

PROJETO

Programa de Preservação do Patrimônio
Paleontológico - UHE Santo Antônio do Jari



PROJETO:

Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico - UHE Santo Antônio do Jari

EXECUÇÃO:



Scientia Consultoria Científica
Rua Henrique Botticini, 150
05587-020 – São Paulo - SP
Responsável: Dr. Renato Kipnis
Tel/Fax: (11) 3726-6065 / 3726-2389
E-mail: rkipnis@scientiaconsultoria.com.br

INSTITUIÇÃO DE APOIO:

Universidade Estadual Paulista - Bauru
Departamento de Ciências Biológicas
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01
17033-360 – Bauru, SP
Prof. Dr. Renato Pirani Ghilardi
Tel: 14) 3103-6078
E-mail: ghilardirp@gmail.com

São Paulo, outubro de 2011

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6
2.1.	Localização	6
2.2.	Caracterização	6
3.	GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO	8
3.3.	3.1. Introdução	8
4.	CONTEXTO PALEONTOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO	12
5.	JUSTIFICATIVAS	13
6.	OBJETIVOS	14
7.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
7.1.	Levantamento e Análise de Informações Anteriores	15
7.2.	Aquisição de Documentação Técnica	15
7.3.	Fotointerpretação e Análise de Imagens de Satélite	16
7.4.	Monitoramento	16
7.5.	Levantamento na Área do Reservatório	18
7.6.	Coleta de Fósseis	18
7.7.	Análises Laboratoriais	20
8.	ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO EM PALEONTOLOGIA	20
8.1.	Público-alvo e objetivos	21
8.2.	Métodos	22
8.3.	Para os profissionais ligados à implantação do empreendimento	22
8.4.	Para as comunidades do entorno do empreendimento (rurais e urbanas)	23
8.5.	Para as comunidades escolares (rurais e urbanas)	23
9.	PRAZO E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
10.	EQUIPE TÉCNICA	24
11.	REFERÊNCIAS	24

Lista de Figuras

FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI (MODIFICADO DE ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI, 2009)	6
FIGURA 2. EM DESTAQUE (CÍRCULO) AS ÁREAS QUE SERÃO DIRETAMENTE IMPACTADAS PARA RETIRADA DE ARGILA, AREIA E ROCHAS NECESSÁRIAS PARA AS INSTALAÇÕES DA UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI (MODIFICADO DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI, 2009).	7
FIGURA 3. MAPA DE INUNDAÇÃO PREVISTO PARA A UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI (ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI, 2009).	8
FIGURA 4. MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DA UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI (ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI, 2009).	9
FIGURA 5. ÁREA DA UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI COM LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS E ÁREAS DE EMPRÉSTIMOS.	17
FIGURA 6. CORTE LONGITUDINAL DA REGIÃO DO CANTEIRO DE OBRAS DA USINA HIDRELÉTRICA DE JARI. REPARAR QUE O FURO DE SONDAÇÃO SM-716, NA REGIÃO DE OBRAS, SÓ ABARCA ROCHAS DO TIPO DIABÁSIO (FIGURA ALTERADA DE MAPAS DA EMPRESA EDP).	18

Lista de Fotos

FOTO 1. FORMAÇÃO CURIRI AFLORANTE ÀS MARGENS DO RIO JARI NA ADA.	10
FOTO 2. DETALHE DA FORMAÇÃO CURIRI, MOSTRANDO SILTES EM ESTRATIFICAÇÃO DE LAMINAÇÃO TORTA. AFLORAMENTO LOCALIZADO NA MARGEM DIREITA DO RIO JARI (ADA).	10
FOTO 3. A) FORMAÇÃO ERERÊ AFLORANTE EM UMA ILHA LOCALIZADA NO RIO JARI; B) ARENITO COM ESTRATIFICAÇÕES CRUZADAS; C) ARENITO COM ESTRUTURAS DO TIPO HUMMOCKY ASSOCIADOS A TEMPESTADES.	10
FOTO 4. FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO AFLORANTE NA AII DA UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI.	11
FOTO 5. NÍVEIS DE SEIXOS ENCONTRADOS NA FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO (SETA).	11
FOTO 6. MARCAS ONDULADAS ENCONTRADAS NA FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO.	11
FOTO 7. PROVÁVEIS ICNOFÓSSEIS ENCONTRADOS NA FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO	11

1. INTRODUÇÃO

O *Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico* vem atender as necessidades alinhadas no Projeto Básico Ambiental (PBA) da Usina Hidrelétrica Santo Antônio do Jari – UHE Santo Antônio do Jari, que subsidiará a solicitação da Licença de Instalação desse empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Ecology Brasil, 2009) da Usina Hidrelétrica Santo Antônio do Jari, tendo sido referendado pelo processo IBAMA 02001.000337/2008-06. Este programa atende à condição de validade 2.1 da referida licença.

A descoberta de sítios fossilíferos no território brasileiro, a dilapidação deste patrimônio científico e cultural, e a inexistência de uma legislação adequada, conduziram à promulgação do Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942, que regulamentava e protegia devidamente os depósitos de fósseis. Esse decreto estabeleceu o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM como órgão fiscalizador do seu cumprimento. Posteriormente, as constituições brasileiras de 1946 (Art. 174), de 1967 (Art. 172) e de 1969 (Art. 180) revelaram preocupações genéricas visando à proteção do patrimônio fossilífero, colocando sob a “proteção do poder público” obras, monumentos, documentos e locais de valor histórico e artístico e paisagens naturais. Em 1967 e 1969, legislações complementares acrescentavam a este conjunto as jazidas arqueológicas. Finalmente, a Constituição de 1988 inova e moderniza a concepção desses bens – “de natureza material e imaterial” – classificando-as, no seu conjunto, como “patrimônio cultural brasileiro” e agrupando-os nas suas especificidades.

Baseado nas evidências paleontológicas já registradas e no alto potencial paleontológico da região é essencial que se desenvolvam trabalhos paleontológicos sistemáticos na AID para que o empreendimento obtenha a LI. Para a execução dos estudos de paleontologia, a Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Bauru, SP participará como instituição de apoio e colaboradora na execução do projeto.

É para obter a permissão de pesquisas paleontológicas na área da UHE *de Santo Antônio do Jari* (coordenadas 0°39' de latitude sul e 52°31' de longitude oeste) que o presente projeto é apresentado ao DNPM.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1. LOCALIZAÇÃO

O empreendimento se localiza no rio Jari, a cerca de 150 km à montante da confluência com o rio Amazonas, entre os estados do Amapá e Pará (Figura 1).

