

## **Anexo 6.2.12.1**

# **Diagnóstico Paleontológico**

**Linha de Transmissão 500 kV**

**Presidente Dutra - Teresina II - Sobral III C3 e Subestações Associadas**

**Maranhão/Piauí/Ceará**

**Julho/2014**

**ATE XX**

ATE XX Transmissora de Energia



**CARUSO JR**

ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

## Sumário

1	Aspectos Gerais .....	7
1.1	Identificação do Empreendedor .....	7
1.2	Identificação da Empresa Responsável pela Elaboração do Relatório.....	7
2	Introdução .....	9
3	Pressupostos teóricos .....	11
3.1	Impactos de obras de infraestrutura no meio paleontológico .....	11
3.2	Proteção legal ao patrimônio paleontológico .....	11
4	Objetivos.....	15
4.1	Objetivos específicos .....	15
5	Justificativas .....	16
5.1	Salvaguarda do patrimônio paleontológico.....	16
5.2	Ampliação do conhecimento paleontológico do Nordeste .....	16
6	Metodologia .....	17
6.1	Trabalhos de campo.....	17
6.2	Trabalhos em laboratório .....	18
7	Contexto paleontológico da área de estudo.....	19
7.1	Bacia do Parnaíba .....	19
7.1.1	Siluriano .....	19
7.1.2	Devoniano .....	20
7.1.3	Carbonífero .....	22
7.1.4	Permiano .....	23
7.1.5	Triássico.....	25
7.2	Bacias de Grajaú e Alpercatas .....	25
7.2.1	Jurássico .....	25
7.2.2	Cretáceo.....	25
7.2.3	Paleógeno .....	26
7.3	Depósitos de tanques.....	26
8	Resultados .....	27
8.1	Área Paleontológica 1 (AP1).....	28
8.1.1	Fósseis .....	31

8.1.1.1	Icnogênero Planolites .....	31
8.2	Área Paleontológica 2 (AP2) .....	33
8.2.1	Fósseis .....	35
8.2.1.1	Microbialitos: Oólitos e pisólitos .....	35
8.2.1.2	Microbialitos: Esteiras bacterianas .....	36
8.2.1.3	Microbialitos: Estromatólitos .....	37
8.2.1.4	Reino Plantae, Divisão Tracheophyta, Classe Filicopsida .....	40
8.3	Área Paleontológica 3 (AP3) .....	44
8.3.1	Fósseis .....	46
8.3.1.1	Icnogênero Arenicolites .....	46
8.3.1.2	Microbialitos: Oólitos .....	47
8.4	Área Paleontológica 4 (AP4) .....	48
8.4.1	Fósseis .....	50
8.4.1.1	Icnogênero Planolites .....	50
8.4.1.2	Icnogênero não identificado .....	51
9	Considerações Finais .....	53
10	Ações futuras .....	55
11	Equipe Técnica .....	55
12	Referências Bibliográficas .....	56
13	Apêndice .....	59
14	Anexos .....	63

## Índice de Figuras

Figura 7.1. Arenitos da Formação Jaicós, Siluriano Superior. Ibiapina/CE. Foto: CARUSO JR., 2014.....	20
Figura 7.2. Icnofósseis na Formação Cabeças, Devoniano. Cânion do Rio Poti, Buriti dos Montes/PI. Foto: Juan Carlos Cisneros Martínez. Acervo: Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre - UFPI. ....	22
Figura 7.3. Fósseis da Formação Piauí, Carbonífero. À esquerda: <i>Arenicolites</i> , em Nova Iorque/MA; à direita: braquiópodes Spiriferidae, José de Freitas/PI. Fotos: Juan Carlos Cisneros Martínez. Acervo: Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre - UFPI. ....	23
Figura 7.4. Fósseis da Formação Pedra de Fogo. Esquerda: tronco de samambaia em posição de vida (cf. Psaronius), Teresina/PI; direita: dente do peixe quimeroide <i>Anisopleurodontis pricei</i> , Pastos Bons/MA. Fotos: Juan Carlos Cisneros Martínez. Acervo: Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre - UFPI...	24
Figura 8.1. Localização da AP1 (polígono amarelo), e a estação de coleta1, em Presidente Dutra/MA. Elaboração: CARUSO JR, 2014. ....	29
Figura 8.2. Estação de Coleta 1, na AP1, Formação Codó (Cretáceo). Presidente Dutra/MA. Foto: CARUSO JR., 2013.....	30
Figura 8.3. Vista geral da área oeste da AP1, Formação Codó (Cretáceo), Presidente Dutra/MA. Estação de Coleta 1 está localizada na esquerda da foto. Foto: CARUSO JR., 2013.....	30
Figura 8.4. Icnofóssil <i>Planolites</i> , encontrado na Estação de Coleta 1, AP1, Presidente Dutra/MA. Foto: CARUSO JR., 2013. ....	32
Figura 8.5. Icnofóssil <i>Planolites</i> , encontrado na Estação de Coleta 1, AP1, Presidente Dutra/MA. Foto: CARUSO JR., 2013. ....	32
Figura 8.6. Localização da AP2 e estações de coleta associadas, Teresina/PI. Elaboração: CARUSO JR., 2013. ....	34
Figura 8.7. Oólitos e pisólitos (à esquerda) e detalhe da ocorrência de Oólitos e pisólitos (à direita). Estação de Coleta 4, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014. ....	36

Figura 8.8. À esquerda, esteiras bacterianas na Formação Pedra de Fogo (pelito arroxeadado), próximas ao contato com a Formação Motuca (arenito laranja) e à direita, detalhe da ocorrência de esteiras bacterianas. Estação de Coleta 2, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014. ....	37
Figura 8.9. Estromatólito da Formação Pedra de Fogo, Período Permiano, visto em corte. Proveniente da Estação de Coleta 7, AP2, Teresina/PI. Foto: CARUSO JR., 2014. ....	39
Figura 8.10. Estromatólito da Formação Pedra de Fogo, Período Permiano, em vista superior. Proveniente da Estação de Coleta 7, AP2, Teresina, PI. Foto: CARUSO JR., 2014. ....	40
Figura 8.11. Vista geral da Estação de Coleta 6 (à esquerda) e caule fóssil, localizado na AP2. Formação Motuca, Período Permiano, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.....	42
Figura 8.12. Vários caules fósseis na Estação de Coleta 6 (à esquerda) e caules fósseis da Formação Motuca (à direita), AP2. Formação Motuca, Período Permiano, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014. ....	42
Figura 8.13. Caules fósseis da Formação Motuca. Estação de Coleta 6, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014. ....	43
Figura 8.14. Caule fóssil da Formação Motuca (à esquerda) e fragmento de caule de samambaia arborescente fóssil da Formação Motuca, Período Permiano (à direita), ambos provenientes da Estação de Coleta 8, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.....	43
Figura 8.15. Caule fóssil da Formação Motuca, visto em corte transversal, proveniente da Estação de Coleta 3, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.	44
Figura 8.16. AP3, e Estação de Coleta 9, Formação Piauí, Período Carbonífero, Altos/PI. Elaboração: CARUSO JR., 2014.....	45
Figura 8.17. Vista geral da Estação de Coleta 9, AP3, Formação Piauí, Período Carbonífero, Altos/PI. Foto: CARUSO JR., 2014. ....	46
Figura 8.18. Icnogênero <i>Arenicolites</i> , na Estação de Coleta 9, AP4, Formação Piauí, Período Carbonífero, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.....	47
Figura 8.19. Oólitos, 75 m ao leste da Estação de Coleta 9, AP3, Formação Pedra de Fogo, Período Permiano, Altos/PI. Foto: CARUSO JR., 2014.....	48

