo como o modelo de associações bentônicas proposto para o Devoniano, Lingulídeos quando autóctones indicam ambiente marinho litorâneo.

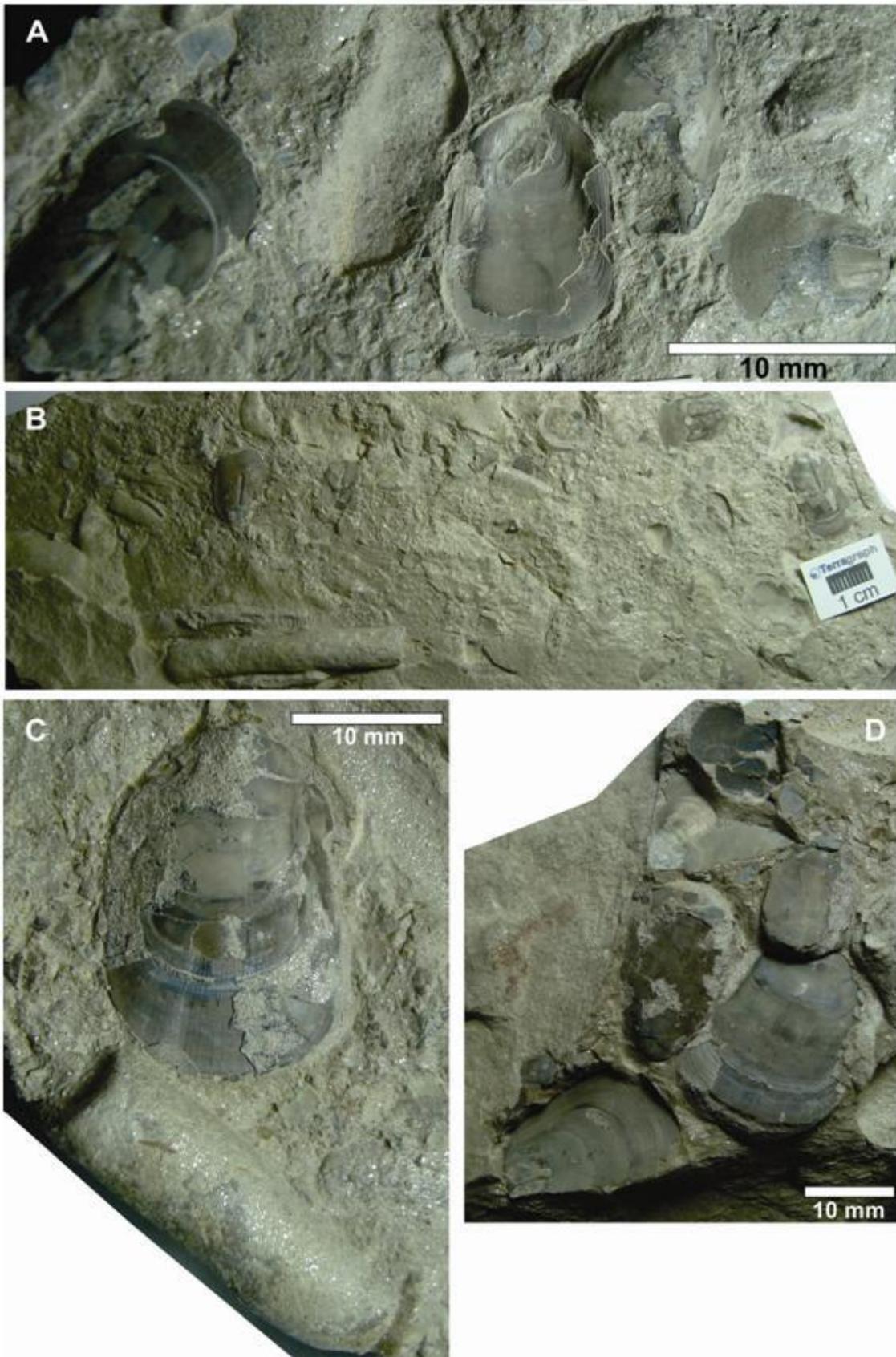


Figura 9.3 - 31 - Exemplos de *Lingula* sp. Camada com concentração fossilífera dominada por *Lingula* sp. e bioturbações ou possíveis pedúnculos. Valvas ventrais e dorsais. A: C6P2-6.65a; B: C6P2-6.65a; C: C6P2-6.88; D: C6P2-6.75b
Fonte: TERRAGRAPH.2013.

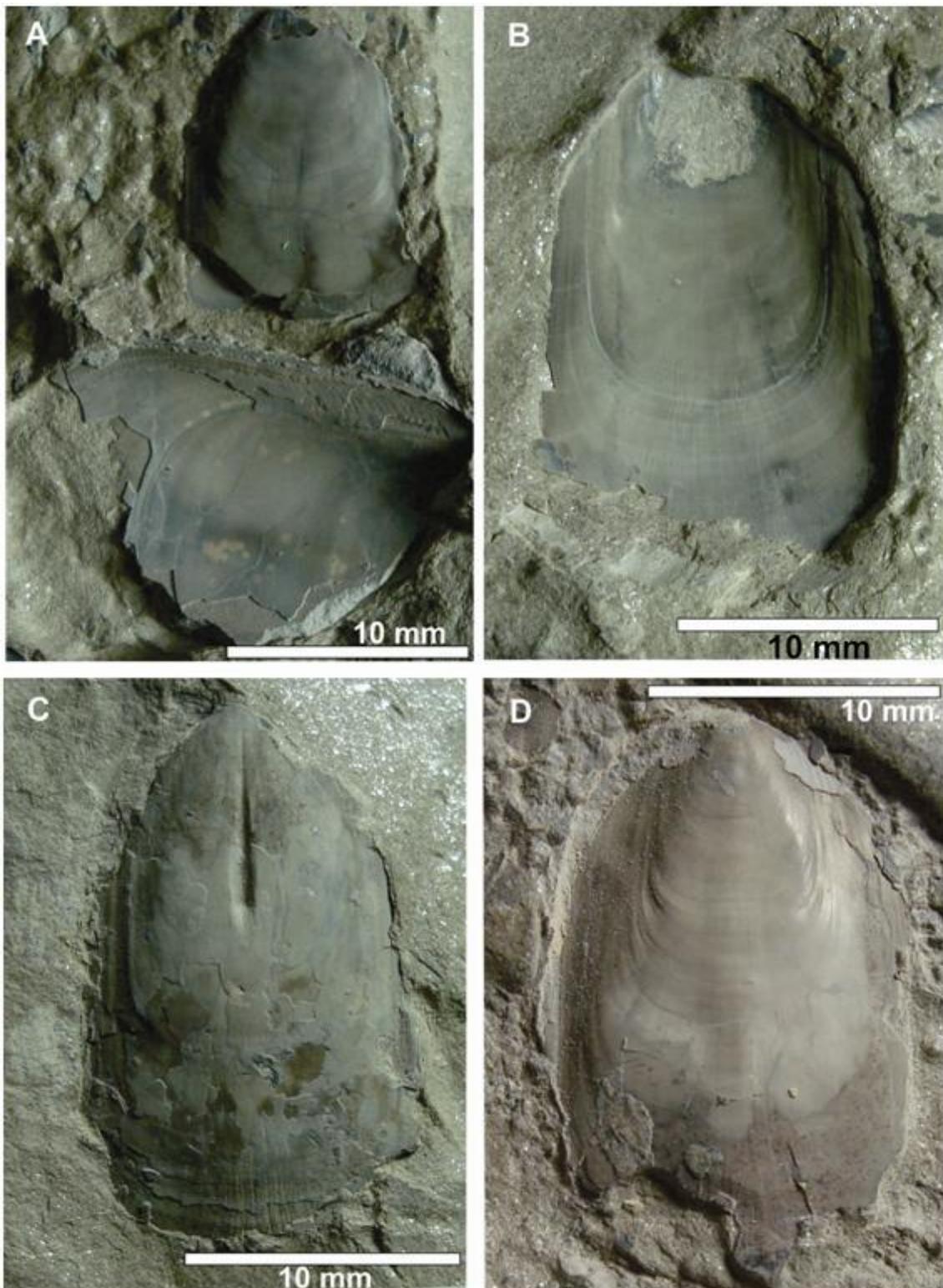


Figura 9.3 - 32 - Exemplos de *Lingula* sp. Valvas ventrais e dorsais no plano de acamamento. Fragmentação dos fósseis de forma mecânica na preparação. A: C6P2-6.61; B: C6P2-6.48; C: C6P2-6.50; D: C6P2-6.54

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

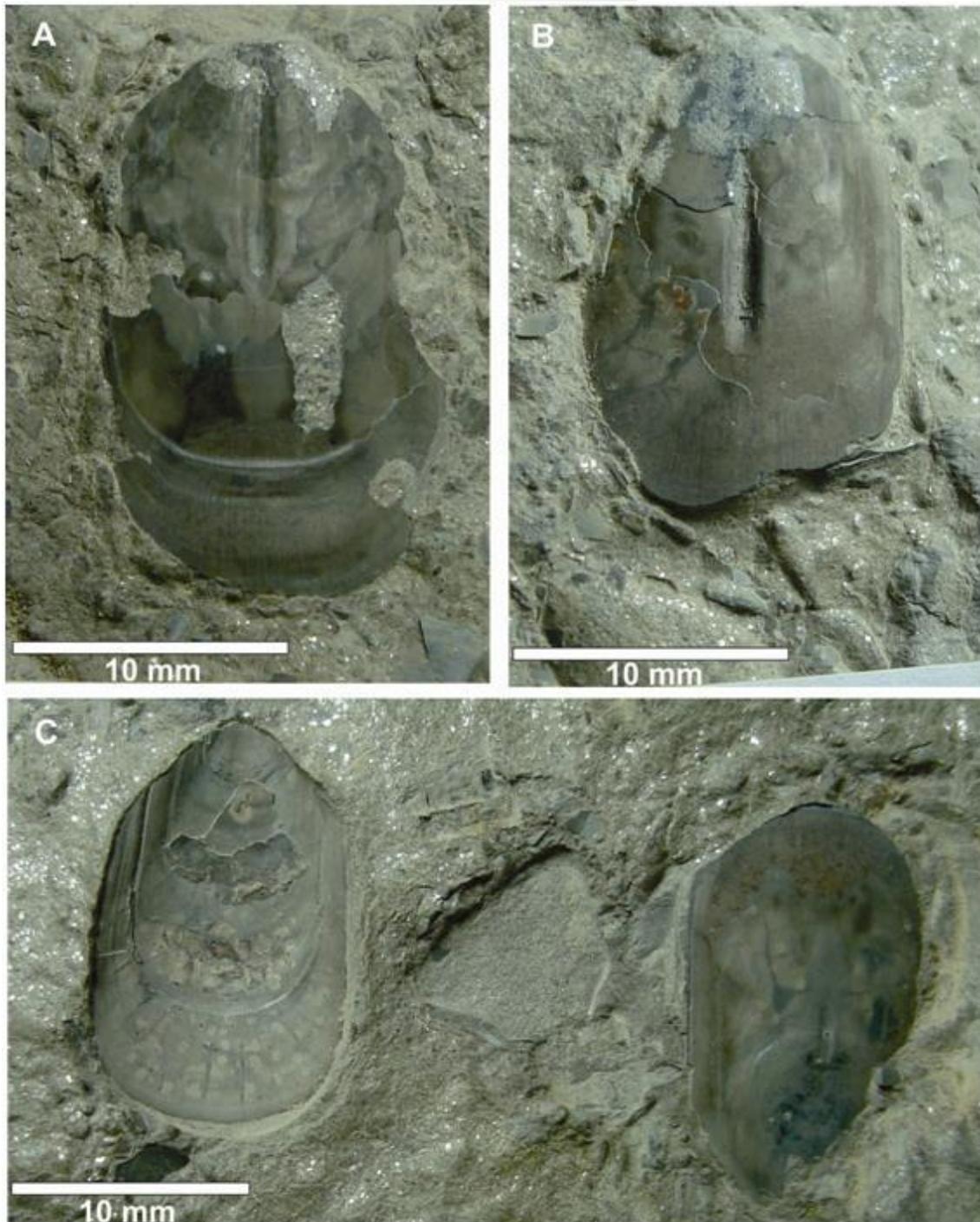


Figura 9.3 - 33 - Exemplos de *Lingula* sp. Molde de valvas dorsais e ventrais preservadas com fragmentos da concha, com septo mediano largo e profundo nas valvas dorsais. A: C6P2-6.65a; B: C6P2-6.65a; C: C6P2-6.39a