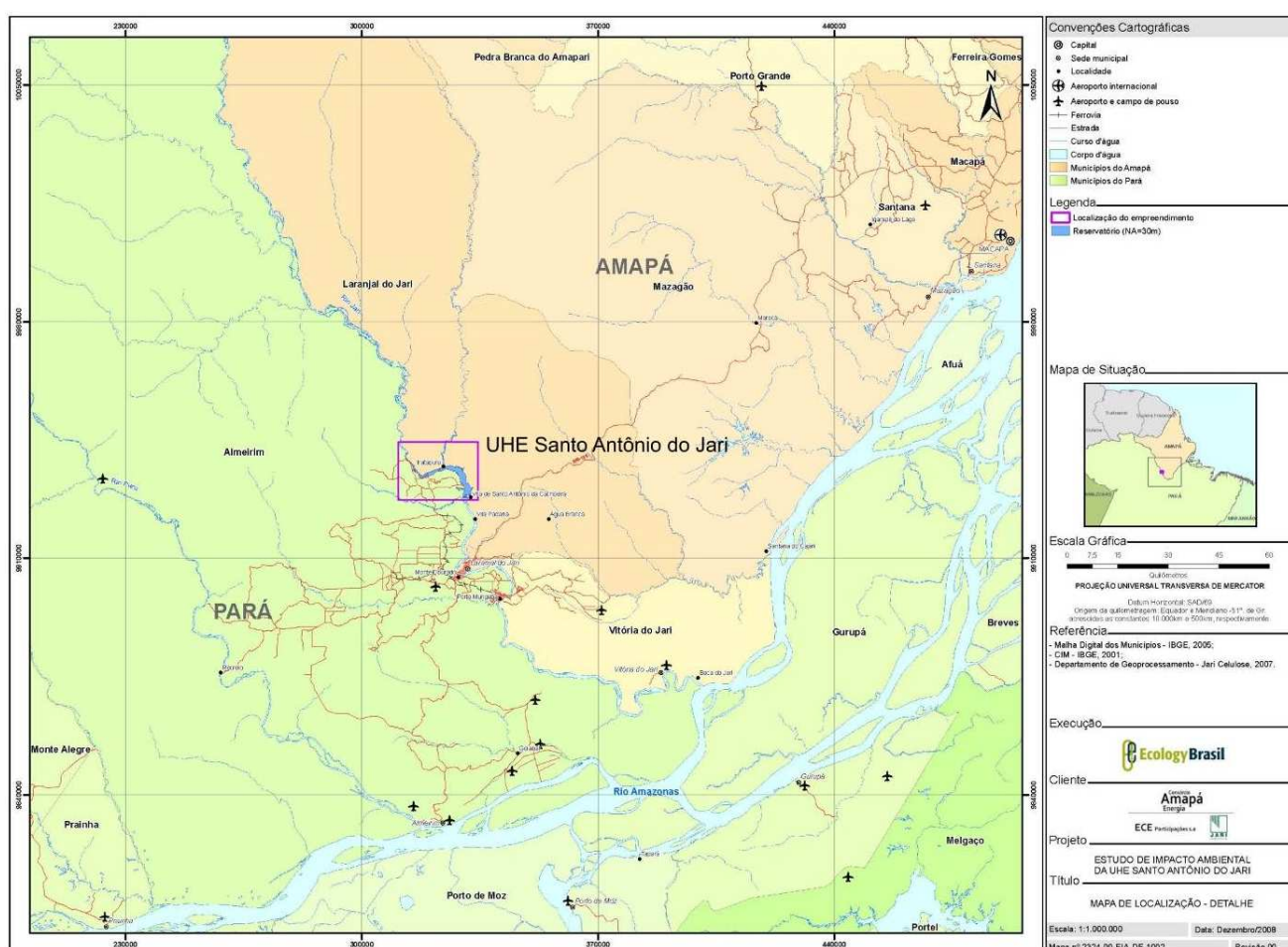


Figura 1. Mapa de localização da UHE Santo Antônio do Jari (modificado de Estudo de Impacto Ambiental - UHE Santo Antônio do Jari, 2009)

2.2. CARACTERIZAÇÃO

Reproduzem-se, aqui, apenas as características do empreendimento que interessam à paleontologia, em função de seu potencial de interferência em jazidas fossilíferas.

No item 4.5. do Estudo de Impacto Ambiental da UHE Santo Antônio do Jari, constam as áreas do canteiro de obras a serem impactadas pelas escavações necessárias para construção das instalações da usina. Como pode ser visto na Figura 2 serão impactadas áreas com material argiloso, arenoso além das rochas que serão obtidas das escavações obrigatórias para construção da Casa de Força. Ainda no 4.5.1 do EIA é citado um morrote localizado na margem esquerda que pode também ser usado como fonte de rochas para as instalações da usina. Todas essas áreas, somadas à área do canteiro de obras, equivalem a 962 hectares.

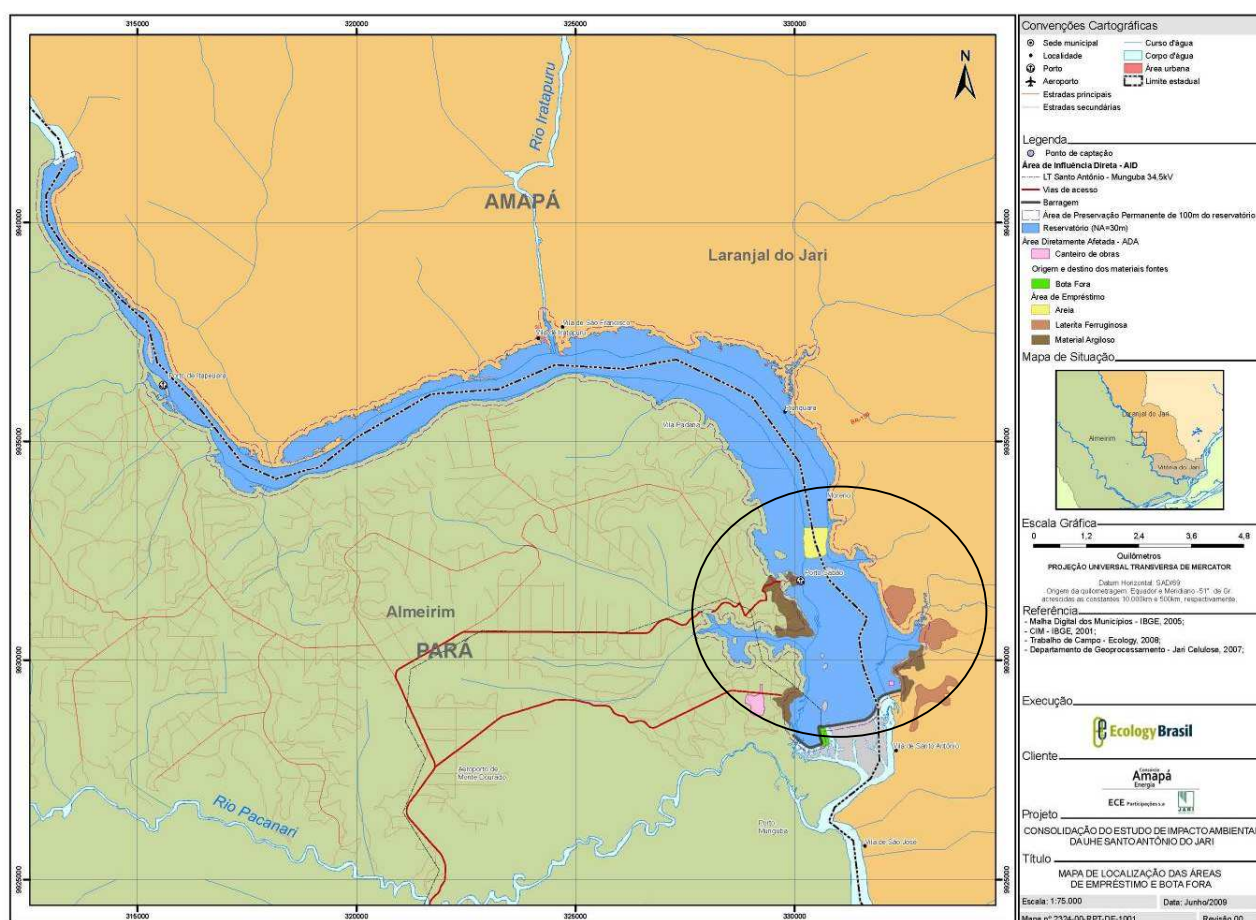


Figura 2. Em destaque (círculo) as áreas que serão diretamente impactadas para retirada de argila, areia e rochas necessárias para as instalações da UHE Santo Antônio do Jari (modificado do Estudo de Impacto Ambiental - UHE Santo Antônio do Jari, 2009).

O reservatório, no NA máximo normal, 30,00m, acumula um volume da ordem de $133,39 \times 10^6 \text{m}^3$, ocupando uma área longitudinal de 32,25 Km. Em relação à sua largura, observa-se que a modificação maior das margens do rio se dá no lado do Amapá, pela maior extensão das várzeas. A margem direita mostra um relevo mais íngreme, estando, assim, menos sujeita ao remanso (Figura 3).