Figura 8.20. AP4, Estação de Coleta 10, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Elaboração: CARUSO JR., 2014. ....	49
Figura 8.21. Vista geral da AP4, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Foto: CARUSO JR., 2014. ....	50
Figura 8.22. À esquerda, laje contendo exemplares do icnogênero <i>Planolites</i> , e à direita, detalhe de <i>Planolites</i> , Estação de Coleta 10, AP4, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014. ....	51
Figura 8.23. Icnofóssil não identificado, AP4, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Foto: CARUSO JR., 2014. ....	52
Figura 9.1. Troncos petrificados do Paleógeno, AP5, Timon/MA. Fotos: CARUSO JR., 2014. ....	53

## Índice de Tabelas

Tabela 8.1. Conteúdo fossilífero das áreas paleontológicas (APs) reconhecidas e estações de coleta (ECs). ....	27
--	----

## Índice de Quadros

Quadro 2.1. Municípios interceptados pela LT e inseridos na AID do empreendimento ....	9
--	---

## Índice de Apêndices

Apêndice 13.1. Mapa de Potencial Paleontológico ....	60
--	----

## 1 Aspectos Gerais

### 1.1 Identificação do Empreendedor

A Abengoa Concessões Brasil Holding S.A., controladora da ATE XX Transmissora de Energia S.A., participa da implementação do Novo Modelo do Setor Elétrico brasileiro desde o ano 2000, através de vitórias em concorrências em leilões promovidos pela ANEEL, visando obter Concessões de Serviço Público de Transmissão de Energia Elétrica para Implantação, Operação e Manutenção de Instalações de Transmissão da Rede Básica.

<b>Razão Social:</b>	ATE XX Transmissora de Energia
<b>CNPJ:</b>	18.274.502/0001-76
<b>Endereço:</b>	Av. Belisário Leite de Andrade Neto, 80, 1º andar - Barra da Tijuca. Rio de Janeiro/RJ - CEP: 22621-270
<b>Fone/fax:</b>	(21) 3216-3300 / (21) 2421-1432
<b>Responsável/CPF:</b>	Jorge Raúl Bauer - Diretor / 736.028.091-53
<b>E-mail:</b>	jorge.bauer@abengoabrasil.com

### 1.2 Identificação da Empresa Responsável pela Elaboração do Relatório

O presente estudo foi elaborado, conforme prevê a legislação, por empresa idônea e independente, registrada no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental mantido pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

A empresa CARUSO Jr. Estudos Ambientais & Engenharia Ltda. com registro de nº 3.917/98 no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental do IBAMA e registro de nº 048.059-8 no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA/SC é representada por seu sócio-diretor, geólogo Dr. Francisco Caruso Gomes Júnior com registro no CREA/SC com nº 26.850-0.

A empresa se dedica à prestação de serviços e consultoria nas áreas de engenharia e meio ambiente. O objetivo maior da empresa tem sido atender à crescente demanda de empreendimentos públicos e privados, das quais se destacam obras de infraestrutura (linhas de transmissão de energia elétrica, rodovias, ferrovias,

portos, aeroportos, saneamento, aterros públicos e industriais); obras de engenharia costeira (dragagem, molhes, emissários submarinos e recuperação de áreas litorâneas); empreendimentos turísticos (loteamentos, condomínios e marinas); empreendimentos industriais (estaleiros, plantas fabris), assim como projetos de mineração, atividades econômicas consideradas essenciais para o desenvolvimento do país.

<b>Razão Social:</b>	Caruso Jr. Estudos Ambientais & Engenharia Ltda.
<b>CNPJ:</b>	02.550.302/0001-69
<b>Endereço:</b>	Rua Dom Jaime Câmara, nº 170, 12º andar, Centro, Florianópolis/SC. CEP: 88015-120.
<b>Fone/fax:</b>	(48) 3223-4620
<b>E-mail:</b>	contato@carusojrea.com.br
<b>Representante Legal/CPF:</b>	Geól. Francisco Caruso Gomes Júnior / CPF: 543.640.517-72
<b>E-mail:</b>	caruso@carusojrea.com.br

## 2 Introdução

Neste relatório consta o levantamento paleontológico para a Área de Influência Direta - AID do meio físico, faixa de 500 m para cada lado do eixo do traçado, referente à área onde se pretende instalar a Linha de Transmissão 500 kV Presidente Dutra - Teresina II - Sobral III C3 e Subestações Associadas. Os municípios interceptados pelo empreendimento e localizados na AID são apresentados no Quadro 2.1.

**Quadro 2.1. Municípios interceptados pela LT e inseridos na AID do empreendimento.**

Estado	Municípios	Interceptados pela LT	Inseridos na AID do empreendimento
Maranhão	Presidente Dutra	X	X
	Graça Aranha	X	X
	Gonçalves Dias	X	X
	Gov. Eugênio Barros	X	X
	Parnarama	X	X
	Matões	X	X
	Caxias	X	X
	Timon	X	X
Piauí	Teresina	X	X
	Altos	X	X
	Campo Maior	X	X
	Nossa Senhora de Nazaré	X	X
	Boqueirão do Piauí	X	X
	Cocal de Telha		X
	Capitão de Campos	X	X
	Piripiri	X	X
	Brasileira	X	X
	São João da Fronteira	X	X
Ceará	Ibiapina	X	X
	Mucambo	X	X
	Cariré	X	X
	Sobral	X	X

**Elaboração: CARUSO JR., 2014.**

Este estudo técnico científico visa atender às legislações ambientais pertinentes, bem como ao Termo de Referência emitido pelo IBAMA/MA, órgão ambiental responsável pelo licenciamento do referido empreendimento.