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

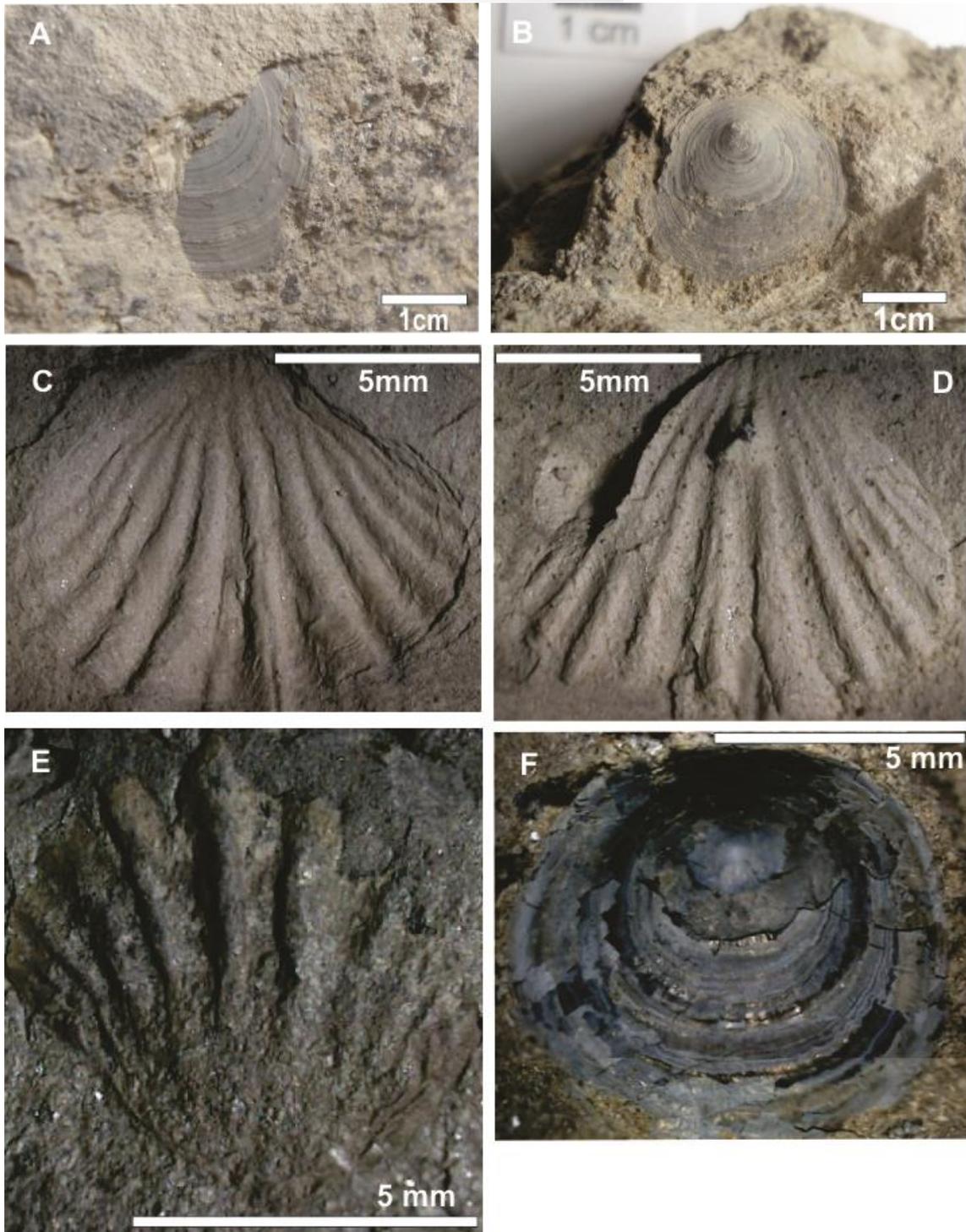


Figura 9.3 - 34 - Figura 1. A: C8P12-3.4- *Orbiculoidea* sp.; B: C8P12-3.10- *Orbiculoidea* sp.; C: C8P12-R.1a- Braquiópode articulado indeterminado. D: C8P12-R.1b- Braquiópode articulado indeterminado. E: C8P12-2.4b- Braquiópode articulado indeterminado. F: C8P12-17- *Orbiculoidea* sp

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

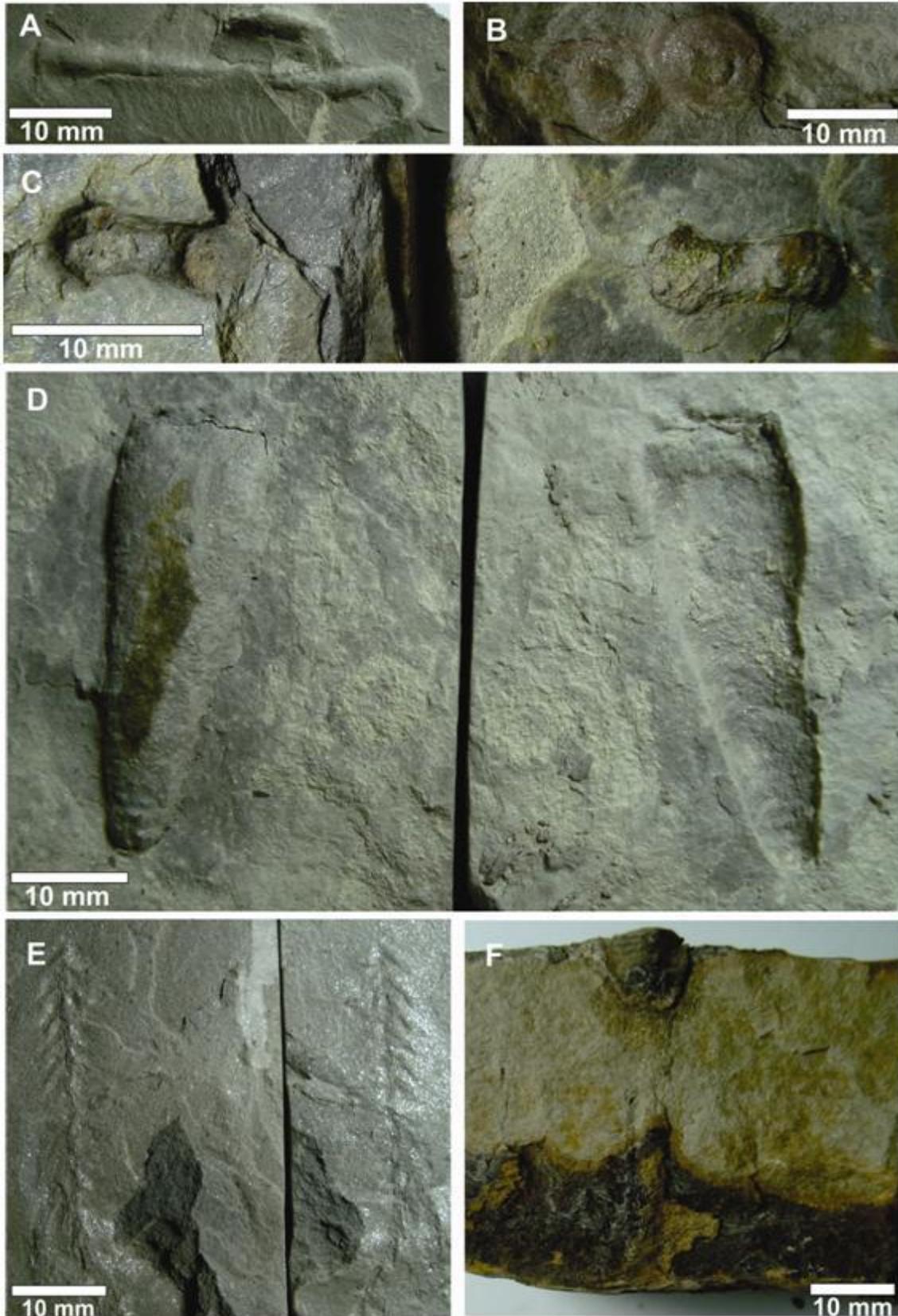


Figura 9.3 - 35 - *Bifungites* sp., bioturbações e fósseis indeterminados. Alguns possuem disposição no plano de acamamento e outros perpendicular ao mesmo. A: C6P2-6.46b; B: C7P4-7.2b; C: C7P4-8a e C7P4-8b; D: C7P4-3.2a e C7P4-3.2b; E: C7P4-1.4a e C7P4-1.4b; F: C7P4-7.4

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

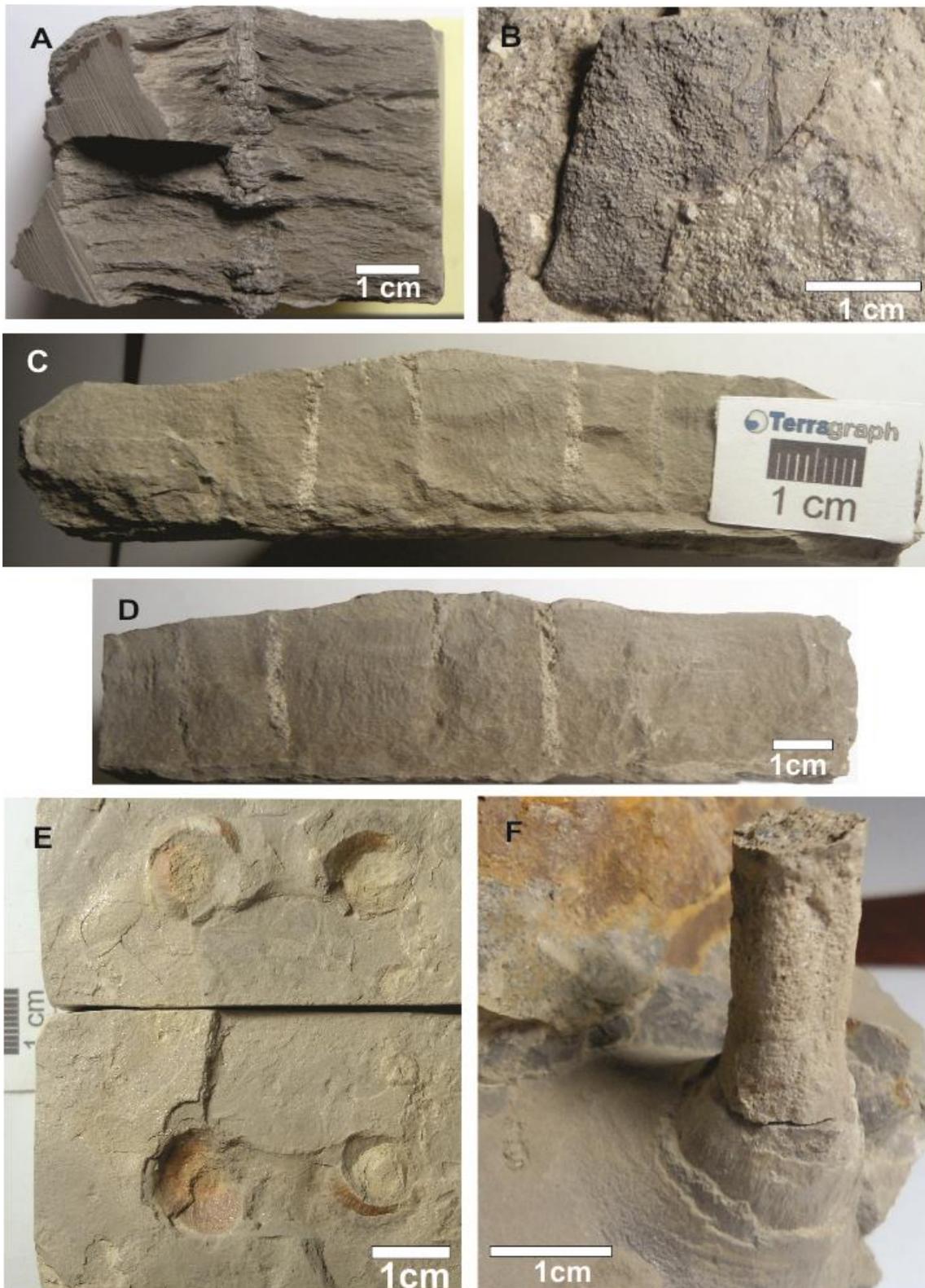


Figura 9.3 - 36 - Figura 3. A C8P12-2.3 - Bioturbação vertical. B: C8P12-3.13 - Indeterminado. C e D: C8P12-2.15ab - Bioturbação vertical. E: C8P12-11ab - *Bifungites* sp. F: C8P12-3.11ab-Possível estrutura de fixação de crinóide