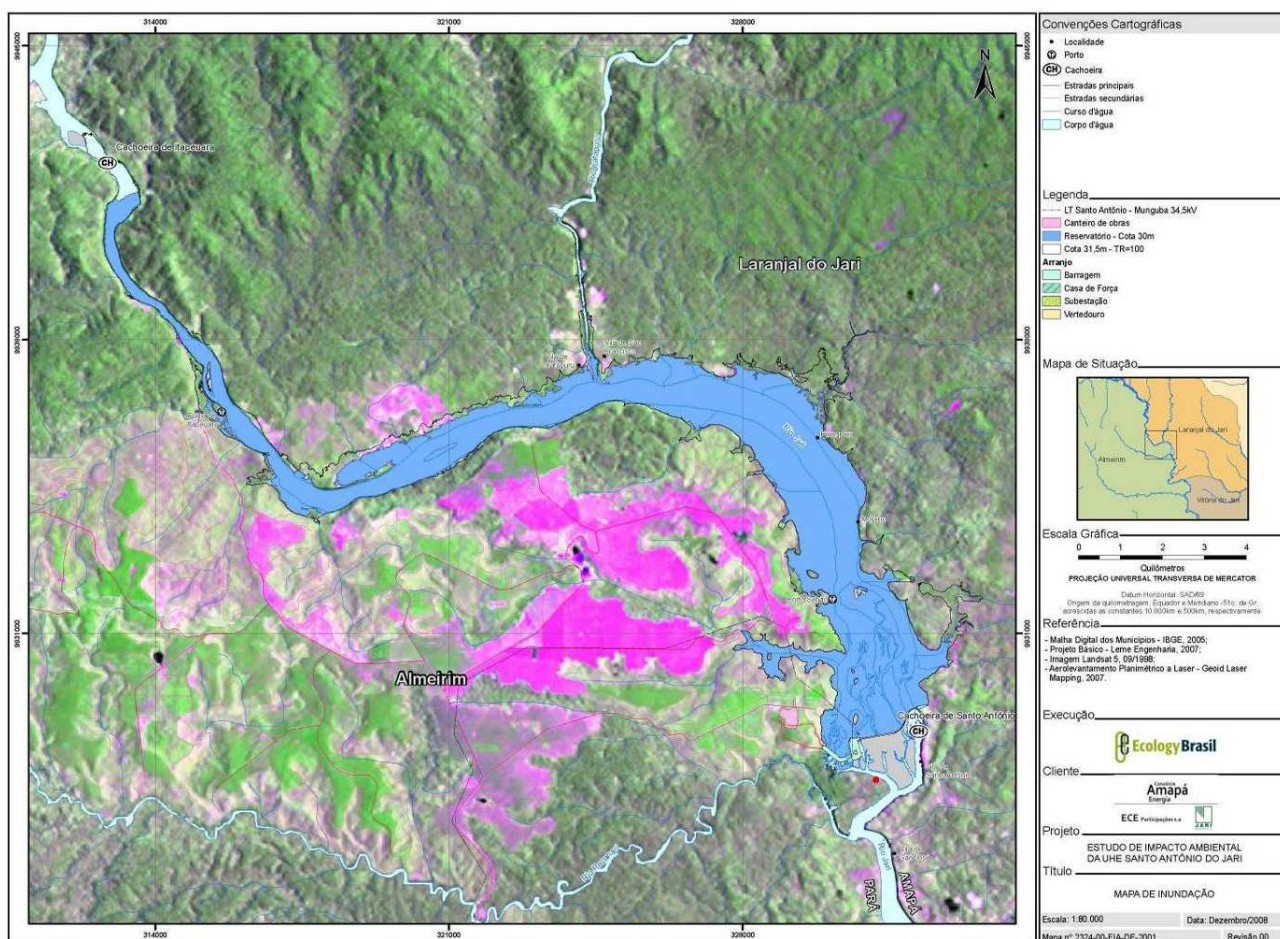


Figura 3. Mapa de inundação previsto para a UHE Santo Antônio do Jari (Estudo de Impacto Ambiental - UHE Santo Antônio do Jari, 2009).

O empreendimento apresenta alto potencial de interferir na matriz das jazidas fossilíferas; portanto, o programa de paleontologia se faz necessário para monitorar as atividades do empreendimento, para prospectar jazidas fossilíferas que serão impactadas pelo reservatório, e eventual resgate de fósseis que por ventura sejam identificados.

3. GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

3.3. 3.1. INTRODUÇÃO

O empreendimento localiza-se na sub-bacia sedimentar do Baixo-Amazonas que contempla sedimentos depositados durante o Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico, demonstrando-se, de fato, uma área de riquíssimo potencial paleontológico. A Figura 4 representa as unidades geológicas aflorantes nessa porção da bacia sedimentar.

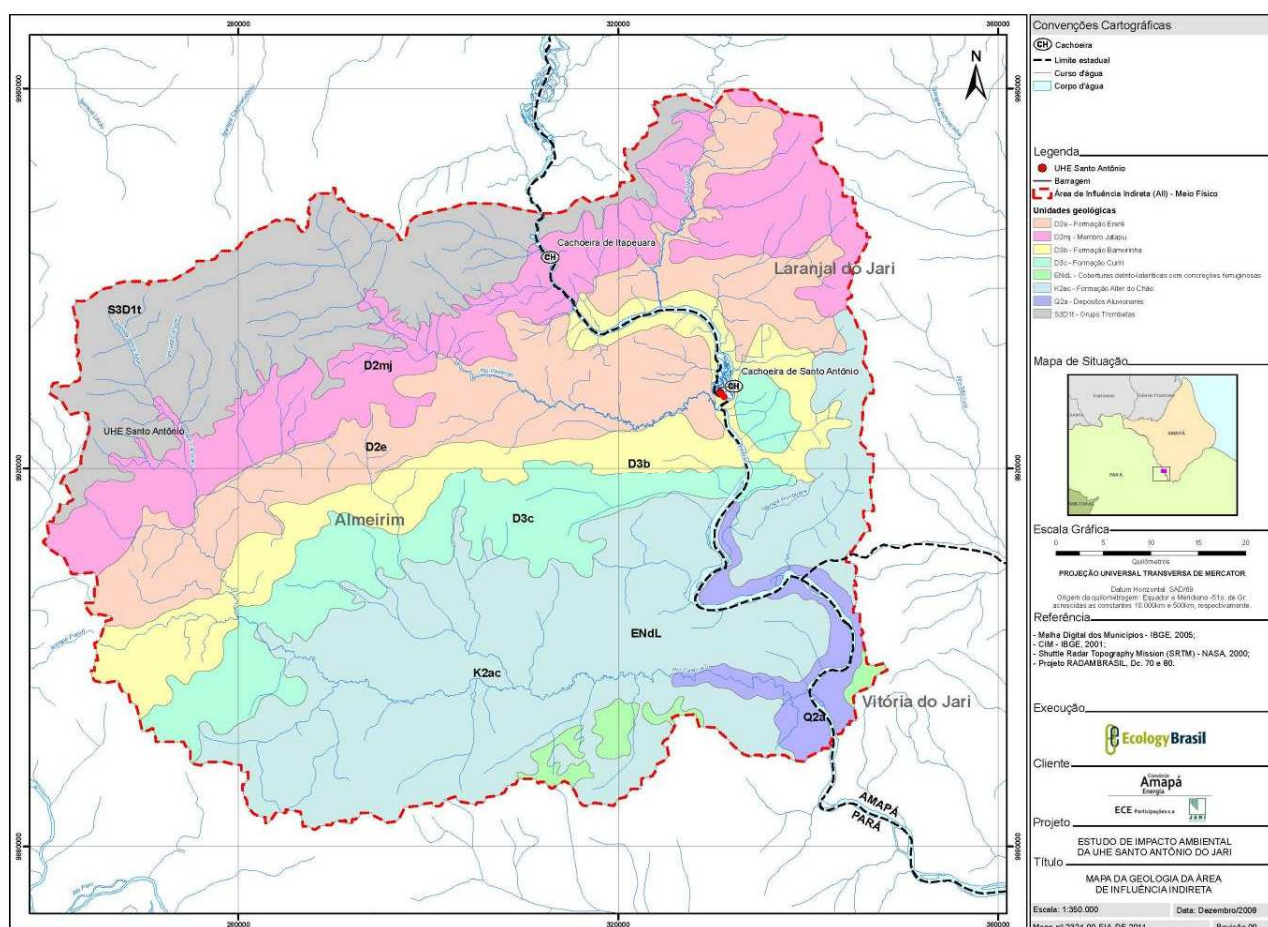


Figura 4. Mapa Geológico da Área de Influência Indireta da UHE Santo Antônio do Jari (Estudo de Impacto Ambiental - UHE Santo Antônio do Jari, 2009).

Mais detalhadamente, a sub-bacia do Baixo-Amazonas, nessa região, em superfície, apresenta litologias do Grupo Urupadi (Formações Maecuru e Ererê, de idade devoniana média), Grupo Curuá (Formações Barreirinha e Curiri de idade devoniana superior) e Grupo Javari (Formação Alter-do-Chão de idade cretácea superior à terciária). Adicionalmente, um pouco mais distante às áreas diretamente afetadas e de influência indireta da usina, encontra-se o Grupo Trombetas, também potencialmente fossilífero e, possivelmente, localizado em rochas de subsuperfície na área do canteiro de obras.

Na Área Diretamente Afetada do empreendimento (ADA) afloram sedimentos do Grupo Urupadi, onde são descritos trilobitas, fósseis de braquiópodes, moluscos, ostracodes, escolecodontes e tentaculídeos e do Grupo Curuá, onde são descritos restos de braquiópodes inarticulados, além de bivalves, gastrópodes e nautilóides. A Formação Curiri é constituída por argilitos e siltitos arenosos com laminações tortas, intercalados por arenitos e grauvacas (Foto 1 e Foto 2). A Formação Ererê é constituída por arenitos micáceos de

granulometria fina com camadas subordinadas de silte e folhelhos (Foto 3). Relaciona-se esses depósitos a tempestades.