Os trabalhos foram feitos após prévia comunicação de coleta de fósseis ao DNPM, processo 48421-903387/2013-56 (Anexo 14.1), tal e como requerido segundo o Decreto-Lei nº 4.146, de 1942. A instituição receptora dos espécimes coletados é o Centro de Ciências da Natureza (CCN) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina/PI (Anexo 14.2).

A pesquisa foi realizada pelo paleontólogo Juan Carlos Cisneros Martínez, doutor em Geociências pela Universidade de Witwatersrand, Joanesburgo, África do Sul. Nesse contexto, foi realizada uma prospecção sistemática em toda a área de potencial fossilífero abarcada na Área de Influência Direta (AID), definida posteriormente, para a possível identificação de fósseis e estabelecimento de meios de mitigação de impactos ao patrimônio paleontológico local.

As áreas de alto potencial paleontológico encontram-se inseridas na Província do Parnaíba e abrange a maior parte dos estados do Piauí e Maranhão, assim como pequenas porções do Ceará, Tocantins e Pará, possuindo um potencial fossilífero bem conhecido, embora pouco explorado. Esta província documenta vários períodos da Era Paleozoica e tem aportado fósseis que constituem importantes registros da vida no nosso planeta, tais como invertebrados marinhos do Período Devoniano e árvores petrificadas do Período Permiano, alguns dos quais não ocorrem em outras partes do planeta. Por este motivo, o estudo e a proteção deste patrimônio se faz necessário. Tendo isto em consideração, juntamente com vistas a avaliar os possíveis impactos das atividades dos empreendimentos citados na área em questão, tornou-se necessária a execução da presente investigação na área objeto de estudo.

### **3 Pressupostos teóricos**

#### **3.1 Impactos de obras de infraestrutura no meio paleontológico**

A implantação de obras de infraestrutura de transportes, energia e comunicações promove o fortalecimento de atividades econômicas e fomenta o desenvolvimento ao reduzir custos de produção em áreas populosas (REID & SOUZA JR, 2005).

As obras de infraestrutura podem constituir uma ameaça à geodiversidade. Esta pode ser definida como: ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais (SANTOS *et al.*, 2010). Uma linha de transmissão de energia pode impactar negativamente um afloramento rochoso portador de espécies fósseis, em caso de não serem implementadas estratégias minimizadoras dos seus efeitos adversos ao meio ambiente. Por outro lado, a construção de uma linha de transmissão pode ter efeitos secundários positivos à pesquisa paleontológica, ao criar uma via de acesso a depósitos de rochas sedimentares, o que pode resultar na exposição de fósseis.

#### **3.2 Proteção legal ao patrimônio paleontológico**

A Constituição da República Federativa de Brasil, promulgada em 1988, define expressamente nos seus artigos 20, 23 e 216 que os fósseis são propriedade da União e que há responsabilidade do Estado na salvaguarda do patrimônio natural/cultural, incluindo os bens que se encontram no subsolo:

- Artigo 20. São bens da União:

I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vieram a ser atribuídos; [...]

IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos.

Segundo a definição de um fóssil, como sendo evidência de uma forma de vida pretérita, presente no subsolo e preservada por processos de mineralização, dentre outros, aplicam-se ao patrimônio paleontológico os incisos IX e X supracitados.

- Artigo 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

III - proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens notáveis e os sítios arqueológicos;

IV - impedir a evasão, a destruição e descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico e cultural;

- Artigo 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem: [...]

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

Diversas leis complementam a constituição:

- Decreto-Lei nº 4.146, de 1942.

Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos:

- Artigo 1º - [...] os depósitos fossilíferos são propriedade da Nação, e, como tais, a extração de espécimes fósseis depende de autorização prévia e fiscalização do Departamento Nacional da Produção Mineral, do Ministério da Agricultura.

- Os artigos 163 e 180 do Código Penal.

Aventam os crimes de destruição de propriedade alheia (neste caso, da União) e receptação, são aplicáveis ao patrimônio paleontológico.

- Lei nº 7.347, de 24/07/1985.

Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico. A ação civil por danos aos jazigos que contenham fósseis pode ser realizada pelo Ministério Público, pela União, pelos Estados e Municípios, autarquia, empresa pública, fundação, sociedade de economia mista, associação

constituída há pelo menos um ano (nos termos da lei civil) ou associação que inclua entre suas finalidades institucionais, a proteção ao meio ambiente, ao consumidor, ao patrimônio artístico, estético, histórico e turístico.

- Portaria MCT nº 55, de 14/03/1990, DOU de 15/03/1990.

Regulamenta a coleta de fósseis por representantes de instituições estrangeiras (Decreto nº 98.830, de 15 de janeiro de 1990).

- Lei nº 8.176, de 08/02/1991.

O artigo 2º desta Lei define como crime de ordem, na modalidade de usurpação, a exploração de matéria-prima pertencente à União, sem autorização legal ou em desacordo com as obrigações impostas pelo título autorizativo. O fóssil, como bem da União, e sem a autorização legal do DNPM para sua exploração por particulares, não é, por conseguinte, um bem negociável. Assim, todos os que fazem a retirada de fósseis ou que os adquirem, transportam ou comercializam, incorrem em crime contra a ordem econômica.

- Lei nº 9.985, de 12/06/2000.

Essa Lei cria e regulamenta o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Um dos objetivos nacionais de conservação da natureza proposto por essa Lei é proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural (Artigo 4º, alínea VII). Nesse contexto, uma das categorias de unidades de conservação são as unidades de proteção integral, as quais abrangem os monumentos naturais: Os monumentos naturais se destinam a preservar áreas restritas contendo predominantemente sítios geológicos, geomorfológicos e paisagens notáveis que, por sua singularidade, raridade, beleza, ou vulnerabilidade exijam proteção (Artigo 12). Além disso, o Artigo 11 determina que paisagens, ecossistemas e/ou sítios geológicos de grande interesse para atividades científicas, educacionais e recreativas poderão ser preservadas através da criação de parques nacionais, estaduais ou municipais.

- Demais Legislações aplicáveis.