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

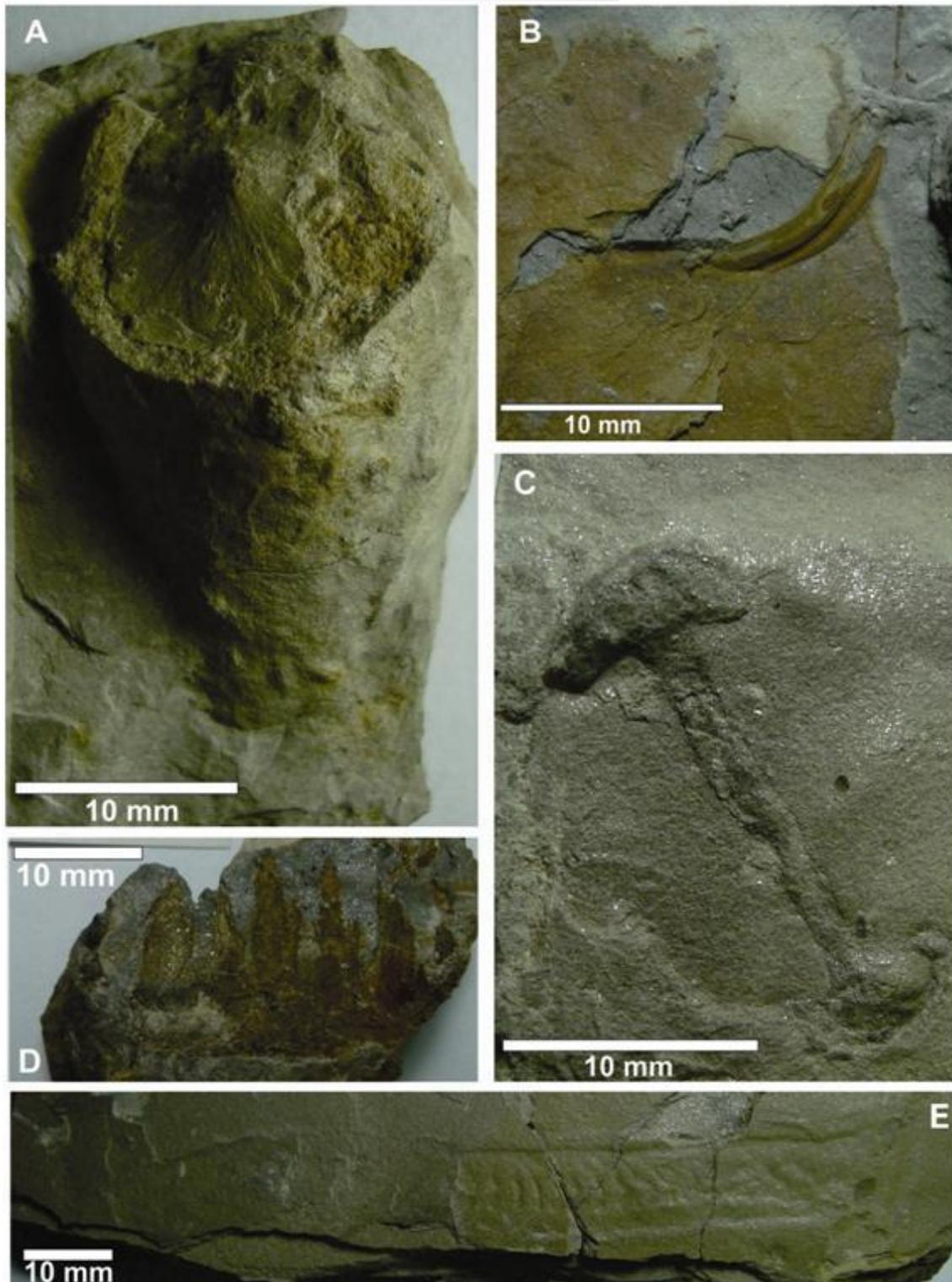


Figura 9.3 - 37 - A: Coralito, C3P3-16.6; C: *Bifungites* sp., C7P4-7.3; B e D: fósseis indeterminados, C7P4-7.12b e C7P4-7.12c; E: *Cruziana* sp., C6P2-6.76

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

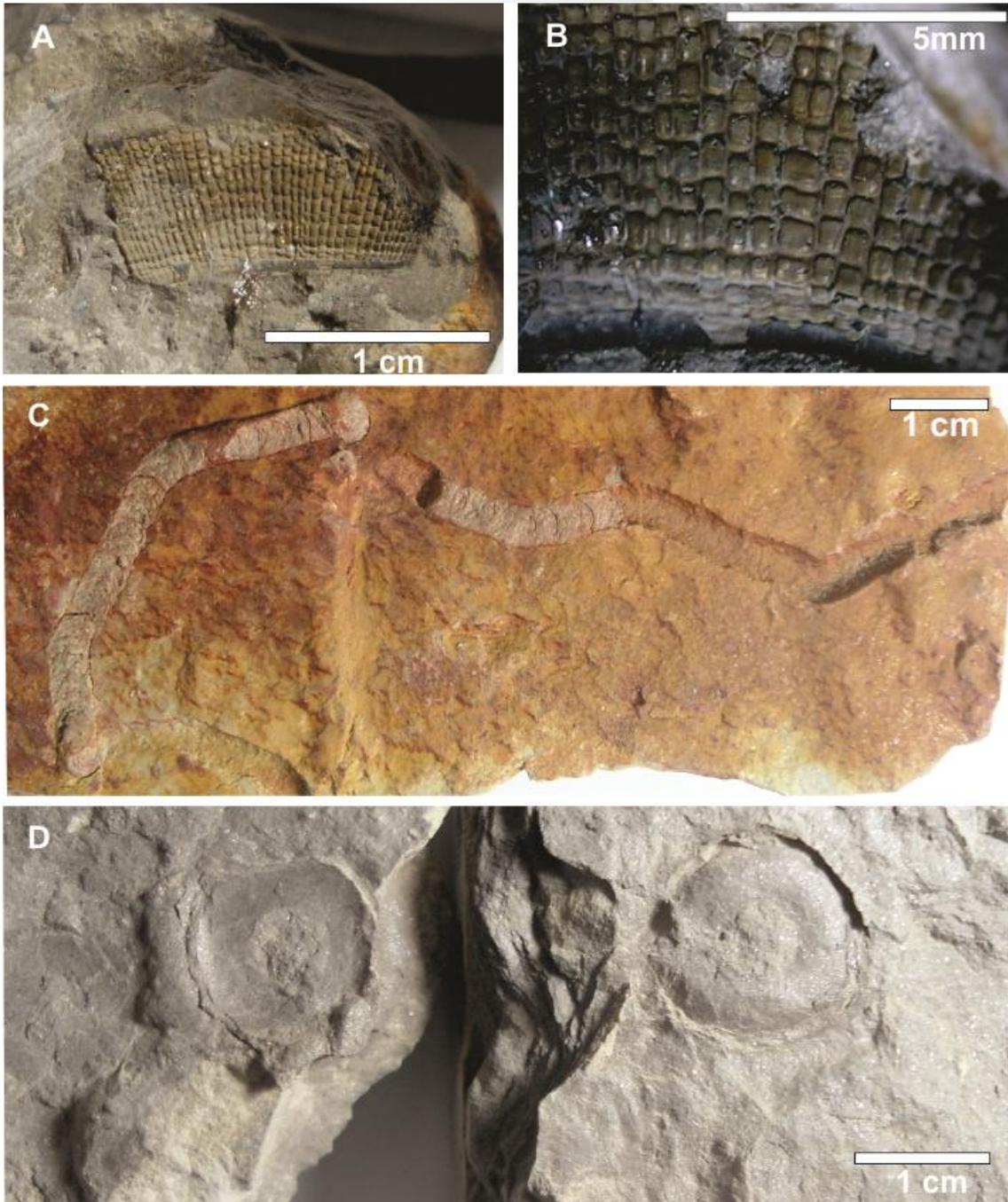


Figura 9.3 - 38 - Figura 2. A e B: C8P12-3.11 - Macroinvertebrado indeterminado. C: C8P12-12 - Bioturbação parcialmente preenchida. D: C8P12-4.2ab- Provável disco de crinoide

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

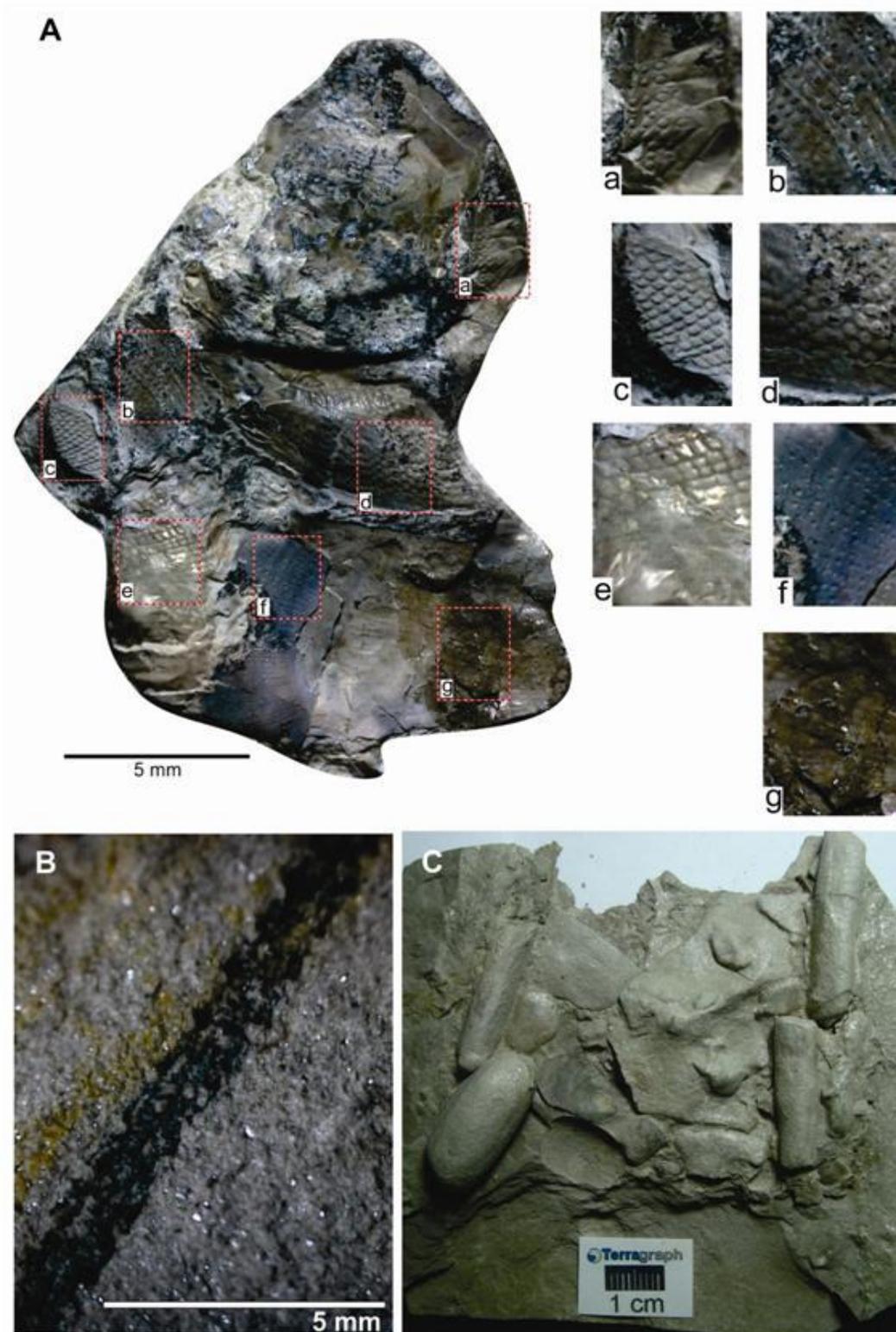


Figura 9.3 - 39 - Fóssil indeterminado, possui diversos padrões de ornamentação no mesmo organismo (pontuações, retículos positivos e negativos, entre outros), como demonstrado nos detalhes C6P2-2.70. B: Graptolito, C7P4-7.10; C: Bioturbações retrabalhadas e braquiópodes, C6P2-6.41

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

Fósseis de seres não identificados foram coletados na Coluna 2 da Campanha VII (C7P4) e na Coluna 9 da Campanha VIII (espécime C8P12-3.11), e análises posteriores poderão confirmar o ineditismo do achado. O espécime conservado no par C7P4-15.1a e C7P4-15.1b assemelha-se a um crinoide, mas a porção correspondente ao cálice não possui placas calicinais. Outra característica diversa é a presença de uma espécie de cápsula em forma de cone, tênue, que envolve todo o fóssil (**Figura 9.3 - 40 – Fóssil Indeterminado**). O fóssil C7P4-2.2a também não tem similares na bibliografia científica estudada. Trata-se de um fóssil em forma de cone, achatado lateralmente, com estrias horizontais (**Figura 9.3 - 41 – Fóssil Indeterminado**). Apesar das pesquisas empregadas pela equipe, não foi encontrado grupo fóssil que apresente as características observadas nestes dois fósseis.