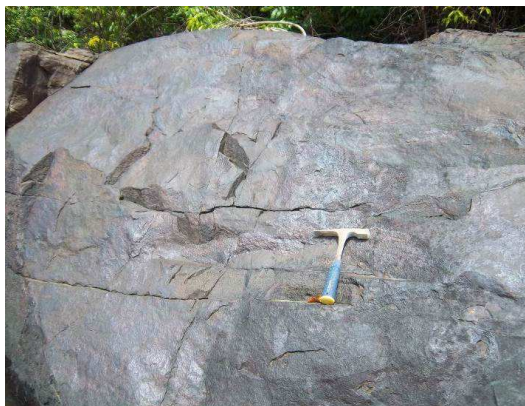


Foto 1. Formação Curiri aflorante às margens do Rio Jari na ADA.



Foto 2. Detalhe da Formação Curiri, mostrando siltes em estratificação de laminação torta. Afloramento localizado na margem direita do rio Jari (ADA).

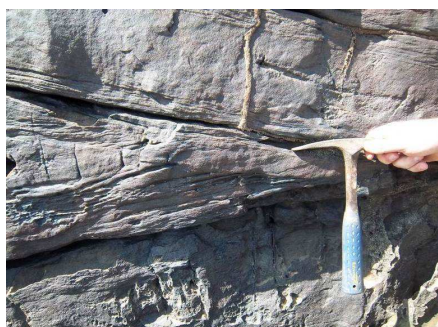


Foto 3. A) Formação Ererê aflorante em uma ilha localizada no rio Jari; B) arenito com estratificações cruzadas; C) arenito com estruturas do tipo hummocky associados a tempestades.

Já para a All afloram sedimentos do Grupo Trombetas, ricamente fossilífero com presença de invertebrados e icnofósseis, e do Grupo Alter-do-Chão, com a presença de fragmentos de vegetais superiores, âmbar, marcas de raízes, restos de peixes, ostracodes, conchostráceos e dinossauria. É o Grupo Javari com sua Formação Alter-do-chão, contudo, a que mais se destaca com presença de arenitos médios a grossos avermelhados, com seixos por vezes formando níveis e com raras intercalações de siltitos (Foto 4 e Foto 5). São encontradas também marcas onduladas e abundância de icnofósseis nesses sedimentos (Foto 6 e Foto 7). Vários são os afloramentos da Formação Alter do Chão localizados nas estradas que cercam a área de construção da usina. Apesar de não serem encontrados fósseis, essa formação reveste-se de grande importância paleontológica, pois um dente de terópoda foi descrito em seus sedimentos (Price, 1960) abrindo a possibilidade de entendimento da diversificação desses vertebrados pela América do Sul durante o Cretáceo. Adicionalmente a

Formação Alter do Chão apresenta sedimentos cenozóicos com possibilidade da preservação de animais vertebrados.

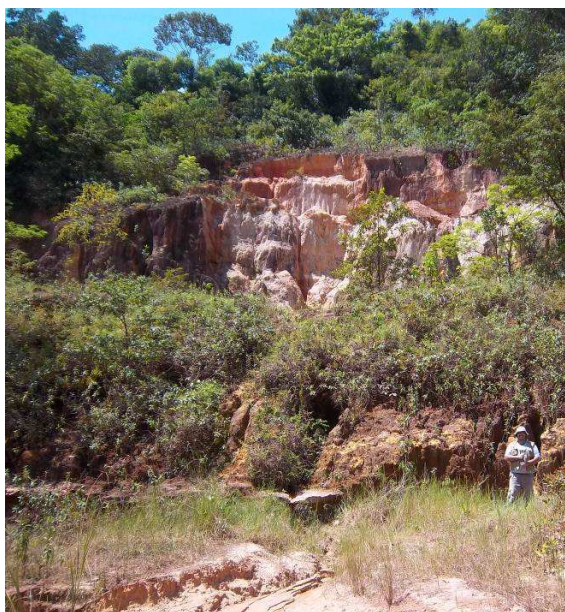


Foto 4. Formação Alter do Chão aflorante na All da UHE Santo Antônio do Jari.

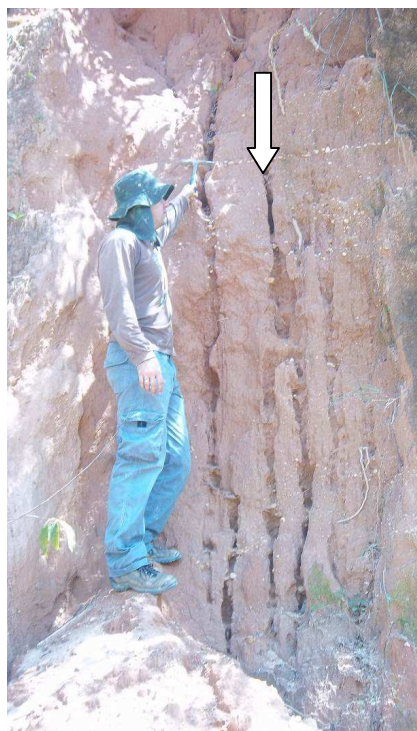


Foto 5. Níveis de seixos encontrados na Formação Alter do Chão (seta).



Foto 6. Marcas onduladas encontradas na Formação Alter do Chão.



Foto 7. Prováveis icnofósseis encontrados na Formação Alter do Chão

4. CONTEXTO PALEONTOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO

O registro fóssil para a sub-Bacia sedimentar do Baixo Amazonas (estados do Pará e Amapá) está intimamente relacionado às descrições fossilíferas da Bacia do Amazonas como um todo. Contudo, exposições paleozóicas são relativamente raras nessa bacia, devido à densa cobertura florestal e à vasta distribuição dos regolitos e das coberturas meso-cenozóicas. Os afloramentos estão localizados às margens do rio Jari. Apesar da relativa riqueza em microfósseis marinhos, os estratos paleozóicos da Bacia do Amazonas geralmente são datados e correlacionados por meio de microfósseis recuperados de poços e sondagens. Esses consistem sobretudo em palinóforos (em geral miósporos, quitinozoários, acritarcos e prasinofícias) ocorrentes em grande parte do Paleozóico regional. A biostratigrafia paleozóica da bacia foi estabelecida e tem sido constantemente aprimorada com base em três grandes grupos de palinóforos: (a) miósporos (esporos e grãos de pólen), particularmente úteis a partir do Devoniano; (b) quitinozoários (restritos ao intervalo Ordoviciano-Devoniano); e (c) microfítolâncton de parede orgânica (acritarcos, prasinofícias e formas afins), regionalmente mais comum no intervalo Siluriano-Devoniano. Além dos miósporos, certos elementos da microfauna marinha (foraminíferos e conodontes) também apresentam bom potencial para o refinamento bioestratigráfico da seção carbonática Neopaleozóica (Lemos & Medeiros, 1989; Altiner & Savini, 1995).

O conteúdo microfossilífero da Bacia do Amazonas está presente quase que exclusivamente em sua sequência paleozóica. Este conteúdo é constituído principalmente por tafocenoses portadoras de restos de invertebrados que viveram nos mares epicontinentais intermitentes que, a partir do Siluriano, cobriam a região amazônica durante a maior parte do Paleozóico. Fósseis de vertebrados, representados por ictiofósseis, são escassos. Nas unidades litoestratigráficas depositadas em ambientes costeiros e continentais, foram encontrados restos vegetais, icnofósseis e vertebrados (dentes de terópodes).

A seguir, são descritos dentro de cada unidade sedimentar aflorante na ADA e All do empreendimento, sua potencialidade fóssilífera.

a) Grupo Trombetas

O conjunto fóssilífero deste Grupo é composta por acritarcos, quitinozoários planctônicos, criptósporas, escolocodontes e fragmentos de matéria orgânica, apresentando os seguintes espécimes: *Arthrophyucus harlani*, *Arthrophyucus alleghaniensis*, *Anabaia paraia*, *Baltisphaeridium aniae*, *Baltisphaeridium capillatum*, *Baltisphaeridium pilar*, *Baltisphaeridium carinosum*, *Cymbosphaeridium pilar*, *Cymatiosphaera marisae*, *Cymbosphaeridium cf. ravum*, *Dactylofusa maranhensis*, *Domasia trispinosa*, *Deunffia furcata*, *Deunffia monospinosa*, *Deunffia ramusculosa*, *Domasia bispinosa*, *Domasia rochesterensis*, *Domasia limaciforme*, *Domasia canadensis*, *Domasia amphora*, *Dateriocradus monterrosae*, *Deunffia brevispinosa*, *Dactylofusa striatifera*, *Dactylofusa tenuistriata*, *Dactylofusa cucurbita*, *Eisenackidium ramiformis*, *Gorgonisphaeridium bringewoodense*, *Hélios aranaides*, *Leiofusa kiryanovii*, *Leiofusa filifera*, *Multiplicisphaeridium fisheri*, *Micrhystridium intonsurans*, *Micrhystridium stellatum*, *Multiplicisphaeridium*

caperoradiola, *Multiplicisphaeridium saharicum*, *Multiplicisphaeridium scaber*, *Neoveryhachium carminae*, *Neoveryhachium carminae*, *Oppilatala insolita*, *Perforela perforata*, *Polysphaeritae*, *Pelecypodichnus* sp., *Pterospermopsis marysae*, *Salopidium wenlockensis*, *Salopidium granuliferum*, *Tylotopala pyramidalis*, *Tyrannus giganteus*, *Visbysphaera erratica*, *Veryhachium rhomboidium*, *Visbysphaera microspinosa*, *Visbysphaera dilatispinos* e *Veryhachium europaeum* (Hakes, 1985; Pienkowski, 1985; Le Hérissé, 1989; Grahn & Melo, 1990; Fernandes & Borgi, 1996; Grahn, 2005).