O Patrimônio Paleontológico é considerado patrimônio cultural por determinação legal (artigo 216, V da Constituição Federal), protegido pela Lei nº 9.605/1998 que estabelece crimes ambientais contra o patrimônio cultural (artigos 63 e 64). O IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) tem por competência, junto ao DNPM, a proteção ao patrimônio cultural brasileiro e deve zelar por medidas de proteção a esse patrimônio. Por um lado, o IPHAN deve buscar a proteção ao patrimônio fossilífero por meio do instituto do tombamento de sítios paleontológicos (art. 1º do Decreto-Lei nº 25/1937, §2º são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pela indústria humana). Assim, o IPHAN complementa a função do DNPM no sentido de preservar os sítios paleontológicos. O DNPM tem a função de fiscalizar e controlar o exercício das atividades relacionadas a este patrimônio (e.g. coleta e transporte), conforme previsão do Decreto-Lei nº 4.146/1942.

## 4 Objetivos

Em acordo com as exigências das legislações brasileiras supracitadas, os estudos científicos aqui desenvolvidos têm como principal objetivo a prospecção paleontológica, para o reconhecimento de fósseis na AID do projeto da Linha de Transmissão 500 kV Presidente Dutra - Teresina II - Sobral III C3 e Subestações Associadas, e efetuar a correta coleta, salvaguarda e estudo dos mesmos, contribuindo, assim, para enriquecer o conhecimento do passado geológico, a evolução das formas de vida, e a história natural como um todo na Província do Parnaíba e regiões do seu entorno.

### 4.1 Objetivos específicos

- Reconhecimento de novos locais fossilíferos na área a ser impactada pelo projeto, realização da documentação, coleta e salvaguarda destes fósseis;
- Realização de estudos iniciais para comprovação da identidade taxonômica das espécies fósseis coletadas, enriquecendo, assim, o conhecimento da fauna e da flora pretéritas da Província Parnaíba e, de uma maneira geral, contribuindo ao desenvolvimento da Paleontologia do Nordeste;
- Elaboração de recomendações e critérios para realizar a devida proteção do patrimônio paleontológico na área;
- Guarda e curadoria do acervo paleontológico coletado no âmbito do recém-criado Museu de Arqueologia e Paleontologia da UFPI em Teresina/PI.

## 5 Justificativas

### 5.1 Salvaguarda do patrimônio paleontológico

Este estudo torna-se necessário para a efetiva proteção do patrimônio fóssilífero na área a ser impactada diretamente pelas atividades decorrentes do Projeto da Linha de Transmissão 500 kV Presidente Dutra - Teresina II - Sobral III C3 e Subestações Associadas, em obediência à legislação brasileira supracitada, referente ao patrimônio cultural/ambiental. Especificamente, as principais justificativas são a legislação sobre o patrimônio paleontológico e os possíveis impactos das obras de infraestrutura sobre os depósitos fóssilíferos.

### 5.2 Ampliação do conhecimento paleontológico do Nordeste

A Província do Parnaíba representa a maior bacia intracratônica do Nordeste, e uma das três maiores do Brasil, com 600 mil km<sup>2</sup>, incluindo nela as bacias internas de Parnaíba, Grajaú, Alpercatas e Espigão Mestre. Na Província do Parnaíba há um amplo registro de fósseis desde o Período Siluriano (449 Ma<sup>1</sup>) até o Pleistoceno (11.000 anos atrás) (SANTOS & CARVALHO, 2009). Apesar do seu reconhecido potencial fóssilífero, ela tem recebido consideravelmente menos atenção por parte dos paleontólogos quando comparada com outras bacias brasileiras, tais como as do Paraná e do Araripe. Neste sentido, se reviste de importância à realização de prospecções paleontológicas na região para contribuir com a reconstrução do panorama de vida pretérita na região do Nordeste e no Brasil como um todo.

---

1 *Ma* se refere à *mega annum*, e é equivalente a um milhão de anos (antes do presente).

## 6 Metodologia

### 6.1 Trabalhos de campo

Após o levantamento da literatura geológica e paleontológica disponível, procedeu-se a avaliar as áreas de maior potencial paleontológico (Apêndice 13.1). O critério utilizado foi a presença de rochas sedimentares no local, as quais se formam em condições que geralmente possibilitam a preservação de organismos no seu interior, que, ao serem recobertos por sedimento, podem passar pelo processo de fossilização. Estas ocorrem em grande parte da área do empreendimento, com destaque especial à Bacia Sedimentar do Parnaíba. Os trabalhos de campo, realizados no período de 06/12/2013 a 08/06/2014, por meio de 06 campanhas, foram planejados levando em consideração a exposição das referidas rochas, ou seja, a não cobertura delas por solo e vegetação. Em lugares onde há solo e vegetação, mesmo com espessura muito fina, a prospecção paleontológica de superfície é impraticável, pois eles impossibilitam a visualização dos fósseis que por ventura estivessem contidos nas rochas sedimentares sob o solo.

Os levantamentos de campo ficaram concentrados na AID do empreendimento. As áreas de estudo foram definidas no já citado TR emitido pelo IBAMA/MA especificamente para o empreendimento em questão. A AID corresponde a um corredor de estudo de 1 km no entorno no traçado preferencial da LT.

Para localizar alvos de prospecção, foram analisadas imagens de satélite, através do programa Google *Earth*®, por meio das quais foram prospectadas áreas onde a erosão estivesse expondo as rochas sedimentares da Província do Parnaíba. Também se buscou localizar tanques e “cacimbas”, pequenos corpos de água, acumulados em depressões localizadas no escudo cristalino da Província de Borborema. Estes depósitos, bastante pontuais, podem albergar vestígios da Megafauna do Período Quaternário. Durante as atividades de campo procedeu-se a percorrer, por caminhamento, os diferentes alvos escolhidos. Uma vez localizados fósseis de importância em um determinado local, procedeu-se a estabelecer uma “estação de coleta” nesse ponto, tomando coordenadas

geográficas (Datum: SIRGAS 2000), coletando e/ou fotografando os fósseis mais significantes próximos dessa estação.

## 6.2 Trabalhos em laboratório

Na etapa de laboratório procedeu-se à limpeza e conservação das amostras. A limpeza foi realizada utilizando-se de escovas e pincéis finos, agulhas e, em alguns casos, água corrida. Espécimes fragmentários foram colados usando-se o polímero Acriloid-B72 diluído 20% em acetona. Após a etapa de limpeza e conservação, procedeu-se a documentar fotograficamente os fósseis, e a realizar identificações taxonômicas, por comparação com a literatura científica disponível e com espécimes armazenados na coleção do Laboratório de Paleontologia da UFPI/CCN, em Teresina/PI.

## 7 Contexto paleontológico da área de estudo

### 7.1 Bacia do Parnaíba

A área de estudo compreende na sua maior parte a Bacia do Parnaíba e uma pequena porção de terrenos de rochas ígneas e metamórficas da Província de Borborema. A Bacia do Parnaíba *strictu sensu* possui um rico registro fóssilífero que cobre boa parte da Era Paleozoica, com evidências paleontológicas desde o Siluriano até o Permiano (SANTOS & CARVALHO, 2009).