Figura 9.3 - 40 - Fóssil indeterminado, inédito, C7P4-15.1a e C7P4-15.1b

Fonte: TERRAGRAPH.2013.



Figura 9.3 - 41 - Fóssil indeterminado, C7P4-2.2a

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

O esqueleto escavado no ponto C7P11 passou por coleta sistemática que revelou centenas de ossos de mamífero do Período Quaternário, alguns parcialmente dissolvidos pelas alterações intempéricas, depositados sobre restos vegetais carbonizados. A amostragem foi cuidadosa no sentido de registrar a posição dos ossos, para que análises tafonômicas sejam possíveis em pesquisas futuras. Evidentemente, trata-se de um animal que foi manipulado por humanos e cujo corpo foi depositado sobre uma fogueira, mas de idade indeterminada.

As análises preliminares ainda não geraram dados suficientes para que se identificasse a espécie de mamífero. (**Figura 9.3 - 42 – Mamífero**). A comparação da mandíbula com fósseis de espécies quaternárias, extintas, de antas demonstram semelhança, mas as diferenças no contorno da mandíbula e no formato dos dentes são bem marcadas. Os frutos escavados, preservados junto ao esqueleto, também foram incorporados ao acervo, ainda sem identificação precisa.

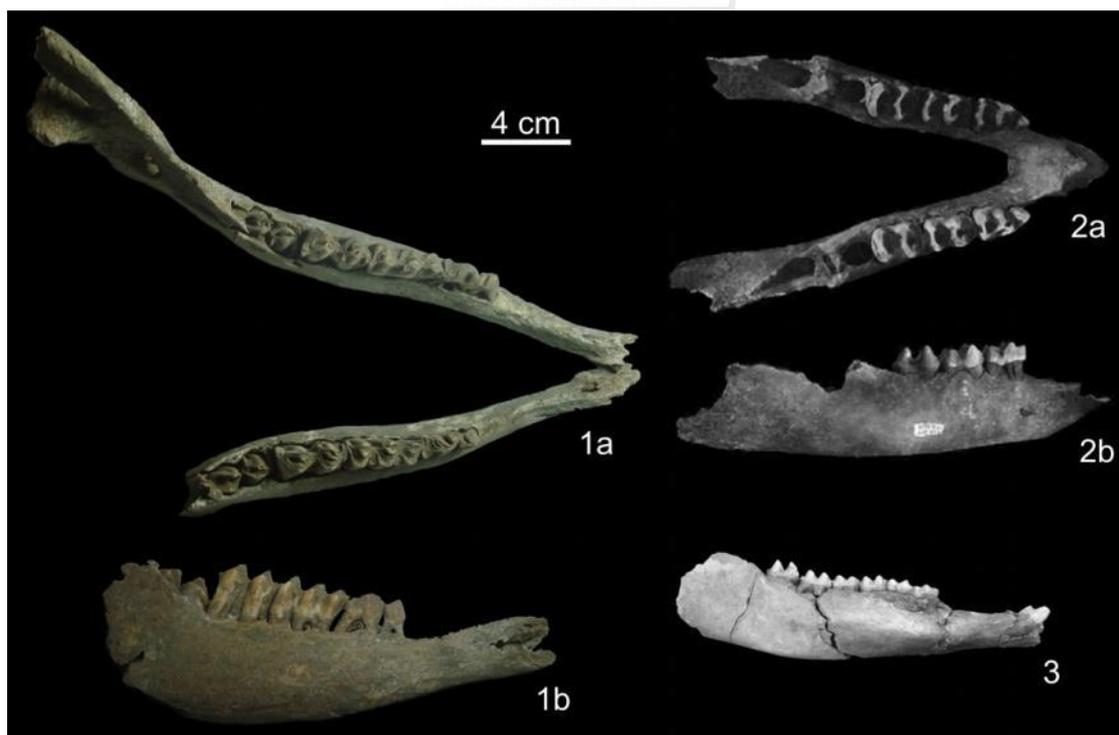


Figura 9.3 - 42 - Comparação da mandíbula coletada no Sítio Canais e Diques com espécies extintas do gênero *Tapirus*. 1a: Mandíbula, articulada, em vista oclusal, C7P11-1.256 e C7P1-1.255 (TERRAGRAPH, 2013); 1b: Mandíbula direita em vista labial, C7P11-1.255 (TERRAGRAPH, 2013); 2a: Mandíbula, articulada, em vista oclusal, *Tapirus* sp. 2 (Perini *et al.* 2011); 2b: Mandíbula direita em vista labial, *Tapirus* sp. 2 (Perini *et al.* 2011); 3: Mandíbula direita em vista labial, *Tapirus* sp (Holanda & Rincón, 2012)

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.3.1. DISTRIBUIÇÃO CRONOESTRATIGRÁFICA DOS MACROFÓSSEIS RECUPERADOS

Conforme discorrido no terceiro relatório semestral consolidado, os macrofósseis descritos possuem amplitudes relativas no espectro temporal, onde *Orbiculoidea* e *Lingula* são cosmopolitas e desde sua origem no Cambriano preservam caracteres até o presente. O grupo de braquiópodes inarticulados aqui representados por esses dois gêneros demonstram capacidade de adaptações ambientais bem desenvolvidas, pois enquanto a maioria dos gêneros foram extintos, eles continuam até os dias atuais. Os gêneros articulados aqui identificados tiveram origem comum no Cambriano e foram extintos na grande Extinção em Massa no final do Período Permiano (**Figura 9.3 - 43 – Distribuição Cronoestratigráfica**).

O diagrama ilustrado a seguir foi atualizado para incluir a ocorrência do fóssil quaternário, escavado na Campanha VII e os fósseis da Campanha VIII.

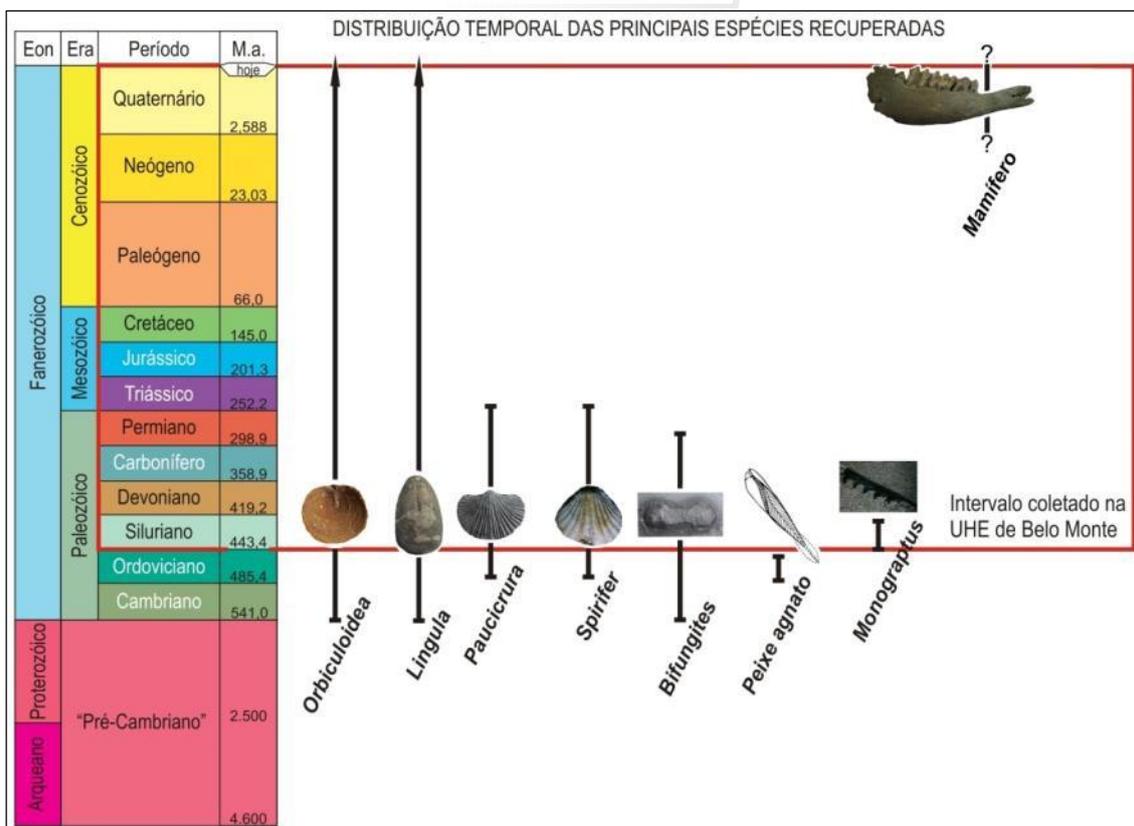


Figura 9.3 - 432 - Distribuição temporal dos fósseis recuperados, incluindo a Campanha VIII

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.4. MICROFÓSSEIS RECUPERADOS

O material estudado é parte do acervo do PSPP, desenvolvido em parceria entre a TERRAGRAPH Paleontologia e a NORTE ENERGIA S.A. Ao contrário do método utilizado por outros programas de salvamento paleontológico, a TERRAGRAPH Paleontologia busca a amostragem sistemática de material micropaleontológico nos pontos de coleta, pois o microfóssil é o melhor elemento fóssil para indicar o paleoambiente e a idade relativa das rochas, quando analisados em pesquisas científicas.

Os trabalhos de coleta têm aumentado o acervo de amostras de rocha sedimentar para recuperação de microfósseis. Parte das atividades de salvamento é a identificação preliminar dos microfósseis com ocorrência nas unidades geológicas descritas em campo, com o objetivo de identificar quais grupos de microfósseis têm ocorrência na área e servem para orientar pesquisas científicas futuras com as amostras de micropaleontologia coletadas no PSPP.

Deste modo, foram escolhidos dois métodos para o estudo de microfósseis que, aplicados às amostras, permitem a identificação de variados tipos de microfósseis. O método padrão para recuperação de microfósseis carbonáticos e silicosos, caracterizado pelo ataque químico com peróxido de hidrogênio permite, além da

recuperação destes microfósseis mencionados, a separação de microfósseis fosfáticos. O segundo método utilizado, de paleopalinologia, concentra microfósseis orgânicos, elementos estes que já foram descritos para as unidades em estudo (Cunha *et al.*, 2007), em referências científicas pretéritas. A aplicação destes dois métodos, no conjunto de trinta e uma amostras de três diferentes pontos de coleta do PSPP, permite o bom entendimento preliminar do conteúdo microfossilífero das rochas aflorantes na UHE de Belo Monte.

9.3.2.4.1. MATERIAL ANALISADO

Do conjunto de 470 amostras coletadas nas oito primeiras campanhas de coletas do PSPP, provenientes de afloramentos rochosos dos canteiros de obra no Sítio Belo Monte, trinta e uma amostras foram selecionadas para análise micropaleontológica. A descrição litológica dos pontos de coleta e o mapa de localização constam nos relatórios técnicos enviados à NORTE ENERGIA S.A.