b) Grupo Urupadi

Esta formação é subdividida nos membros Jatapu e Lontra, e apresenta espécies fósseis de braquiópodes, bivalves, tentaculídeos, trilobitas, crinóides, gastrópodes e belerofontídeos (Ponciano & Machado, 2007). Dentre estes, os espécimes mais encontrados são: “*Schuchertella*” *agassizi* (Rathbun, 1874), *Ptychopteria eschwegei* (Clarke, 1899), *Monstrocrinus securifer*, *Laudonomphalus regularis*, *Laudonomphalus ornatus*, *Exaesioidiscus acutus*, *Exaesioidiscus aff. minutus*. (Scheffler et al., 2006) e os trilobitas da espécie *Eldredgeia paituna*, conchas de bivalves da espécie *Cucullella triquetra*, além de gastrópodes, crinóides e *Tentaculites* sp. (Melo, 1987).

c) Grupo Curuá

Neste grupo litoestratigráfico são encontrados os espécimes: *Lingula gracana* e *Orbiculoidea lodensis*, além de pequenos exemplares das espécies de bivalves *Paleoneilo sculptilis* e *Cucullella triquetra*, gastrópodes e o nautilóide *Spyroceras meloi* (Petri & Fúlfaro, 1983).

d) Grupo Tapajós

No Grupo Tapajós, os espécimes mais encontrados são: *Brasilioproductus chandelessi* e *Buxtonioides amazonicus*, *Vittatina costabilis*, *Vittatina vittifera*, *Vittatina subsaccata* e *Vittatina saccata*.

e) Grupo Javari

No Grupo Javari, última sequência sedimentar da Bacia do Amazonas são encontrados fósseis vegetais e animais (truncos, folhas, carófitas, ostracodes, escamas, dentes e ossos), icnofósseis *Thalassinoides*, *Ophiomorpha*, *Skolithos*, *Gyrolithes*, *Planolites*, *Diplocraterion*, *Taenidium*, *Psilonichnus*, *Palaeophycus*, *Teichichnus*, *Chondrites*, *Rhizocorallium*, *Phycosiphon* e *Cylindrichnus* (Price, 1960; Góes et al., 1990; Távora & Silva, 2001; Netto & Rossetti, 2003; Rossetti & Santos Jr., 2004).

5. JUSTIFICATIVAS

Os fósseis já descritos na literatura para essas formações (Silva & Fonseca, 2005; Scheffler et al., 2006 e Ponciano & Costa, 2007a,b, para alguns exemplos) são provenientes de coletas realizadas por pesquisadores que no século XIX e início do século XX, que de maneira desbravadora, conseguiram armazená-los em coleções científicas (Ghilardi & Simões, 2007). Tal fato por si só realça a importância do acompanhamento do material fossilífero no empreendimento. Ademais, a abundância de formações paleontológicas com alto



potencial de conter fósseis demonstra a importância do acompanhamento das atividades. De fato, são escassos os trabalhos que versam sobre a paleontologia, de forma mais geral, e com a tafonomia, sistemática e paleoecologia dos fósseis do baixo Amazonas.

Dessa maneira, essa é uma oportunidade única de gerar coleções paleontológicas coletadas a partir de um projeto de pesquisa e rigor metodológico (e.g., escavações estratigráficas, estudos geomorfológicos e geológicos dos estratos fossilíferos, estudos tafonômicos, e registro primoroso, entre outros). Os dados obtidos de um estudo detalhado, como o proposto nesse projeto, auxiliarão numa maior compreensão da evolução ambiental da região amazônica, notadamente da região oriental.

6. OBJETIVOS

Os principais objetivos do Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico são:

1. Identificar, de forma sistemática e assistemática, os sítios paleontológicos em risco pela implantação do empreendimento;
2. Verificar a possibilidade de preservação dos sítios paleontológicos identificados;
3. Proceder ao salvamento, em campo, dos sítios que não puderem ser preservados;
4. Descrição detalhada das ocorrências fossilíferas na área de influência direta e indireta da UHE Santo Antônio do Jari;
5. Descrição da estratigrafia local e elaboração de correlações litoestratigráficas para toda a área do empreendimento (All e AID);
6. Monitoramento das áreas com potencial fossilífero, e onde ocorrerão intervenções diretas do empreendimento;
7. Resgate das ocorrências fósseis que por ventura ocorram durante o monitoramento;
8. Contribuições em estudos tafonômicos, paleoecológicos e paleoambientais, na região amazônica;
9. Geração de uma cronobioestratigrafia através de datações absolutas dos fósseis e estratos associados;
10. Busca por marcadores cronoestratigráficos para a sub-bacia do Baixo Amazonas a partir de correlações lito e bioestratigráficas (e.g., camadas guia);



11. Investigar outros tipos de fósseis ainda não registrados na AID e AII, como espongiários, icnofósseis, invertebrados etc.;
12. Geração de um arcabouço estratigráfico-sedimentar para a AID e AII;
13. Curadoria e descrição detalhada dos fósseis coletados em laboratório;
14. Divulgação do conhecimento produzido às comunidades locais e regionais e à comunidade científica nacional, bem como aos funcionários diretamente ligados às atividades de escavação na AID;
15. Fomentar a valorização do patrimônio paleontológico regional pelas comunidades locais, sobretudo a população ribeirinha, buscando incentivar atitudes positivas de preservação dos registros fossilíferos da região;
16. Preservação do Patrimônio Paleontológico.

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O projeto ora proposto apresenta diversas fases de trabalho de campo, e a metodologia a ser adotada será específica para cada etapa.

7.1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES ANTERIORES

Essa etapa prevê o levantamento de informações a respeito das ocorrências fósseis na região como um todo, a partir de registros oficiais e informais.

As prováveis ocorrências fósseis da região estarão associadas a sedimentos paleozóicos oxidados que margeiam o Rio Jari. O levantamento com as populações ribeirinhas e moradores locais poderá informar áreas ainda com mais potencial fossilífero.

7.2. AQUISIÇÃO DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Essa etapa diz respeito ao levantamento de documentos já produzidos para região, em termos geológicos (e.g., testemunhos de furos geológicos) e principalmente paleontológicos. A análise pormenorizada de trabalhos científicos, laudos e relatórios serão de suma importância e nortearão as decisões a respeito dos locais potenciais para coleta e preservação do patrimônio paleontológico da região.



7.3. FOTOINTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DE IMAGENS DE SATÉLITE

Essa etapa consiste no levantamento e aquisição de material cartográfico e produtos de sensoriamento remoto, utilizando-se fundamentalmente os mesmos sensores empregados em geologia, quais sejam imagens de satélite, imagens de radar e fotografias aéreas, além das bases cartográficas, todas em escalas compatíveis com o trabalho a ser executado. A análise desse material permitirá uma maior compreensão das áreas favoráveis à sedimentação das áreas de influência direta e indireta, norteando decisões a serem tomadas na busca por sítios paleontológicos.

A interpretação dessas diferentes fontes irá produzir um mapa com áreas de maior potencial para ocorrência de rochas desnudas e conseqüentemente, áreas com maior potencial para ocorrência de fósseis. Serão nesses locais que se dará a intensificação prospectiva em subsuperfície visando ocorrência dos fósseis.

7.4. MONITORAMENTO

A implementação do canteiro de obras (e.g., alojamentos, refeitórios, canteiro industrial, ensecadeiras, canais, barragens, desvios, subestações, bota-foras, e áreas de empréstimo) da usina hidrelétrica não envolverá escavações em rochas sedimentares (Figura 5) estando, a princípio, limitada a ações em rochas diabásicas (fundação das estruturas).