#### 7.1.1 Siluriano

Este período geológico (443- 419 Ma) está representado pelo Grupo Serra Grande, o qual documenta um ciclo completo de transgressão-regressão, assentado sobre rochas do escudo cristalino. Esta unidade litoestratigráfica compreende, da base para o topo: a Formação Ipu, interpretada como tendo sido depositada em um ambiente fluvial-glacial; a Formação Tianguá, referida a um ciclo marinho; e a Formação Jaicós (Figura 7.1), a qual corresponde a um ciclo fluvial-entrelaçado (VIANA *et al.*, 2010a). Estas unidades afloram extensamente na borda leste da bacia, e são responsáveis pela composição da Serra da Capivara, um dos cartões postais do Piauí, tanto pela sua beleza geomorfológica quanto pelo seu valor arqueológico. Os municípios que formam parte deste empreendimento nos quais as rochas desta unidade geológica estão expostas são: Brasileira/PI, São João da Fronteira/PI e Ibiapina/CE.

O registro fóssil do Grupo Serra Grande está representado principalmente por icnofósseis provenientes da Formação Ipu. Estes têm sido referidos aos icnogêneros *Arenicolites*, *Planolites*, *Skolithos*, *Circulichnis*, *Conichnus*, *Cylindrichnus*, *Furnasichnus* e *Palaeophycus* (VIANA *et al.*, 2010a). Na Formação Tianguá, os únicos fósseis conhecidos são microfósseis palinomorfs, atribuídos a acritarcas e ctinozoários, os quais têm sido úteis para correlacionar esta unidade geológica (SANTOS & CARVALHO, 2009).



**Figura 7.1. Arenitos da Formação Jaicós, Siluriano Superior. Ibiapina/CE. Foto: CARUSO JR., 2014.**

### **7.1.2 Devoniano**

O Período Devoniano (419-358 Ma) compreende as formações denominadas, da base para o topo: Itaim, Pimenteiras, Cabeças e Longá; e correspondem ao maior evento de transgressão na bacia. Estas quatro formações, junto à Formação Poti (Carbonífero), pertencem ao Grupo Canindé. A Formação Itaim corresponde ao início do evento transgressivo, e apresenta, grosso modo, arenitos sílticos, finos a médios, amarelos a vermelhos, micáceos, com arquitetura de lobos sigmoidais (SANTOS & CARVALHO, 2009). Na AID do empreendimento, esta formação aflora nos municípios de Brasileira/PI e São João da Fronteira/PI. Seu registro fóssilífero é modesto, sendo composto principalmente por palinórfos acritarcas, e alguns invertebrados marinhos.

A Formação Pimenteiras está exposta no leste do estado do Piauí, e na AID aflora em Piriipiri/PI, Brasileira/PI e São João da Fronteira/PI. Esta unidade compreende

arenitos, siltitos e folhelhos, tendo sido interpretada como um ambiente marinho raso. Seu acervo fóssilífero é amplo, destacando-se pela riqueza da sua fauna de invertebrados, entre eles, braquiópodes, bivalves, gastrópodes, cnidários, trilobitas, ostracodes e crinoides, além de fragmentos de plantas e peixes (PONCIANO, 2012). Ocorrem nesta formação, também, vários palinomorfos e icnogêneros. Estas espécies têm contribuído para interpretar o ambiente de deposição como sendo marinho raso.

A Formação Cabeças ocupa uma extensa área do estado do Piauí, dando o seu aspecto característico ao Parque Nacional Sete Cidades e ao Cânion do Rio Poti. Na AID do empreendimento ela aflora nos municípios de Campo Maior/PI, Nossa Senhora de Nazaré/PI, Cocal da Telha/PI, Capitão de Campos/PI, Piripiri/PI e Brasileira/PI (IBGE, 2011). Esta formação é caracterizada por arenitos e siltitos com lobos sigmoidais, e seu paleoambiente é interpretado como fluvial, estuarino e marinho raso. A Formação Cabeças também alberga excelentes evidências de geleiras, na forma de tilitos e pavimentos estriados, expostos nos municípios de Canto do Buriti/PI e Brejo de Piauí/PI (CAPUTO & PONCIANO, 2010). O seu registro fóssil é diverso, tendo aportado numerosas espécies de braquiópodes, bivalves, e outros invertebrados (PONCIANO, 2012), assim como vários icnofósseis (Figura 7.2).



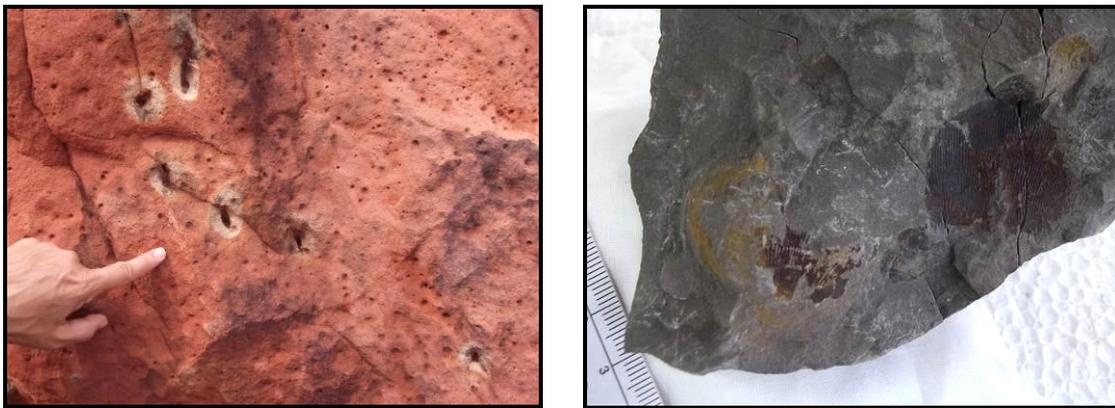
**Figura 7.2. Icnofósseis na Formação Cabeças, Devoniano. Cânion do Rio Poti, Buriti dos Montes/PI. Foto: Juan Carlos Cisneros Martínez. Acervo: Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre - UFPI.**

A Formação Longá representa o topo da sequência do Devoniano na Bacia do Parnaíba. Ela aflora nos municípios de Campo Maior/PI e Nossa Senhora de Nazaré/PI, ambos localizados na AID do empreendimento. A sua litologia está caracterizada por folhelhos e siltitos, os quais são interpretados como uma evidência de mar raso. Os folhelhos desta formação são explorados comercialmente para a indústria da construção, sendo chamados de “Pedra de Castelo”. Os registros paleontológicos nesta formação estão representados principalmente por icnofósseis diversos, ocorrendo também braquiópodes e outros invertebrados, assim como palinórfos.