Onze amostras, deste conjunto de trinta e uma analisadas, foram extraídas do cilindro de sondagem KRO SR-01 (também identificado pelo número IHX-16V-1584), amostrado entre 20 de outubro e 19 de novembro de 1981. O cilindro, cuja espessura total é 120,84 metros, foi coletado no ponto de coordenadas geográficas 53.743,21 N e 10.723,60 E e encontra-se depositado provisoriamente em galpão da Subestação da ELETRONORTE em Altamira (PA). Ele foi selecionado para ser submetido a este método por possuir camadas espessas de pelitos escuros, favoráveis à preservação de microfósseis. Representado pelo embasamento e pelas formações Pitinga, Maecurú e Alter do Chão, a perfuração provém da porção noroeste do Sítio Belo Monte, amostrada em morro com pacote espesso de camadas sedimentares (**Figura 9.3 - 44 – Localização do Cilindro de Sondagem e Figura 9.3 - 45 – Coluna do Cilindro de Sondagem**). As amostras selecionadas pertencem ao intervalo Siluriano-Devoniano da seção, das Formações Pitinga e Jatapú.



Figura 9.3 - 44 - Mapa de localização do ponto de amostragem do cilindro KRO SR-01 (indicado como IHX-16V-1584) dentro da Área 1. Os demais pontos em amarelo correspondem à outros cilindros que encontram-se depositados na Subestação da ELETRONORTE, em Altamira (PA)

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

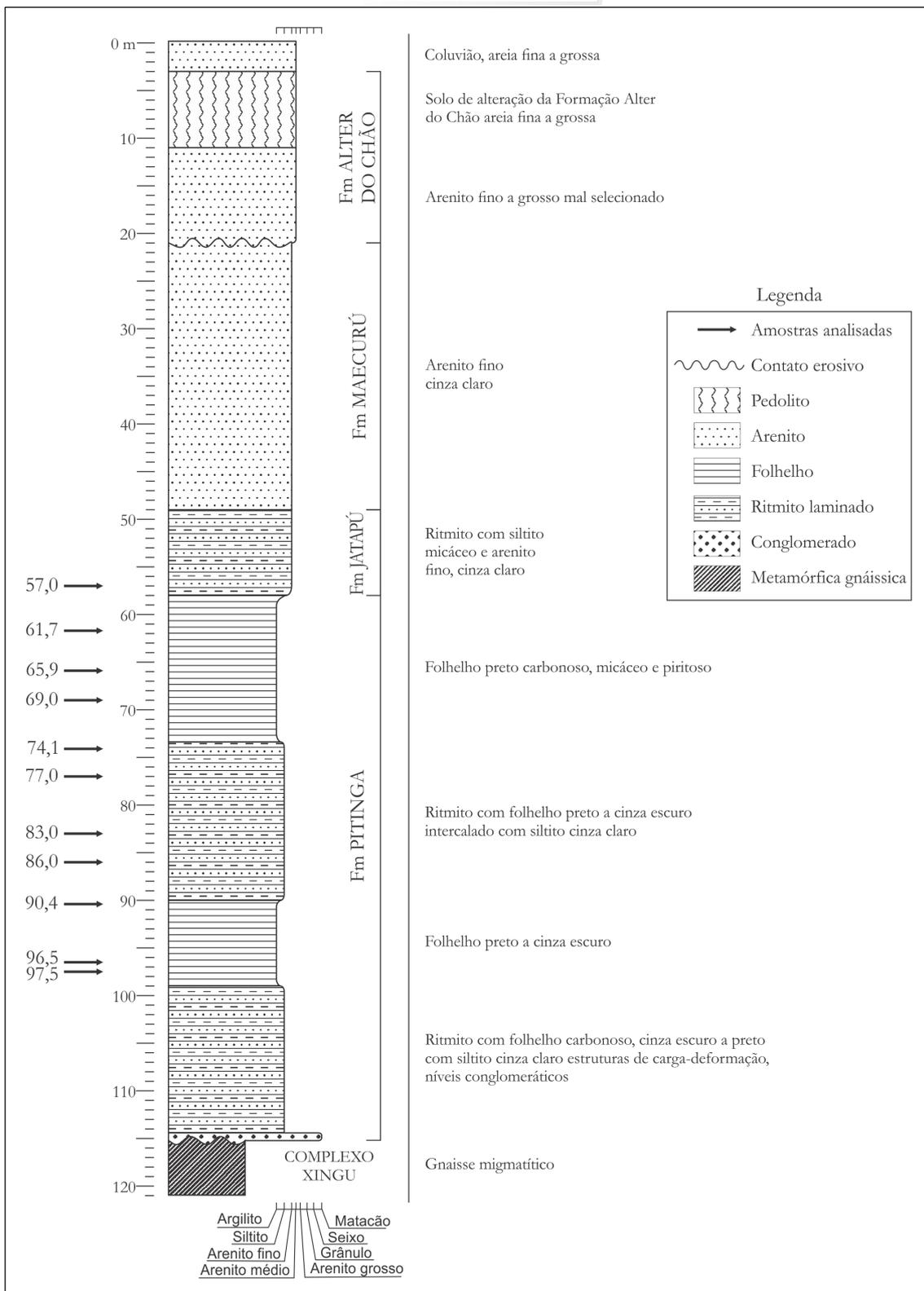


Figura 9.3 - 45 - Coluna estratigráfica e níveis analisados do cilindro de sondagem KRO SR-01. Dados geológicos segundo a coluna elaborada pela SONDOTÉCNICA S.A. na ocasião da perfuração, em 1981. Nomenclatura de unidades geológicas atualizadas segundo Cunha *et al.* (2007)

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

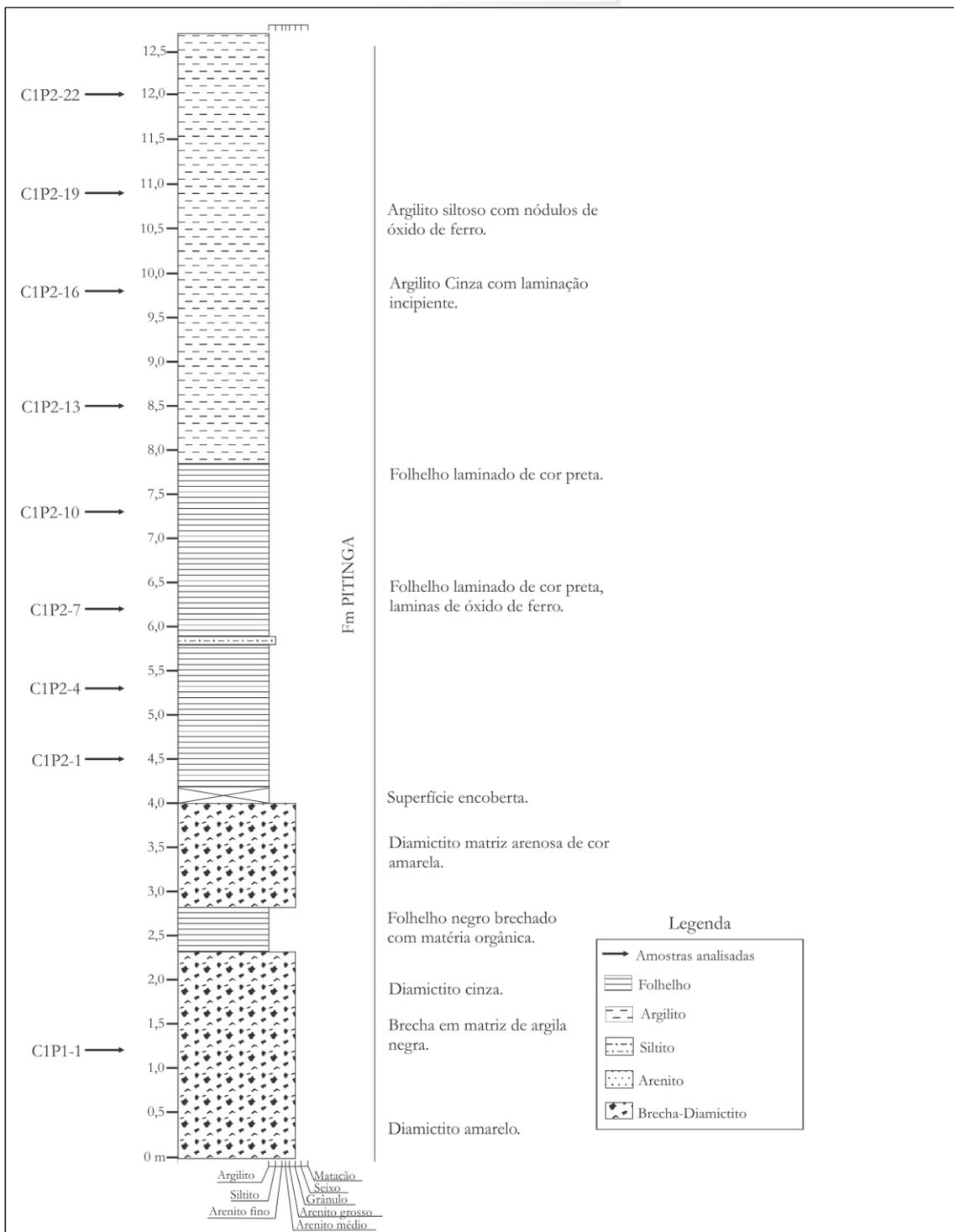


Figura 9.3 - 46 - Coluna estratigráfica e níveis analisados da Coluna 1 da Campanha I (pontos C1P1 e C1P2)

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

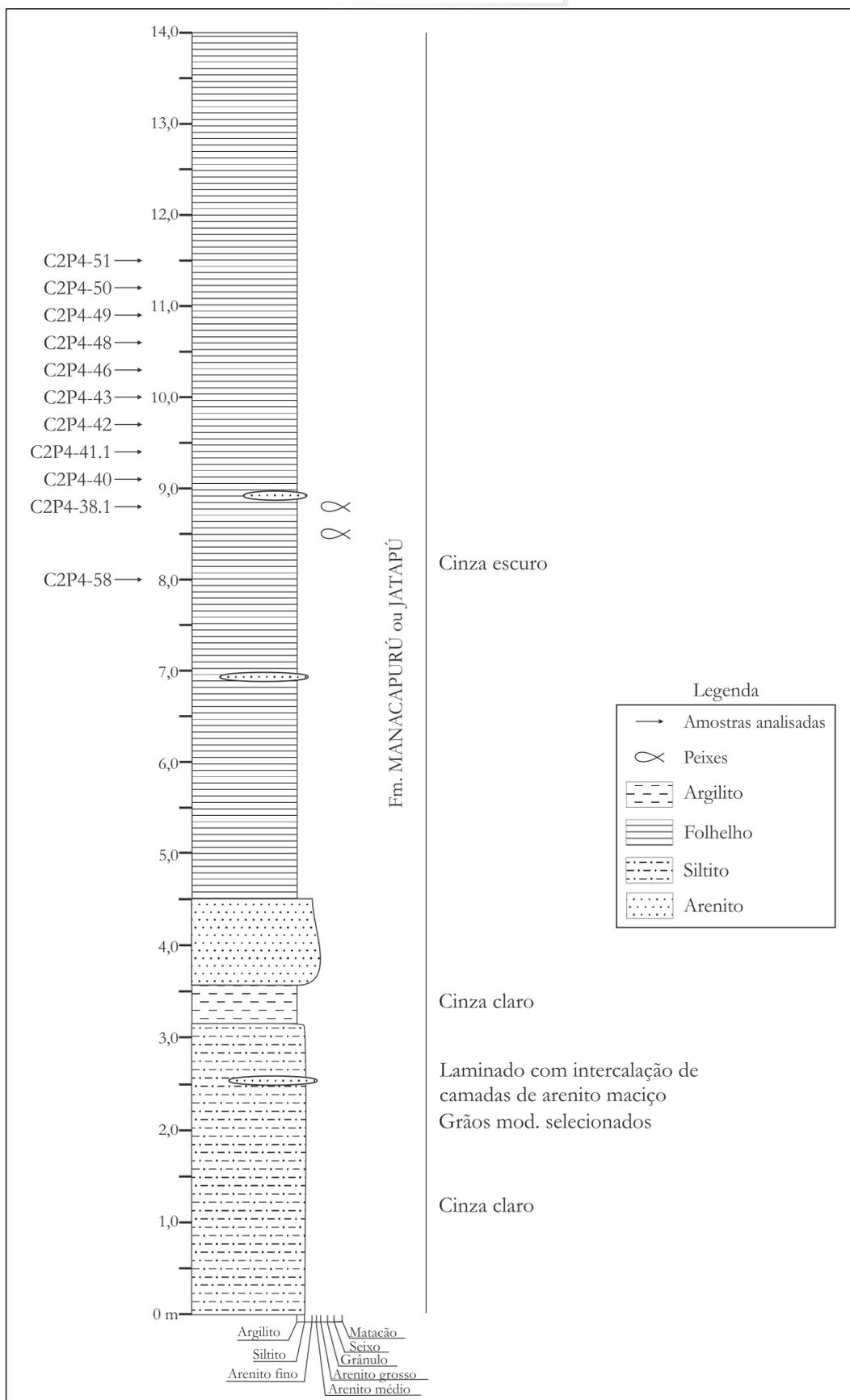


Figura 9.3 - 47 - Coluna estratigráfica e níveis analisados da Coluna 4 da Campanha II (ponto C2P4)

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A partir da coluna estratigráfica descrita pela SONDOTÉCNICA S.A., onze amostras do cilindro KRO SR-01 foram selecionadas para as preparações micropaleontológicas. Houve a escolha preferencial de níveis de granulometria fina e cor escura, com o objetivo de aumentar a possibilidade de recuperação de palinomorfos.