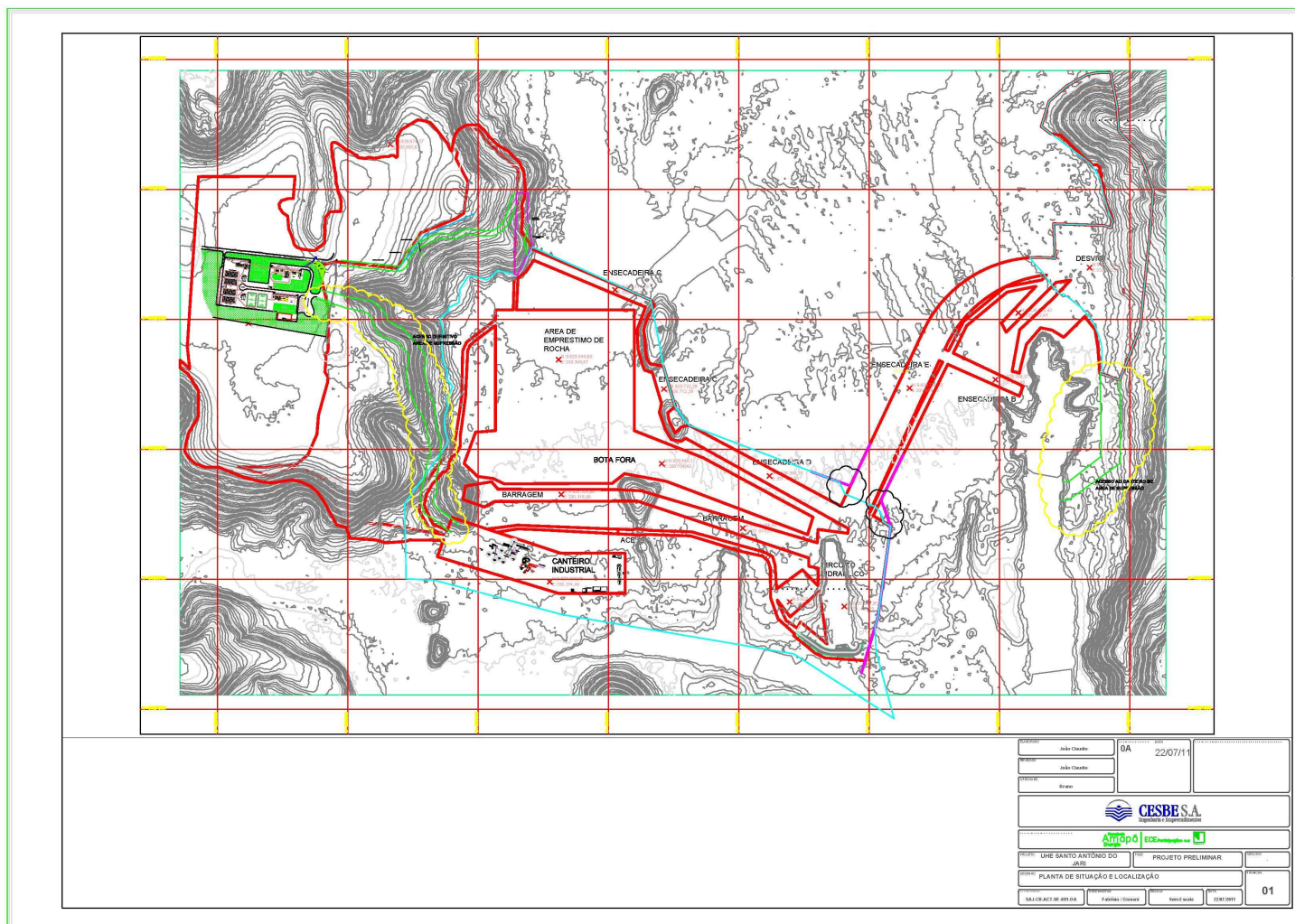


Figura 5. Área da UHE Santo Antônio do Jari com localização das estruturas e áreas de empréstimos.

Por exemplo, o testemunho SM 716, quando visto em perfil na região do canteiro de obras (Figura 6), apresenta cotas altimétricas de suas rochas sedimentares fora da área de escavação do canteiro de obras. Os testemunhos SM-717, SM-720 e SP-09, também na área do canteiro de obras, seguem o mesmo padrão onde não há registro de rochas sedimentares nas cotas altimétricas referentes às áreas de intervenção.

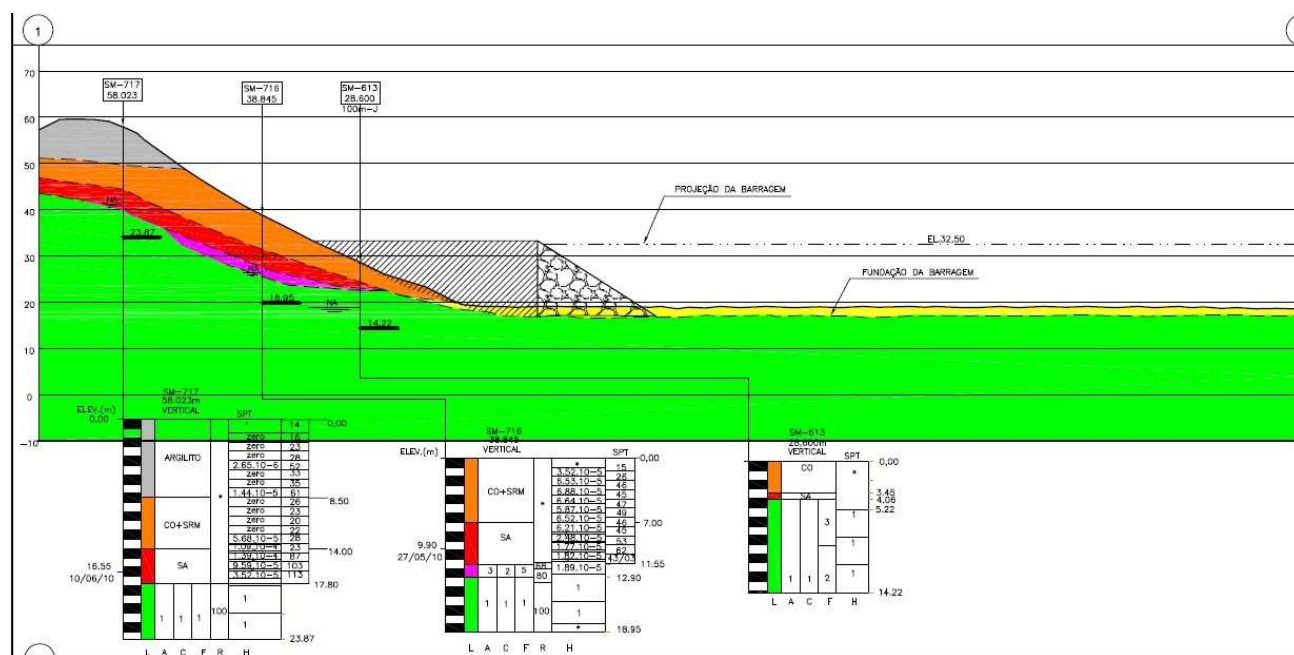


Figura 6. Corte longitudinal da região do canteiro de obras da Usina Hidrelétrica de Jari. Reparar que o furo de sondagem SM-716, na região de obras, só abarca rochas do tipo diabásio (figura alterada de mapas da empresa ECE Participações).

Uma vez que todas as escavações a serem realizadas na área do canteiro de obras serão realizadas em rochas diabásicas que não apresentam potencial fossilífero, não há necessidade de monitoramento paleontológico na área do canteiro de obras.

7.5. LEVANTAMENTO NA ÁREA DO RESERVATÓRIO

Na área do futuro reservatório da UHE Santo Antônio do Jari o levantamento de afloramentos com potencial fossilífero será realizado com base nos itens 7.1, 7.2 e 7.3 acima e; sobretudo, através de levantamento *in situ* da área do reservatório - visitas e observações de afloramentos durante etapas de campo com equipe de paleontologia.

7.6. COLETA DE FÓSSEIS

7.6.1. Paleoinvertebrados e Paleovertebrados



A coleta de fósseis *in situ* nunca foi realizada por paleontólogos especializados no Estado do Amapá, sendo essa uma chance única de estudos envolvendo questões estratigráficas, paleoecológicas, paleoambientais e tafonômicas, obtidas a partir de uma coleta minuciosa e cuidadosa do material fóssilífero. A importância do controle estratigráfico, para a elucidação de questões paleontológicas é inegável e tem recebido cada vez mais atenção pela comunidade científica.