### **7.1.3 Carbonífero**

Este período geológico (358 -298 Ma) está representado na Bacia Sedimentar do Parnaíba pelas formações Poti, pertencente ao Grupo Canindé e Piauí, a mais inferior do grupo Balsas. Estas afloram nos municípios de Teresina/PI, Altos/PI,

Campo Maior/PI, e Timon/MA, dentro da AID. A Formação Poti é caracterizada pela presença de folhelhos, depositados em um paleoambiente considerado como sendo deltaico e litorâneo. A Formação Poti alberga a única ocorrência de plantas carboníferas no Brasil (IANNUZZI & VIEIRA, 2005), sendo conhecidas mais de 15 espécies fósseis, pertencentes a vários grupos. A Formação Piauí possui uma fácies inferior arenosa, fluvial e eólica, caracterizada pelo icnofóssil *Arenicolites* (Figura 7.3), e uma fácies superior calcária, marinha (conhecido localmente como calcário Mocambo), a qual tem aportado uma grande diversidade de braquiópodes (Figura 7.3), além de outros organismos marinhos (SANTOS & CARVALHO, 2009). Em ambas as formações há numerosos registros de palinórfos.



**Figura 7.3. Fósseis da Formação Piauí, Carbonífero. À esquerda: *Arenicolites*, em Nova Iorque/MA; à direita: braquiópodes *Spiriferidae*, José de Freitas/PI. Fotos: Juan Carlos Cisneros Martínez. Acervo: Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre - UFPI.**

#### 7.1.4 Permiano

O Período Permiano (298-252 Ma) é representado pelas formações Pedra de Fogo e Motuca, ambas pertencentes ao Grupo Balsas. As unidades afloram extensamente nos estados do Piauí, Maranhão e Tocantins. Ocorrem em superfície nos municípios de Altos/PI, Teresina/PI, Timon/MA, Caxias/MA e Matões/MA, interceptados pelo presente empreendimento.

A Formação Pedra de Fogo é caracterizada pelos seus arenitos e pelitos silificados, a abundância de veios de sílex e rochas oolíticas, os quais evidenciam ciclos de transgressão-regressão. O registro paleontológico é rico, cabendo destacar a abundância de troncos fósseis (PLUMMER *et al.*, 1949), os quais

representam as primeiras plantas fósseis a terem sido reportadas para o Brasil (SANTOS & CARVALHO, 2009). Dentro da cidade de Teresina, a erosão produzida pelo Rio Poti tem revelado uma importante floresta fóssil com muitos troncos em posição de vida (CALDAS *et al.*, 1989) (Figura 7.4) As áreas desta floresta mais próximas ao centro da cidade encontram-se tombadas pelo IPHAN (BRASIL, 2010). As plantas fósseis da Formação Pedra de Fogo estão representadas pelos gêneros *Psaronius*, *Teresinoxylon*, e outros (CALDAS *et al.*, 1989). Esta formação possui também vários gêneros de peixes fósseis, incluindo tubarões, quimeroides, paleonisciformes e dipnoicos, além do único anfíbio da Era Paleozoica encontrado no Nordeste, denominado *Prionosuchus plummeri* (PRICE, 1948). Na Formação Pedra de Fogo ocorrem também níveis de esteiras bacterianas e estromatólitos.



**Figura 7.4. Fósseis da Formação Pedra de Fogo. Esquerda: tronco de samambaia em posição de vida (cf. *Psaronius*), Teresina/PI; direita: dente do peixe quimeróide *Anisopleurodontis pricei*, Pastos Bons/MA. Fotos: Juan Carlos Cisneros Martínez. Acervo: Departamento de Arqueologia e Conservação da Arte Rupestre - UFPI.**

A Formação Motuca se sobrepõe à Formação Pedra de Fogo, sendo caracterizada de maneira geral pelos seus arenitos fluviais cor laranja tijolo e abundância de concreções de sílex. Esta formação alberga importantes sítios paleontológicos, previamente referidos à Formação Pedra de Fogo, com abundância de plantas fósseis, principalmente filicópsidas (samambaias) (DIAS-BRITO *et al.*, 2007), localizados no município de Filadélfia/TO. Estes sítios denominados Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins constituem uma unidade de conservação (DIAS-BRITO *et al.*, 2007). A Formação Motuca também retrabalha plantas fósseis da Formação Pedra de Fogo.

### **7.1.5 Triássico**

Este período geológico está representado pela Formação Sambaíba (SANTOS & CARVALHO, 2009). Esta unidade litoestratigráfica é caracterizada por arenitos eólicos, e não possui ocorrências fossilíferas. Ela não é interceptada pelo empreendimento.

## **7.2 Bacias de Grajaú e Alpercatas**

As rochas destas bacias, localizadas na sua quase totalidade no estado do Maranhão, compreendem deposições pós-Triássicas relacionadas com o evento de *rifte* que separou a América do Sul da África, culminando no surgimento e expansão do Oceano Atlântico. As unidades litoestratigráficas interceptadas pelo empreendimento são as formações Sardinha, Corda, Codó e Itapecuru, além da cobertura detrito laterítica do Neógeno (IBGE, 2011).

### **7.2.1 Jurássico**

As rochas deste período geológico (201-145 Ma) afloram, na AID, nos municípios de Governador Eugênio Barros/MA, Parnarama/MA, Caxias/MA e Matões/MA, e estão representadas pelas formações Corda e Sardinha, as quais formam parte do Grupo Mearim (VEIGA JR, 2000). A Formação Corda é caracterizada pela presença de arenitos cor creme, com estratificação cruzada, depositados em ambientes desérticos e fluviais de alta energia. Seu conteúdo fossilífero é escasso, sendo representado por pegadas de dinossauros, localizadas na margem do rio Tocantins, além de crustáceos conchostráceos (SANTOS & CARVALHO, 2009). A Formação Sardinha é composta por rochas ígneas, sendo, portanto, afossilífera.