Além das amostras do cilindro de sondagem KRO SR-01, vinte amostras coletadas no canteiro de obras foram selecionadas para reconhecimento de microfósseis. Destas, nove amostras pertencem à Coluna 1 da Campanha I (pontos C1P1 e C1P2), e foram incluídas, pois as correlações estratigráficas locais indicam que estes pelitos são os níveis mais antigos identificados no âmbito do PSPP, assentados diretamente sobre o embasamento. As descrições litológicas permitem apontar estas camadas como a porção basal da Formação Pitinga, de idade siluriana (**Figura 9.3 - 46 – Coluna 1 da Campanha I**).

Onze amostras da Coluna 4 da Campanha II (ponto C2P4) foram selecionadas por mostrarem coincidência ou proximidade estratigráfica de níveis com peixes fósseis e por representarem uma das porções mais superiores do conjunto sedimentar da Área 1. Estas camadas podem ser identificadas como Formação Manacapuru ou Jatapú (**Figura 9.3 - 47 – Coluna 4 da Campanha II**).

9.3.2.4.2. MÉTODO PARA RECUPERAÇÃO DE MICROFÓSSEIS

Na etapa de coleta, em campo, a equipe da TERRAGRAPH Paleontologia descreve em detalhes a litologia das rochas sedimentares nos pontos de amostragem. As informações geológicas acompanham as amostras de micropaleontologia e de microfósseis com o objetivo de embasar pesquisas científicas futuras a serem realizadas com o material coletado pelo PSPP da UHE de Belo Monte. No âmbito deste programa, busca-se a coleta sistemática de amostras de um quilograma, a intervalos curtos, em todas as seções descritas. No momento da coleta, é feita a varredura visual de porções de rocha com lupa de mão (com aumento de 20x) visando identificar a ocorrência de microfósseis, ainda em campo. Os níveis em que o potencial para preservação de microfósseis é alto sempre são objeto de coleta. As amostras são retiradas de forma a evitar a contaminação com os demais níveis, embaladas em sacos plásticos e etiquetadas. Os níveis de coleta são indicados nas colunas estratigráficas e nas fichas individuais de dados das amostras (**Figura 9.3 - 48 – Coleta de Amostras para Micropaleontologia**). O material coletado é enviado ao laboratório e, durante o transporte, são adotadas medidas de prevenção contra a contaminação (**Figura 9.3 - 49 – Amostras em Laboratório**).



Figura 9.3 - 48 - Coleta de amostras de micropaleontologia

Fonte: TERRAGRAPH.2013.



Figura 9.3 - 49 - Algumas das amostras antes da preparação em laboratório

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.4.2.1. MÉTODO PARA RECUPERAÇÃO DE MICROFÓSSEIS CARBONÁTICOS, SILICOSOS E FOSFÁTICOS

Em laboratório, para a separação de microfósseis carbonáticos, silicosos e fosfáticos, foram utilizadas a preparação padrão para microfósseis carbonáticos, que permite a triagem de exemplares destes três grupos. Esta preparação é baseada no método apresentado por Tomassi (2009), que consistiu na fragmentação mecânica de 50 gramas de amostra de rocha sedimentar e o ataque desta amostra, em capela, com peróxido de hidrogênio (H_2O_2 , concentrado a 35 %; **Figura 9.3 - 50 – Preparação em Laboratório**). As amostras em que a reação com o peróxido é lenta são submetidas a aquecimento, que visa acelerar o processo de desagregação dos grãos (**Figura 9.3 - 51 – Preparação em Laboratório**). A amostra KRO SR-01 86,0 m tinha pouco volume

e, excluída a parte que foi preparada pelo método de paleopalínologia, foram preparados 30,0 g para triagem de carbonáticos, silicosos e fosfáticos.



Figura 9.3 - 50 - Desagregação química com peróxido de hidrogênio

Fonte: TERRAGRAPH.2013.



Figura 9.3 - 51 - Uso de chapa aquecedora para intensificar a reação em amostras com baixa concentração de matéria orgânica

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

A rocha desagregada tem a reação química interrompida com a adição de álcool etílico (95°) e passa então pelo processo de peneiramento nas frações 100, 250, 630 µm e 2 mm e posterior secagem em estufa a 70° C (**Figura 9.3 - 52 – Preparação em Laboratório**). O material seco é então armazenado em potes plásticos etiquetados e, posteriormente, os microfósseis são separados das frações pela varredura em microscópio estereoscópico de luz refletida (com aumento entre 8 e 500x) com o uso de bandeja de triagem e pincel de pelo de marta tamanho 000 (**Figura 9.3 - 53 – Triagem em Laboratório**). As imagens dos microfósseis foram obtidas no mesmo microscópio, que possui câmera digital acoplada. As amostras residuais e os microfósseis foram incorporados ao acervo do PSPP.



Figura 9.3 - 52 - Secagem de frações em estufa a 70° C

Fonte: TERRAGRAPH.2013.



Figura 9.3 - 53 - Triagem e identificação de microfósseis em microscópio estereoscópico de luz refletida com câmera digital acoplada

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.4.2.2. MÉTODO PARA RECUPERAÇÃO DE PALINOMORFOS

A preparação realizada para a análise dos palinomorfos foi baseada nas características físicas da amostra, que corresponde a sedimentos bastante compactados de granulometria siltito argiloso com variações arenosas e no objetivo de concentração dos fósseis, para sua possível identificação.

As técnicas utilizadas foram desenvolvidas para sedimentos contendo pólen e esporos, de acordo Salgado-Labouriau (2007). As etapas são descritas a seguir na ordem em que as amostras foram submetidas.

- a) Descrição – identificação das amostras para indicação das características físicas do sedimento e escolha das técnicas.
- b) Introdução do marcador exótico – introdução de *Lycopodium clavatum*. Este permite averiguar o sucesso das etapas.
- c) Técnica de ácido clorídrico (HCL 10%) – eliminação dos carbonatos presentes no sedimento e dissolução das pastilhas de *L. clavatum*.
- d) Tamisação – retirada de partículas com dimensões maiores que os palinórfos e excesso de areia das amostras.
- e) Técnica de ácido fluorídrico (HF 40%) – eliminação de silicatos.
- f) Técnica de hidróxido de potássio (KOH 10%) – eliminação do ácido húmico e parte da matéria orgânica dos sedimentos.
- g) Coloração e acondicionamento das amostras – coloração dos palinórfos com safranina.
- h) Montagem das lâminas

Após a montagem das lâminas foi realizada a leitura em microscópio óptico modelo Leica DM LS, com uma máquina fotográfica modelo Leica MPS 30 utilizando a objetiva com aumento de 40X.

Por fim os palinórfos encontrados foram numerados por tipos e constatada as similaridades através das características morfológicas como ornamentação, dimensão e forma.

9.3.2.4.3. MICROFÓSSEIS RECUPERADOS

9.3.2.4.3.1. CARBONÁTICOS, SILICOSOS E FOSFÁTICOS

A análise das amostras se caracteriza pela baixa abundância de microfósseis não-orgânicos (**Quadro 9.3 - 4 – Amostras Preparadas**). Nenhum microfóssil carbonático, orgânico ou fosfático foi triado nas amostras da Coluna 1 da Campanha I. A escassez de fósseis não permite a correlação bioestratigráfica confiável entre as três seções estudadas. A distribuição estratigráfica dos espécimes recuperados está ilustrada na **Figura 9.3 - 56 – Bioestratigrafia**.

Quadro 9.3 - 4 - Relação de amostras analisadas e resultados obtidos. Amostras listadas por posicionamento estratigráfico

Amostra	Reação com H ₂ O ₂	Número de frascos de cada fração				Microfósseis
		100 µm	250 µm	630 µm	2 mm	
Campanha II Coluna 4 (ponto C4P2)						
C2P4-51	Fraca	1	1	1	1	-
C2P4-50	Moderada	1	1	1	0	-
C2P4-49	Fraca	1	1	1	1	-
C2P4-48	Fraca	1	1	1	1	-
C2P4-46	Fraca	1	1	1	1	-
C2P4-43	Fraca	1	1	1	1	-
C2P4-42	Fraca	1	1	1	1	Microesferas
C2P4-41.1	Fraca	1	1	1	2	-
C2P4-40	Fraca	1	1	1	1	<i>Incertae sedis</i>
C2P4-38.1	Fraca	1	1	1	1	Microesferas
C2P4-58	Fraca	1	1	1	1	Microesferas
Cilindro de Sondagem KRO SR-01						

KRO SR-01 57,0 m	Fraca	1	1	1	1	-
KRO SR-01 61,7 m	Fraca	1	1	1	1	-
KRO SR-01 65,9 m	Fraca	1	1	1	0	Ostracodes mal preservados
KRO SR-01 69,0 m	Fraca	1	1	1	0	-
KRO SR-01 74,1 m	Fraca	1	1	1	1	-
KRO SR-01 77,0 m	Fraca	1	1	1	1	Microesferas
KRO SR-01 83,0 m	Fraca	1	1	1	1	-
KRO SR-01 86,0 m	Forte	1	1	1	1	-
KRO SR-01 90,4 m	Fraca	1	1	1	1	-
KRO SR-01 96,5 m	Fraca	1	1	1	1	-
KRO SR-01 97,5 m	Fraca	1	1	1	1	-
Campanha I Coluna 1 (pontos C1P1 e C1P2)						
C1P2-22	Moderada	1	1	1	1	-
C1P2-19	Moderada	1	1	1	1	-
C1P2-16	Moderada	1	1	1	0	-
C1P2-13	Moderada	1	1	1	0	-
C1P2-10	Moderada	1	1	1	1	-
C1P2-7	Fraca	1	1	1	1	-
C1P2-4	Forte	1	1	1	1	-
C1P2-1	Forte	1	1	1	1	-
C1P1-1	Moderada	1	1	1	1	-

Ostracodes mal preservados foram identificados no nível 65,9 m do cilindro KRO SR-01 (**Figura 9.3 - 55 – Microfósseis Carbonáticos**). Eles aparecem como estruturas circulares parcialmente deformadas por processos diagenéticos, provavelmente por recristalização. Em alguns espécimes é possível identificar a presença do molde interno, mas nenhum deles permite a classificação taxonômica.

Microesferas de origem incerta (dubiofósseis) ocorrem em amostras do cilindro KRO SR-01 e da Coluna 4 da Campanha II. Elas são maciças, compostas por partículas esféricas agregadas, provavelmente com composição carbonática. A estrutura destes microfósseis é semelhante à da parede de foraminíferos aglutinantes, mas as microesferas aqui descritas não são compostas por câmaras ou apresentam forâmen, características diagnósticas de foraminíferos.

Um microfóssil descrito como *Incertae sedis* foi identificado na amostra C2P4-40 (**Figura 9.3 - 54 – Incertae sedis**). Trata-se de uma estrutura esferóide oca, parcialmente corroída e oxidada, que aparece com o molde externo preservado. Difere das microesferas por não ser composto por pequenos grãos aglutinados e por não ser maciça. A carência de estruturas bem preservadas impede a identificação do fóssil.