A fim de que não haja perda de informações tafonômicas durante o processo de retirada dos fósseis serão realizadas, previamente, as seguintes etapas:

- 1) descrição detalhada, em fichas de campo, da camada sedimentar em que o fóssil se encontra (relação com os limites da camada e das estruturas sedimentares internas);
- 2) anotação da orientação azimutal do fóssil na rocha;
- 3) descrição detalhada das camadas sedimentares sotopostas e sobrepostas à camada fóssil, com elaboração de perfil estratigráfico;
- 4) registro fotográfico.

Uma vez realizadas as anotações cabíveis, a retirada do fóssil do afloramento será realizada.

Para a completa exumação dos fósseis de vertebrados da camada sedimentar, a retirada será feita em blocos de rocha, contendo o fóssil (ou conjunto de fósseis) em seu interior, uma vez que a rocha circundante poderá ser seccionada em laboratório para observações de feições bioestratinômicas (grau de empacotamento, distribuição dos fósseis na matriz) como sugerido por Simões & Ghilardi (2000).

O processo de coleta dos fósseis, como dito anteriormente, deve ser uma etapa cuidadosa e detalhada. Os fósseis de invertebrados são encontrados, nesse caso em específico, no interior de rochas extremamente litificadas e oxidadas. Sua retirada da matriz deverá ser feita através do uso de martelo-rompedor que permitirá a retirada dos exemplares sem sua deterioração. Já no caso dos fósseis de vertebrados, eles são encontrados, em sua grande maioria, frágeis e muito fragmentados, o que requer um cuidado especial no momento de sua retirada do afloramento. Para que não haja uma maior fragmentação dos fósseis, bandagens de gesso são comumente utilizadas. Uma vez retirado o bloco de rocha contendo o fóssil, este será envolvido com papel molhado para que as bandagens com gesso, que serão colocadas a seguir, não grudem no fóssil e na rocha sedimentar. A proteção do bloco com camadas de gesso permite uma maior segurança no processo de transporte do fóssil até o laboratório. Em ambos os casos será anotada ainda a orientação azimutal, e o mergulho da camada em relação ao acamamento.



7.6.2. Palinomorfos e Palinofácies

As reconstruções paleoecológicas de ambientes do passado são amplamente baseadas nos estudos palinológicos de sedimentos. Os objetos de estudos palinológicos são palinomorfos (polens e esporos de plantas terrestres e aquáticas vasculares, microalgas, esporos de fungos e microforaminíferos).

Para fins analíticos dos palinomorfos, os sedimentos devem ser coletados de forma a não interferir na sequência deposicional natural, uma vez que a análise palinológica se fundamenta no princípio estratigráfico de que os sedimentos mais profundos foram depositados anteriormente e, portanto, são mais antigos que os sedimentos do topo (Salgado-Labouriau, 1961, 1973; Faegri & Iversen 1989).

De modo geral, para coleta, tratando-se de sedimentos Paleozóicos e Mesozóicos, amostras de rochas serão retiradas para posterior análise laboratorial. As rochas devem ter o menor contato possível com a atmosfera, sendo, portanto, coletadas em camadas mais profundas, para que não haja contaminação secundária. Uma vez realizado isso, elas são embaladas com anotações precisas da localização geográfica e estratigráfica de sua coleta para posterior identificação de seus microfósseis

7.7. ANÁLISES LABORATORIAIS

Todos os vestígios evidenciados ao longo dos trabalhos de salvamento paleontológico serão posteriormente analisados em laboratório, com utilização de técnicas apropriadas para cada grupo fóssil e tipos diferentes de sedimentos.

Para as análises de microfósseis nas amostras coletadas, pretende-se utilizar dos serviços da Petrobras para datação absoluta dos sedimentos uma vez que os mesmos têm idades Paleozóicas e Mesozóicas dificultando sua interpretação. Contatos já existentes com pesquisadores do Cenpes (Petrobras) do Rio de Janeiro facilitarão esse tipo de análise.

Vale ressaltar que o laboratório de paleontologia de microfósseis de invertebrados (LAPALMA) da Universidade Estadual Paulista, servirá como reserva técnica, bem como sua infra-estrutura utilizada para fins de análise de todo material evidenciado.

8. ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO EM PALEONTOLOGIA

A Paleontologia é uma ciência histórica que engloba aspectos relacionados às áreas de Geologia e Biologia. Tal como uma ciência multidisciplinar, a Paleontologia interrelaciona-se, de forma muito particular, com



múltiplas atividades do cotidiano da sociedade, como por exemplo: em contexto escolar de educação formal em ciências naturais; em contextos de divulgação/ficção científicas; em contextos relacionados com atividades de colecionismo; ou em contextos políticos, por vezes conflitantes, de planejamento e ordenamento do território (Henriques, 2007). Ainda assim, a imagem que os cidadãos têm desta ciência e o valor que atribuem aos seus objetos de estudos – os fósseis – estão muito longe de perspectivas que defendem a Paleontologia como uma chave para a compreensão do passado e para a resolução de problemas atuais (Anelli, 2002; Henriques, 2007). A educação, enquanto instrumento de humanização, socialização e direcionamento social, torna-se, nesse contexto, fundamental como agente de mudança social (Lima, 1999).

8.1. PÚBLICO-ALVO E OBJETIVOS

No canteiro de obras, o público-alvo serão os profissionais ligados, direta ou indiretamente, às atividades de implantação do empreendimento, de modo a evitar que, por desconhecimento, esses profissionais venham, eventualmente, a danificar material fossilífero. As ações realizadas com os profissionais que trabalham no canteiro de obras, bem como na área de reservatório do empreendimento, terão como objetivo principal esclarecê-los sobre a importância dos fósseis como bens científicos e culturais capazes de trazer valiosas informações sobre a história natural da região. Além disso, é importante que esses profissionais sejam capazes de reconhecer, ainda que de maneira preliminar, exemplares fósseis que possam ser evidenciados durante os trabalhos de construção civil na AID e na AII.

Durante o desenvolvimento das atividades de prospecções na área do reservatório, o público-alvo será a população ribeirinha e a comunidade do entorno, uma vez que suas casas assentam-se sobre as rochas fossilíferas. Às ações de divulgação da Paleontologia e de educação para a preservação e valorização do patrimônio fossilífero junto a essas comunidades, devem ser somados os trabalhos de levantamento de informações sobre ocorrências fossilíferas. A valorização do conhecimento popular, além de trazer benefícios para o andamento do estudo científico, colabora para a aproximação dos pesquisadores com a comunidade, gerando oportunidades para que se dê o trabalho de conscientização sobre a importância do acesso aos fósseis mantidos em coleções particulares, incentivando a doação desse material a instituições de pesquisa e de divulgação científicas.

Em relação à cidade de Laranjal do Jari (Amapá) e do distrito de Monte Dourado, na cidade de Almeirim (Pará), diretamente afetadas pela implantação do empreendimento, nada se tem sobre ocorrências fósseis. Essa última localidade, entretanto, possui um museu local da história da região que poderá ser utilizado como espaço para a realização de ações educativas para a população urbana.

Ações educativas serão realizadas ainda junto à comunidade escolar presente na AID e na AII, já que a conscientização é o primeiro passo para a preservação do patrimônio fossilífero, sendo um dos componentes



principais desse processo a integração ciência - educação. O objetivo principal das ações junto aos professores de Ensino Infantil, Fundamental e Médio é o de formar agentes multiplicadores que possam manter a divulgação e o ensino de paleontologia mesmo após o término do *Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico*. Já o trabalho direto com os estudantes visará principalmente conquistar a atenção desse público, tornando-os divulgadores da Paleontologia e defensores do patrimônio fossilífero em sua própria comunidade.

8.2. MÉTODOS

O maior desafio dos trabalhos de Educação em Paleontologia, ligados à implantação de empreendimentos está na heterogeneidade do público-alvo. Os métodos de divulgação e educação utilizados durante o desenvolvimento do programa precisam ser claros e acessíveis aos vários tipos de público que serão atingidos, permitindo a compreensão dos conceitos relacionados a essa ciência por pessoas com diversos níveis de formação (Perez *et al.*, 2009).

Para que o conhecimento científico chegue ao público em geral, é necessário que haja a transposição de uma linguagem extremamente específica para uma linguagem acessível. Dessa forma, a elaboração de um livreto educativo, que traga, em texto simples e ilustrado, explicação sobre os principais conceitos relacionados à Paleontologia, bem como fotos e figuras dos tipos fósseis mais comuns na região, será utilizada como ferramenta de aproximação com os diversos tipos de público e também como um manual de auxílio à identificação dos fósseis pela população. Esse livreto deverá ser distribuído em entidades de grande alcance, como instituições comunitárias e secretarias de educação e cultura, bem como entre os trabalhadores do canteiro de obras, em particular aqueles que podem, eventualmente, encontrar fósseis durante suas atividades profissionais. Para todos os públicos que serão atingidos pelo livreto haverá, complementarmente, a aplicação de metodologias apropriadas a cada grupo, como descritas abaixo.