### **7.2.2 Cretáceo**

Este Período Geológico (145-66 Ma) está representado, nos municípios da AID, pelas formações Codó e Itapecuru. Estas formações geológicas estão expostas nos municípios de Presidente Dutra, Graça Aranha, Governador Eugênio Barros e

Parnarama, no estado do Maranhão. A primeira unidade é referida como uma sucessão de folhelhos betuminosos e calcários, com veios de calcita e gipsita (SANTOS & CARVALHO, 2009). O registro paleontológico consiste das plantas *Lecythioxylon brasiliense*, *Nymphaeites choffatii*, 12 espécies de ostracodes, pelo menos 10 espécies de peixes, além de insetos e conchostráceos (SANTOS & CARVALHO, 2009). Esta paleobiota tem sido correlacionada com a existente no Membro Crato da Formação Romualdo da Bacia do Araripe. A Formação Itapecuru consiste de arenitos vermelhos a cinzas, com siltitos e folhelhos intercalados. Nesta formação, ocorrem os répteis fósseis *Amazonsaurus maranhensis*, *Araripemis barretoii*, e *Candidodon itapecuruense*, além de dinossauros terópodes (VEIGA JR 2000; SANTOS & CARVALHO, 2009). São conhecidos também vários grupos de peixes, crustáceos conchostráceos e ostracodes, e moluscos gastrópodes (VEIGA JR, 2000; SANTOS & CARVALHO, 2009).

### 7.2.3 Paleógeno

Depósitos de coberturas detrito-lateríticas no estado do Maranhão têm sido atribuídos a esta idade (IBGE, 2011). Estas rochas recobrem discordantemente as formações paleozoicas no município de Timon/MA. Até o presente, não são conhecidos reportes de fósseis neste pacote sedimentar.

### 7.3 Depósitos de tanques

Na região Nordeste, alguns fósseis da Época Pleistocena (2,58 Ma - 11 mil anos) ficaram preservados em depósitos de tanques. Estes tanques formaram-se em pequenas depressões, bastante pontuais, do embasamento cristalino (Idade Pré-Cambriana, mais de 541 Ma) da Província de Borborema. São estruturas de formato arredondado, que acumulam água pluvial. No seu interior são encontrados sedimentos quaternários e, frequentemente, ossos de megafauna pleistocênica, além de restos de pequenos mamíferos, répteis, aves, conchas de gastrópodes e vegetais (XIMENES, 2008). Há reportes deste tipo de ocorrências para os municípios de Mucambo/CE e Sobral/CE, as quais consistem do

gliptodonte *Panochthus greslebini* e o felino *Smilodon populator*, além de outros mamíferos não-identificados (VIANA *et al.*, 2010b).

## 8 Resultados

Durante o decorrer das prospecções paleontológicas realizadas foram reconhecidas quatro áreas fossilíferas, as quais são descritas neste item. Dez estações de coleta foram estabelecidas (Tabela 8.1).

**Tabela 8.1. Conteúdo fossilífero das áreas paleontológicas (APs) reconhecidas e estações de coleta (ECs).**

AP	EC	Latitude	Longitude	Altitude	Geologia e Idade	Fósseis	Observações	
1	1	5°16'20.50"S	44°28'35.93"O	118 m	Formação Codó, Período Cretáceo	icnofóssil <i>Planolites</i>	Dois pequenos blocos foram coletados.	
	2	5°15'27.06"S	42°47'31.79"O	108 m		esteiras bacterianas	Quatro níveis de esteiras <i>in situ</i> .	
	3	5°15'28.79"S	42°47'30.94"O	90 m		planta vascular	Pequeno caule, <i>ex situ</i> .	
	4	5°15'31.33"S	42°47'33.78"O	88 m		oólitos	Camada de rochas oolíticas.	
	5	5°15'32.65"S	42°47'30.61"O	93 m		Formações Pedra de Fogo e Motuca, Período Permiano	samambaia e estromatólito	Porção de caule de samambaia arborecente. Estromatólito.
	6	5°15'31.61"S	42°47'28.39"O	91 m			plantas vasculares	Pequenos caules em abundância, provavelmente samambaias.
	7	5°15'35.64"S	42°47'23.86"O	85 m			estromatólitos	Estromatólitos colunares, de tamanhos variados.
	8	5°15'34.81"S	42°47'23.02"O	90 m			plantas vasculares	Alguns fragmentos de caules.
3	9	4°59'3.18"S	42°27'41.73"O	171 m	Formação Piauí, Período Carbonífero	icnofóssil <i>Arenicolites</i>	Vários icnofósseis na Formação Piauí. Algumas rochas da F. Pedra de Fogo aflorantes, portadoras de oólitos.	
4	10	4° 7'4.20"S	41°24'49.70"O	112 m	Formação Itaim, Período Devoniano	icnofósseis	<i>Planolites</i> e icnofósseis não-identificados.	

Elaboração: CARUSO JR., 2014.

As quatro áreas paleontológicas encontram-se dentro da Bacia Sedimentar do Parnaíba *latu sensu*. O sítio AP2, localizado em Teresina/PI, mostra considerável diversidade, tendo aportado vários fósseis de idade Permiana (270-250 Ma), entre

eles estromatólitos, esteiras bacterianas, oólitos, samambaias e outras plantas de pequeno e médio porte. Este sítio pode ser contemporâneo com a Floresta Fóssil do Rio Poti (CALDAS *et al.*, 1989), a qual encontra-se em relativa proximidade, menos de 18 km ao norte, sendo um sítio tombado pelo IPHAN. O sítio AP3 consiste de uma ocorrência de pequenos icnofósseis do tipo *Arenicolites*, os quais são comuns na bacia, dentro da Formação Piauí (Carbonífero). Já os sítios AP1 e AP4, nas formações Codó (Cretáceo) e Itaim (Devoniano), respectivamente, são pequenas localidades com registros de icnofósseis (Planolites).

## 8.1 Área Paleontológica 1 (AP1)

Está localizada no município de Presidente Dutra/MA (Figura 8.1). Trata-se de uma pequena área no entorno da Subestação de Presidente Dutra. Encontra-se 250 m ao sudeste da referida subestação, e o acesso é efetuado por estrada carroçal, denominada Av. Idalgo Martins de Silveira. Esta estrada divide o afloramento ao meio, e um açude delimita a margem sudeste do sítio. No local afloram pelitos, cobertos por uma fina camada laterítica. Devido ao tamanho reduzido do afloramento AP1 (Figura 8.2 e Figura 8.3), é difícil reconhecer características sedimentares que permitam classificá-lo como uma formação geológica específica. Contudo, as rochas portadoras de fósseis exibem folhelhos, pelos quais são atribuíveis à Formação Codó, a qual tem sido mapeada nesta região (IBGE, 2011).