Figura 9.3 - 54 - *Incertae sedis* identificado na amostra C2P4-40

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

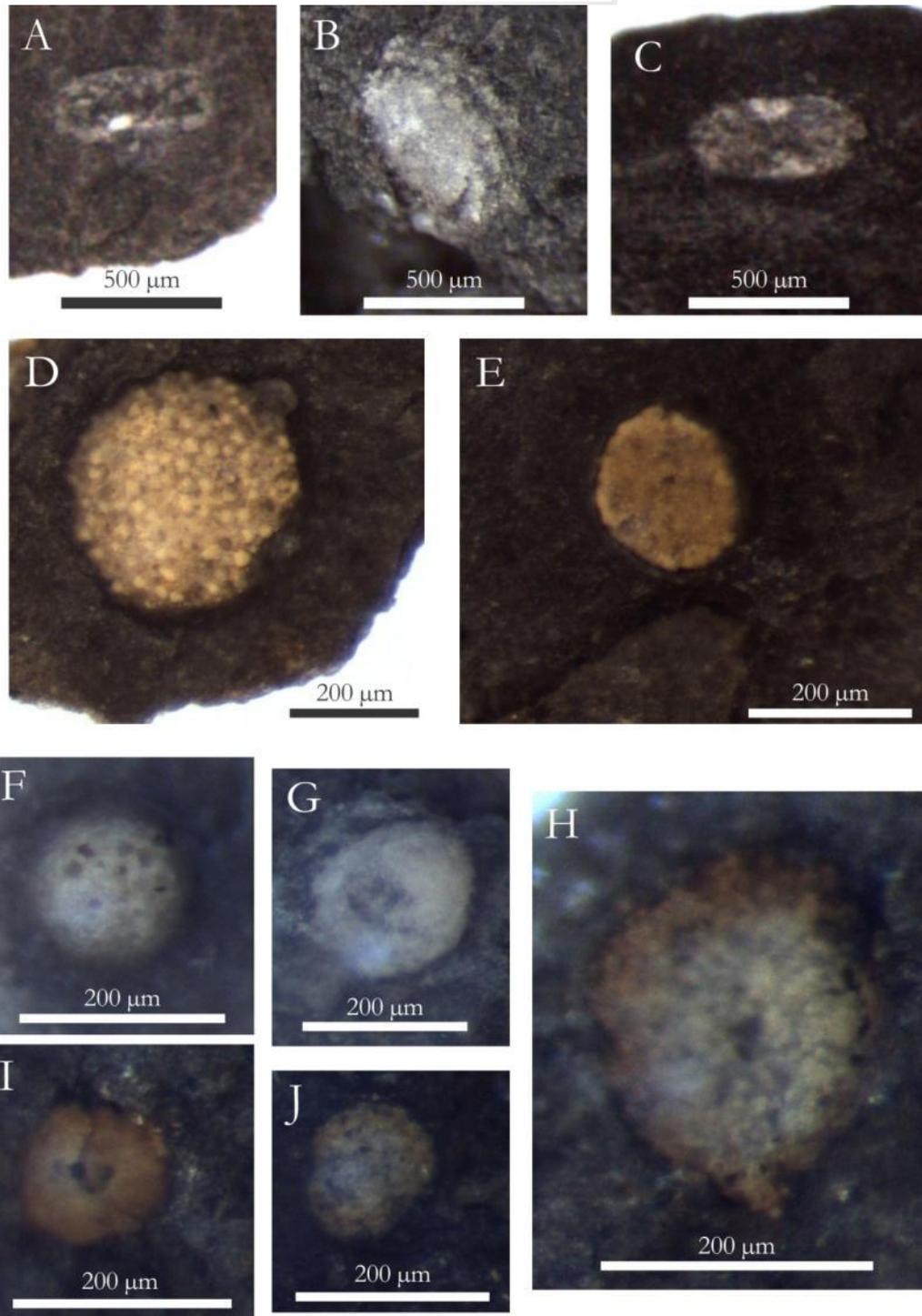


Figura 9.3 - 55 - Exemplos de microfósseis carbonáticos recuperados em amostras de micropaleontologia. A-C: ostracodes mal preservados, KRO SR-1 nível 65,9 m; D-E: microesferas, KRO SR-1 nível 77,0 m. F: microesfera, C2P4-38.1; G: microesfera, C2P4-58; H-I: microesferas, ambas da amostra C2P4-42; J: microesfera, C2P4-58

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

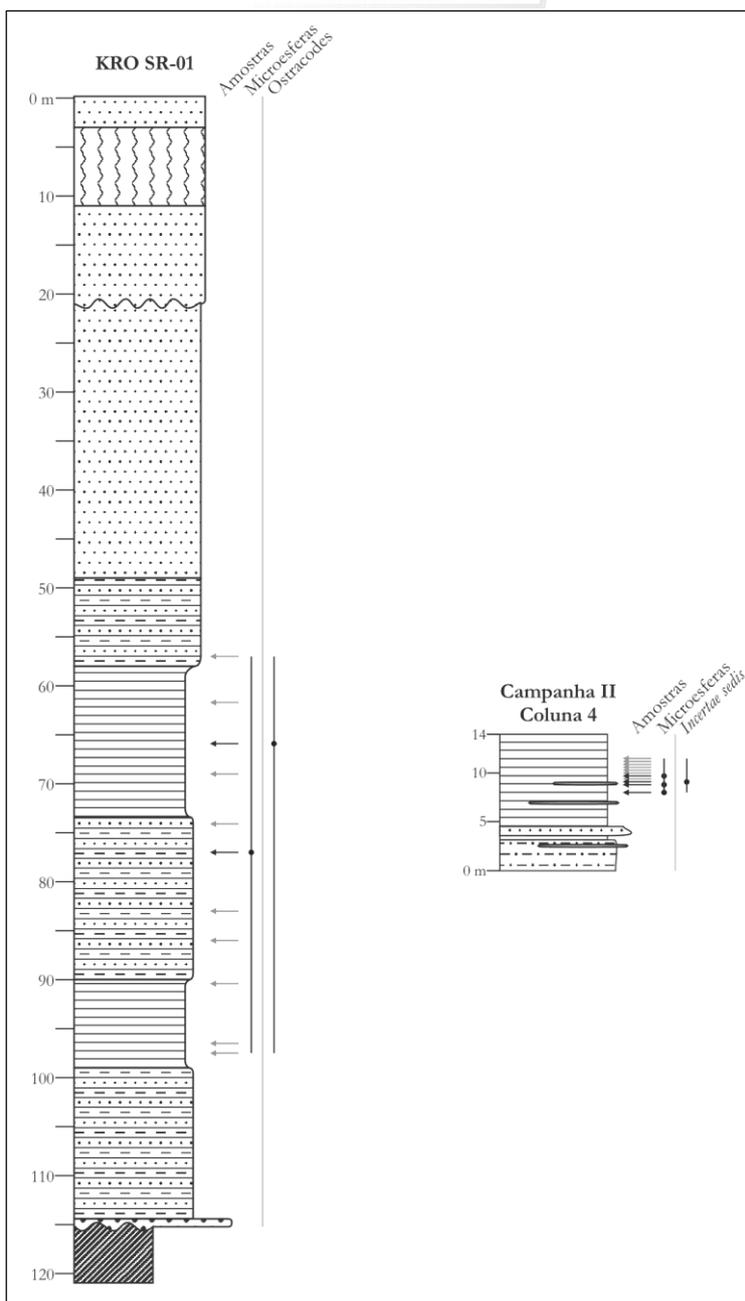


Figura 9.3 - 56 - Distribuição estratigráfica dos espécimes recuperados

Fonte: TERRAGRAPH.2013.

9.3.2.4.3.2. PALINOMORFOS

A partir da análise dos sedimentos foram registrados 24 tipos compreendendo 08 de miósporos, 05 de acritarcos, 05 de fungos, 03 de algas e 03 não identificados. Registrou-se também pólen de angiospermas, compreendendo dois tipos sendo um deles representado por Poaceae, os quais constituem contaminação provavelmente resultante da coleta.

O total de palinómorfos registrados foi de 420 grãos entre miósporos, acritarcos, cistos de algas, esporos de fungos e tipos não identificados (**Quadro 9.3 - 5 - Palinómorfos**).

A distribuição destes palinómorfos não se deu de forma homogênea nas amostras. A amostra C2P4-42 apresentou a maior quantidade de miósporos e acritarcos, correspondendo a 10 miósporos de dois tipos diferentes e cinquenta e um acritarcos todos do mesmo tipo.

Embora o total de miósporos registrados seja de 61 e o de acritarcos de 104 este tipo de distribuição resulta, na maior parte das amostras, em um registro sem grande diversidade, frequentemente com concentração de um único tipo na amostra, o que inviabiliza o estabelecimento de um conjunto característico e uma correlação com biozonas, já estabelecidas para a área como nos trabalhos de Melo & Loboziak, (2003), Steemans *et al.* (2008) e Cardoso (2005).

A diversidade de tipos por amostra está registrada na tabela 02. O único nível com maior diversidade de tipos é o C1P2-22 que registra um total de 39 palinómorfos, com 06 miósporos distribuídos entre 04 tipos, 07 acritarcos com 04 tipos, 18 cistos de algas de um único tipo e 07 fungos distribuídos entre 02 tipos.

A análise da sequência que corresponde ao perfil de afloramento do canteiro pioneiro do sítio Belo Monte, registrado com a legenda C1P2, possibilitou em virtude dos tipos identificados uma sugestão de cronologia a partir da comparação com outros trabalhos desenvolvidos na bacia do Amazonas (Melo & Loboziak, 2003, Steemans *et al.* 2008 e Cardoso, 2005).

Desta forma, de acordo com os tipos identificados, os níveis C1P2-4; C1P2-13 e C1P2-16 registram a presença de *Perforela perforata* indicativo, segundo Cardoso (2005) do Siluriano. O nível C1P2-19 registra *Perotrilites sp* e *Perforela perforata* indicativos, segundo Steemans *et al.* (2008) e Cardoso (2005), do final do Siluriano e início do Devoniano.

A sustentação da cronologia desta sequência baseia-se no registro dos tipos identificados no nível C1P2-22 (**Quadro 9.3 - 6 - Palinómorfos**), onde ocorre *Ambitisporites avitus* (Steemans, *et al.*, 2008) e *Chelinospora cassicula*, (Melo & Loboziak, 2003) indicativos do início do Devoniano. Entre os acritarcos registra-se a ocorrência de *Perforela perforata* (Cardoso, 2005) e *Duvernaysphaera actinota* (Rubinstein, *et al.*, 2008) indicativos do final do Siluriano e início do Devoniano.

Quadro 9.3 - 5 - Tabela 01: Quantidade de palinómorfos entre miósporos, acritarcos, cistos de algas, esporos de fungos e tipos não identificados

Amostras	Tipos de Palinómorfos				
	Miósporos	Acritarcos	Cistos de Algas	Esporos de Fungos	Não Ident.
C1P1-1	08	-	06	04	
C1P2-1	-	02	-	-	
C1P2-4	05	01	04	-	

Amostras	Tipos de Palinomorfos				
	Miósporos	Acritarcos	Cistos de Algas	Esporos de Fungos	Não Ident.
C1P2-7	-	-	-	01	
C1P2-10	01	-	03	-	
C1P2-13	02	01	03	06	
C1P2-16	02	02	14	-	
C1P2-19	05	02	16	02	
C1P2-22	06	07	18	07	01
C2P4-38,1	04	03	-	-	
C2P4-40	01	08	28	01	
C2P4-41-1	Estéril				
C2P4-42	10	51	37	01	
C2P4-43	02	01	03	-	
C2P4-46	-	-	16	02	
C2P4-48	Estéril				
C2P4-49	Estéril				
C2P4-50	05	05	-	02	
C2P4-51	-	01	-	-	
C2P4-58	04	13	07	03	
KRO SR01-57	-	-	43	-	
KRO SR01-61,7	Estéril				
KRO SR01-65,9	-	01	-	03	
KRO SR01-69	01	-	02	02	01
KRO SR01-74,1	-	04	04	05	
KRO SR01-77	01	-	-	-	
KRO SR01-83	Estéril				
KRO SR01-86	-	01	06	02	
KRO SR01-90,4	Estéril				
KRO SR01-96,5	Estéril				
KRO SR01-97,5	04	01	-	01	01
Nº Total de Palinomorfos por Grupo	61	104	210	42	03

O testemunho KRO-SR01 não apresentou um bom registro de palinomorfos, entretanto o tipo *Visbysphaera sp.* (Rubinstein, *et al.*, 2008) ocorre nas amostras KRO SR01 - 65,9; 74,1 e 86, segundo Cardoso (2005) indica a idade Siluriano. Na amostra KRO SR01 - 97,5, a ocorrência de *Chelinospora cassicula* (Melo & Loboziak, 2003) e *Dictyotriteles cf. subgranifer* (Melo & Loboziak, 2003) sugerem a idade de início do Devoniano (Steevens, *et al.*, 2008).