8.3. PARA OS PROFISSIONAIS LIGADOS À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Entre as ações voltadas especificamente para este público-alvo, que deve compreender principalmente profissionais da área ambiental e de setores responsáveis pela movimentação de terra e rocha, tanto vinculados ao empreendedor quanto às empreiteiras, estão previstas participações da equipe de Paleontologia nos Treinamentos Diários de Segurança, bem como a realização de exposições didáticas sobre o tema. O contato desses profissionais com os fósseis deve ser promovido sempre que possível, pois colabora para a compreensão de sua importância e valor científico. Quando a exposição de fósseis no canteiro de obras não for possível, realizar-se-á a exposição de réplicas fósseis e de maquetes e modelos que ilustrem conceitos importantes sobre essa ciência, tornando-os mais claros.



Para esse público, será elaborada ainda uma filipeta informativa com os contatos da equipe de Paleontologia, de modo que os profissionais ligados à implantação do empreendimento saibam prontamente quem contatar caso localizem material fóssilífero durante os trabalhos nas áreas do canteiro de obras ou do reservatório.

8.4. PARA AS COMUNIDADES DO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO (RURAI E URBANAS)

Para as comunidades do entorno, também está prevista a realização de exposições didáticas, nos mesmos moldes daquelas realizadas para os profissionais ligados à implantação do empreendimento. Essas exposições deverão ocorrer em locais públicos e de fácil acesso para a população local, tal como o museu do distrito de Monte Dourado (PA). Para as comunidades rurais, deverão realizar-se exposições itinerantes, apresentadas em centros comunitários ou em espaços similares.

Paralelamente às exposições para as comunidades do entorno serão realizadas atividades educativas buscando esclarecer esses grupos sobre a Paleontologia, bem como mantê-los informados sobre os resultados obtidos pelos trabalhos paleontológicos na área do empreendimento. Às crianças serão oferecidas oficinas educativas com utilização de material didático desenvolvido especialmente para trabalhar temas de Paleontologia; aos adultos serão oferecidas palestras com auxílio de recursos multimídia.

8.5. PARA AS COMUNIDADES ESCOLARES (RURAI E URBANAS)

Entre as comunidades escolares, as ações educativas deverão ser voltadas ao corpo docente das instituições de ensino de Laranjal do Jari (AP) e do distrito de Monte Dourado (PA). Para a formação complementar de professores em Paleontologia, realizar-se-á oficinas educativas em que serão revistos os principais conceitos envolvidos com essa ciência, apresentando ainda modos de abordá-los em sala de aula com estudantes de diferentes faixas etárias. Essas oficinas deverão ser organizadas em parceria com as secretarias estadual e municipal de educação, visando alcançar o maior número de educadores possível e contarão, quando possível, com visitas guiadas durante escavações a sítios paleontológicos na área do empreendimento.

O controle de todas as atividades educativas e de divulgação realizadas pelo *Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico* será feito em fichas específicas, discriminando o tipo de público e instituição (quando couber) atendidos, o número de visitantes, a duração das atividades e demais informações de interesse. O registro fotográfico das atividades também será realizado regularmente e comporá o banco de dados do programa.

Para a realização das ações previstas, é importante que o subprograma de Educação em Paleontologia mantenha relação estreita com os seguintes programas previstos pela Jari Energia: Programa de Comunicação Social, Programa de Educação Ambiental e Programa de Gestão Ambiental.

9. EQUIPE TÉCNICA

Dr. Renato Kipnis (Scientia Consultoria Científica Ltda)

Dr. Renato Pirani Ghilardi (UNESP/Bauru)

Ms. Marcos César Bissaro Júnior (Scientia Consultoria Científica Ltda)

Ms. Cassiana Perez (Scientia Consultoria Científica Ltda)

Estagiários

Auxiliares

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANELLI, L.E., 2002. *O passado em suas mãos: guia para a coleção de réplicas*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 28p.
- ECOLOGY BRASIL, 2009. Estudo de Impacto Ambiental – UHE Santo Antônio do Jari.
- FAEGRI, K & IVERSEN, P. 1989. Text-Book of pollen analysis. Nova Iorque, John Wiley e Sons, 4.ed.
- GHILARDI, R. P.; SIMÕES, M. G., 2007. History and Development of Trilobite Research in Brazil. In: E. Landing; D.G. Mikulic; J. Kluessendorf. (Org.). *Fabulous fossils--300 years of worldwide research- New York State Museum Bulletin*. New York: New York Museum Press, v. 507, p. 97-104.
- GHILARDI, R.P. & BISSARO JR., M.C., 2011. Relatório Técnico – Visita a afloramentos com potencial fossilífero na área de implantação da UHE Santo Antônio do Jari. 16p.
- GÓES, A.M.; ROSSETTI, D.F.; NOGUEIRA, A.C.R. & TOLEDO, P.M., 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Estado do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra), v. 2, pp. 3-15.
- HENRIQUES, M.H.P. 2007. Paleontologia – uma ponte entre as geociências e a sociedade. In: Carvalho, I. S.; Cassab, R. C. T.; Schwanke, C.; Carvalho, M. A.; Fernandes, A. C. S.; Rodrigues, M. A. C.; Carvalho, M. S. S.; Arai, M. & Oliveira, M. E. Q. *Paleontologia: Cenários da Vida, Volume 2*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, pp. 41-49.
- LIMA, G.F.C., 1999. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. *Ambiente & Sociedade*, v. 5, pp. 135-153.
- NETTO, R.G. & ROSSETTI, D.F., 2003. Ichnology and salinity fluctuations: a case study in the Early Miocene (Lower Barreiras Succession) of São Luís Basin, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 6, pp. 5-18.
- PEREZ, C.P.; TIZUKA, M.M.; NASCIMENTO, E.R.; KIPNIS, R., 2009. Cartilha educativa: uma ferramenta pedagógica para a divulgação da Paleontologia na cidade de Porto Velho, Rondônia In: II Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e IV Simpósio Nacional “O Ensino de Geologia na Brasil”. *Anais do evento – II PEHCT 2009*, pp. 684-692.

- PONCIANO L. C. M. O. & MACHADO, D. M. C. 2007. Hábitos de Vida da Associação “Schuchertella” agassizi – *Pthychopteria eschwegei*, Formação Maecuru, Devoniano, Bacia do Amazonas, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, 30 (1): 135-144.
- PONCIANO, L.C.M.O. & MACHADO, D.M.C. 2007a. Hábitos de vida da associação *Schuchertella agassizi* – *Pthychopteria eschwegei*, Formação Maecuru, Devoniano, Bacia do Amazonas, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências* (Rio de Janeiro), v. 30, p.129-138.
- PONCIANO, L.C.M.O. & MACHADO, D.M.C. 2007b. *Macroinvertebrados* da Formação Maecuru (Devoniano, Bacia do Amazonas, Brasil) - considerações tafonômicas. In: Carvalho, I.S. et al. (Org.) *Paleontologia: Cenários de Vida*. 1ed. Editora Interciência, v. 1, p. 131-137.
- PRICE, L.I., 1960. Dentes de Theropoda num testemunho de sonda no Estado do Amazonas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 32, p. 79-84.
- ROSSETTI, D.F. & SANTOS JR., A.E.A. 2004. Facies architecture in a tectonically-influenced estuarine incised valley fill of Miocene age, Northern Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, v. 17, pp. 267-284.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. 1961. Palinologia: fundamentos, técnicas e algumas perspectivas. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.23, n.4, p. 695-717.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- SCHEFFLER, S. M.; SEQUEIRA FERNANDES, A. C. & Fonseca, V. M., 2006. Crinoidea da Formação Maecuru (Devoniano da Bacia do Amazonas), Estado do Pará, Brasil. *REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA*, 9(2)
- SILVA, C.F. & FONSECA, V. M., 2005. Hábitos de vida dos Trilobitas das Formações Maecuru e Ererê, Devoniano da Bacia do Amazonas, Brasil. *REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA*, 8(1), 2005.
- SIMÕES, M. G. & GHILARDI, R. P. 2000. Protocolo Tafonômico/paleoautoecológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas de invertebrados: exemplos de aplicação em concentrações fossilíferas do paleozóico da Bacia do Paraná, Brasil. *Pesquisas em Geociências (UFRGS)*, 27(2): 3-14.
- TÁVORA, V.A. & SILVA, O.G., 2001. Icnofósseis da Formação Pirabas (Eomioceno) na baía de Inajá – Estado do Pará. *Revista Brasileira de Paleontologia*. v. 2, p. 163.