A relação dos tipos identificados, bem como suas similaridades encontra-se no **Anexo 9.3 - 12 – Palinomorfos.**

Quadro 9.3 - 6 - Distribuição dos tipos de palinomorfos por amostra

Amostras	TIPOS														
	MIOSPOROS										ACRITARCOS				
	T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8	N. I	T. 9	T. 10	T. 11	T. 12	T. 13	N. I
C1P1-1															

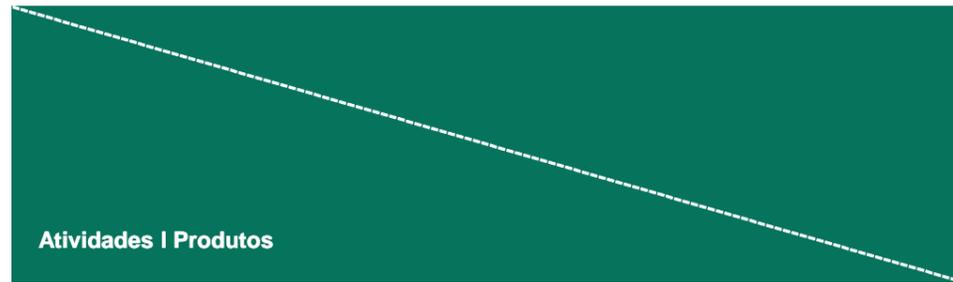
Amostras	TIPOS														
	MIOSPOROS									ACRITARCOS					
	T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8	N. I	T. 9	T. 10	T. 11	T. 12	T. 13	N. I
C1P2-1															
C1P2-4															
C1P2-7															
C1P2-10															
C1P2-13															
C1P2-16															
C1P2-19															
C1P2-22															
C2P4-38,1															
C2P4-40															
C2P4-41-1															
C2P4-42															
C2P4-43															
C2P4-46															
C2P4-48															
C2P4-49															
C2P4-50															
C2P4-51															
C2P4-58															
KRO SR01-57															
KRO SR0161,7															
KRO SR0165,9															
KRO SR01-69															
KRO SR0174,1															
KRO SR01-77															
KRO SR01-83															
KRO SR01-86															
KRO SR0190,4															
KRO SR0196,5															
KRO SR0197,5															

9.3.2.5. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma a seguir, simplificado, apresenta o estágio atual dos trabalhos do PSPP pela TERRAGRAPH, e demonstra o cumprimento de metas determinadas pelo PBA da UHE Belo Monte, haja vista que alguns deles, como disponibilização de informações e orientação para a realização de exposições temporárias referentes ao material paleontológico resgatado nas obras de implantação da UHE Belo Monte e a elaboração de um Guia ilustrado de fósseis da bacia do Amazonas na região da Volta Grande do Rio Xingu, que remete a educação patrimonial, estão previstas para os anos de 2013 a 2015.

Os levantamentos e inventários, bem como a elaboração de apostilas e atividades de coleta são metas cumpridas impreterivelmente dentro do cronograma adotado.

PACOTE DE TRABALHO: 9.3 Programa de Salvamento do Patrimônio Paleontológico



Item	Descrição
------	-----------

ETAPAS

CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO

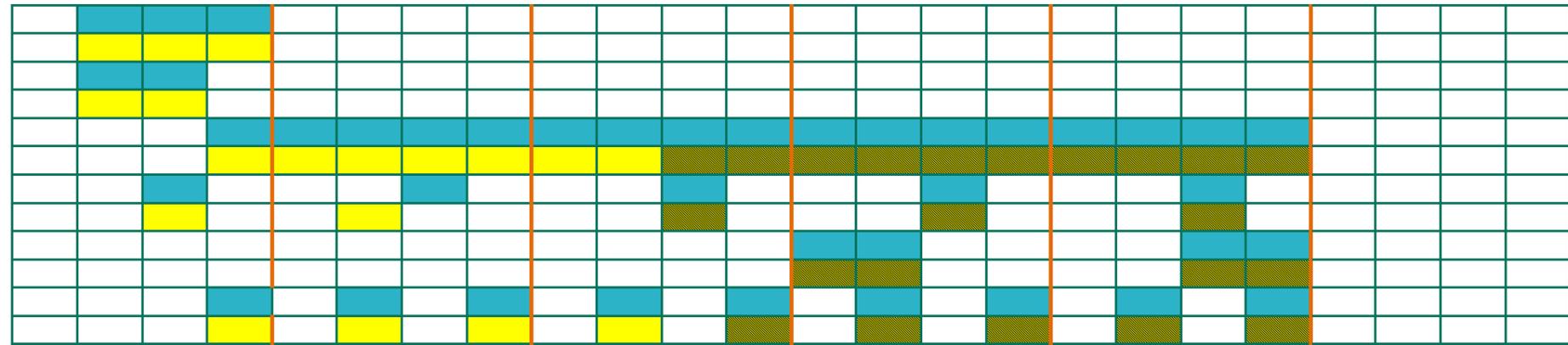
9	9. PLANO DE VALORIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO
9.3	9.3 Programa de Salvamento do Patrimônio Paleontológico
1	Levantamento / inventário
1	Levantamento / inventário
2	Elaboração de apostilas
2	Elaboração de apostilas
3	Trabalho campo
3	Trabalho campo
4	Cursos e palestras
4	Cursos e palestras
5	Atividades de divulgação paleontológica
5	Atividades de divulgação paleontológica
6	Apresentação de relatórios
6	Apresentação de relatórios



2011				2012				2013				2014				2015				2016															
T1	T2	T3	T4																																
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

IMPLANTAÇÃO

--



LEGENDA Informação do PBA Realizado/Andamento Previsto até o fim do produto

9.3.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

As atividades do PSPP deve estreitar a cooperação com outros programas em andamento na UHE de Belo Monte. As coletas da Campanha VII foram influenciadas pela cooperação com o programa de salvamento arqueológico, conforme previsto no último relatório semestral consolidado.

Reforça-se, então a necessidade do estabelecimento de parcerias para a boa condução de suas atribuições, sugere-se, além da Arqueologia, o acompanhamento e troca de informações com as equipes responsáveis pelo estudo da espeleologia das cavidades a serem inundadas (ou não) na Área de Influência Direta (AID) como na Área Diretamente Atingida (ADA) devido a implantação da UHE de Belo Monte, pois geralmente cavernas e grutas são portadoras de restos fossilizados de diversas idades. O conhecimento desses profissionais sobre a localização e sobre as características litológicas das cavernas podem ampliar a coleta para as áreas ainda inexploradas pela equipe da TERRAGRAPH.

Do mesmo modo, a parceria com a contratada responsável pelo monitoramento dos níveis e qualidade da água de igarapés, que ainda não ocorreu, pode ser interessante, no sentido da colaboração na indicação de locais em que as margens desses cursos d'água exponham rochas, nos períodos de seca, nas áreas delimitadas para a coleta de fósseis, o que promoveria a celeridade e a melhor qualidade dos trabalhos de Salvamento Paleontológico.

9.3.3.1. PERSPECTIVAS FUTURAS DA EDUCAÇÃO PATRIMONIAL

Apesar de mais atividades educativas terem sido propostas para o exercício de 2012, a norma metodológica de natureza patrimonial prevê esse evento para apenas uma vez no ano.

No mês de abril de 2013 ocorreu um curso para o público universitário da UFPA, campus de Altamira, sobre fundamentos de paleontologia e para apresentar aos participantes o conjunto de rochas e fósseis encontrados na região de Vitória do Xingu e Altamira. Mais atividades educativas e de divulgação estão em fase de planejamento, como a exposição fotográfica das atividades do PSPP, promovida pelo CCBM.

9.3.3.2. SOBRE A CONTINUIDADE DOS TRABALHOS DE SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO

O atual salvamento paleontológico realizado nas obras relacionadas à construção da UHE de Belo Monte tem ampliado de forma expressiva a biodiversidade e distribuição geográficas da fauna fóssil Siluro-Devoniana, sendo assim, os registros recuperados possuem importância e ampliam as perspectivas paleontológicas para essas idades na

Bacia do Amazonas, gerando um acervo que, em futuro próximo, será referência importante para o entendimento do Siluriano e Devoniano das bacias Brasileiras.

Além da integração com o salvamento arqueológico, o acompanhamento da obra por parte de uma equipe de campo foi fundamental para a descoberta, isolamento e coleta do esqueleto de mamífero no Canteiro Canais e Diques. A avaliação técnica indica que este modo de operação, inicialmente proposto pela NORTE ENERGIA S.A., é o recomendado para o PSPP por garantir a proteção e coleta de fósseis no momento em que são trazidos à superfície pelos trabalhos de escavação nos canteiros de obra.

Todas as etapas descritas no PTD foram cumpridas segundo o cronograma adotado pela empresa e descrito no PBA. Em um ano e meio de atividades de coleta de Salvamento Paleontológico, a execução do cronograma apresentado à TERRAGRAPH tem sido cumprida integralmente e sem atrasos, sendo considerada, portanto, em nosso entendimento, satisfatória. Conforme informado nos relatórios anteriores, foram necessárias alterações na seleção das localidades de coleta, dentre as inicialmente determinadas na proposta, tendo em vista não só a dependência em relação à dinâmica de implantação do empreendimento, como qualquer mudança de diretriz por parte do Contratante.

Assim sendo, a TERRAGRAPH credenciada junto a NORTE ENERGIA S.A, propõe manter as atividades já desenvolvidas, bem como se habilita a outras, através de sua base operacional em Altamira-PA e sede em Brasília-DF, com seu pessoal próprio e parceiros qualificados e de experiência em consultoria.

9.3.4. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

Durante a vigência do último ano de contrato houve a substituição do geólogo de campo Bruno Erikson Matos Facundo pelo geólogo Miguel Baia Brito, que exerceu a mesma função de acompanhamento do avanço das escavações nos canteiros de obra e a elaboração do mapa geológico de detalhe das áreas de coleta. Esta substituição foi comunicada à NORTE ENERGIA S.A. e ao DNPM, conforme as exigências estabelecidas pelo órgão fiscalizador.

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
M.Sc Henrique Zimmermann Tomassi	Geólogo/Paleontólogo	Coordenador Técnico	19062/D-DF	5286849
M.Sc Bernardo Costa Ferreira	Geógrafo	Gerente de Projetos	12802/D-PA	1627412
M.Sc José Mendes Gama Júnior	Geógrafo/Paleontólogo	Membro de Equipe	207437/D-TO	5286849
Dra. Maira Barberi	Geóloga/Paleopalinóloga	Membro de Equipe	1207/D-GO	499586
Esp. Miguel Baia Brito	Geólogo de Campo e Advogado (Direito Minerário)	Membro de Equipe	CREA/PA 6531-D OAB/PA 7601	93757

9.3.5. ANEXOS

Anexo 9.3 - 1 – Etapas anteriores

Anexo 9.3 - 2 – Resumo CBP

Anexo 9.3 - 3 – Ofício 125-2010

Anexo 9.3 - 4 – Colunas estratigráficas da Campanha I

Anexo 9.3 - 5 – Colunas estratigráficas da Campanha II

Anexo 9.3 - 6 – Colunas estratigráficas da Campanha III

Anexo 9.3 - 7 – Colunas estratigráficas da Campanha IV

Anexo 9.3 - 8 – Colunas estratigráficas da Campanha V

Anexo 9.3 - 9 – Colunas estratigráficas da Campanha VI

Anexo 9.3 - 10 – Colunas estratigráficas da Campanha VII

Anexo 9.3 - 11 – Colunas estratigráficas da Campanha VIII

Anexo 9.3 - 12 – Palinomorfos