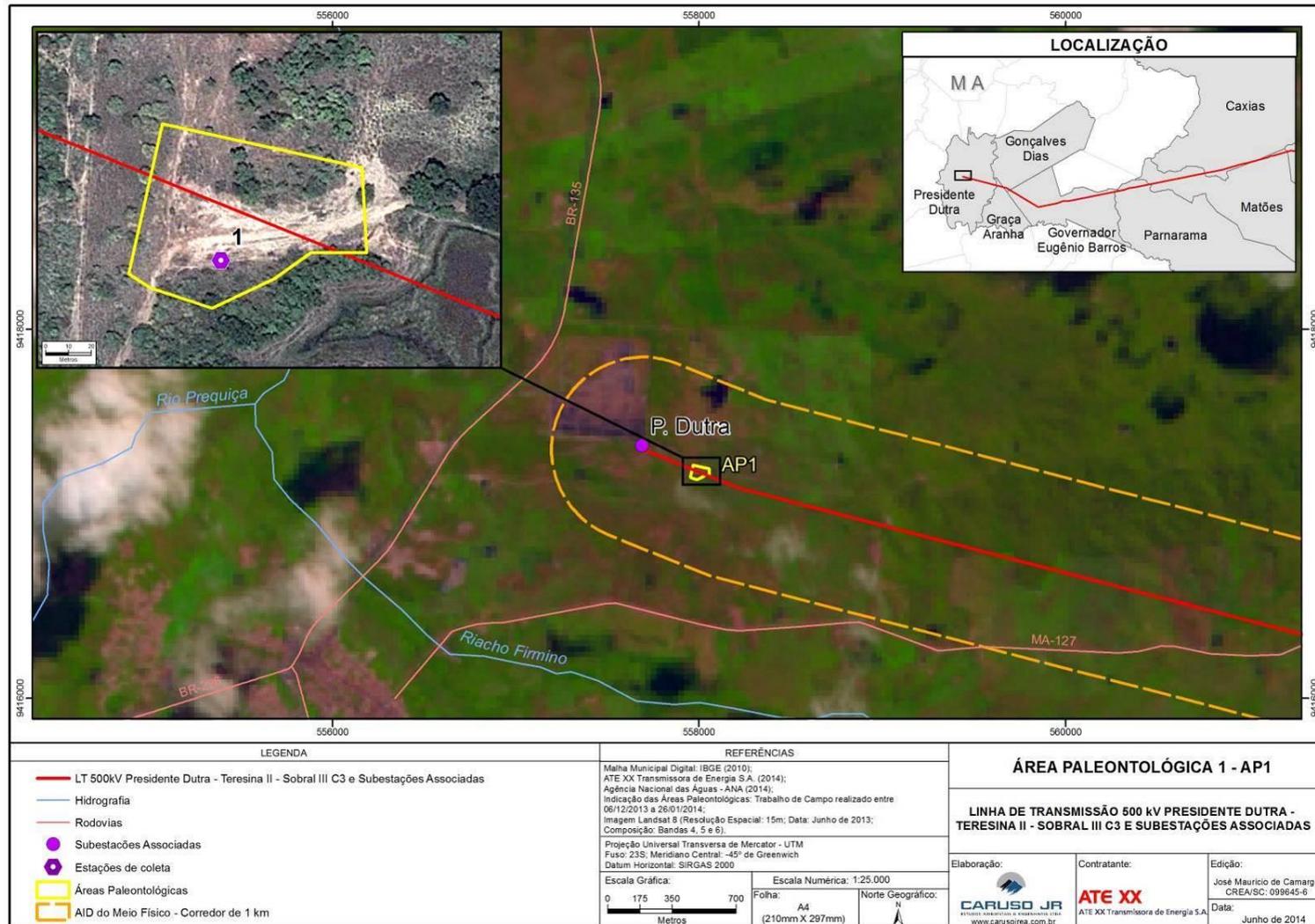


Figura 8.1. Localização da AP1 (polígono amarelo), e a Estação de Coleta1, em Presidente Dutra/MA. Elaboração: CARUSO JR, 2014.



**Figura 8.2. Estação de Coleta 1, na AP1, Formação Codó (Cretáceo). Presidente Dutra/MA. Foto: CARUSO JR., 2013.**



**Figura 8.3. Vista geral da área oeste da AP1, Formação Codó (Cretáceo), Presidente Dutra/MA. Estação de Coleta 1 está localizada na esquerda da foto. Foto: CARUSO JR., 2013.**

## 8.1.1 Fósseis

### 8.1.1.1 Icnogênero *Planolites*

O icnofóssil *Planolites* é caracterizado por escavações com formato meandrante, com orientação horizontal ou ligeiramente oblíqua em relação ao estrato (FERNANDES *et al.*, 2002). Este atribuído ao resultado de atividades de alimentação de invertebrados aquáticos com formato de verme. *Planolites* é um icnofóssil de porte reduzido, seus tubos não são bifurcados, e podem se entrecruzar, embora isto seja considerado raro, sua secção transversal é oval e com preenchimento de material diferente da rocha matriz (FERNANDES *et al.*, 2002). Foi reconhecida uma pequena concentração destes icnofósseis, os quais possuem em média 1 mm de largura e comprimentos de 2 mm a 10 mm. Foram coletados dois pequenos blocos de rocha contendo numerosos espécimes, na Estação de Coleta 1 (Figura 8.4 e Figura 8.5). Não se conhecem registros na literatura para a ocorrência deste icnofóssil na Bacia de Grajaú, embora existam reportes para a Bacia do Parnaíba *sensu stricto* (FERNANDES *et al.*, 2002).



Figura 8.4. Icnofóssil *Planolites*, encontrado na Estação de Coleta 1, AP1, Presidente Dutra/MA. Foto: CARUSO JR., 2013.



Figura 8.5. Icnofóssil *Planolites*, encontrado na Estação de Coleta 1, AP1, Presidente Dutra/MA. Foto: CARUSO JR., 2013.

## 8.2 Área Paleontológica 2 (AP2)

Esta localidade é a mais rica dentre as áreas paleontológicas reconhecidas dentro da AID do empreendimento. A área paleontológica está situada no município de Teresina/PI, apenas 18 km ao sul da sede do município e capital do estado. O acesso é feito pela PI-130, prosseguindo 1,5 km em direção leste através de uma estrada de terra. No local afloram as formações Pedra de Fogo e Motuca, ambas consideradas de idade Permiana (250-300 Ma). A primeira pode ser reconhecida pela extensa presença de rochas oolíticas e pisolíticas, além de camadas de sílex (PLUMMER, 1948; SANTOS & CARVALHO, 2009), enquanto que a segunda, é representada por arenitos fluviais com coloração laranja tijolo e concreções de sílex (PLUMMER, 1948). No total, foram reconhecidos fósseis em sete estações de coleta (Figura 8.6).

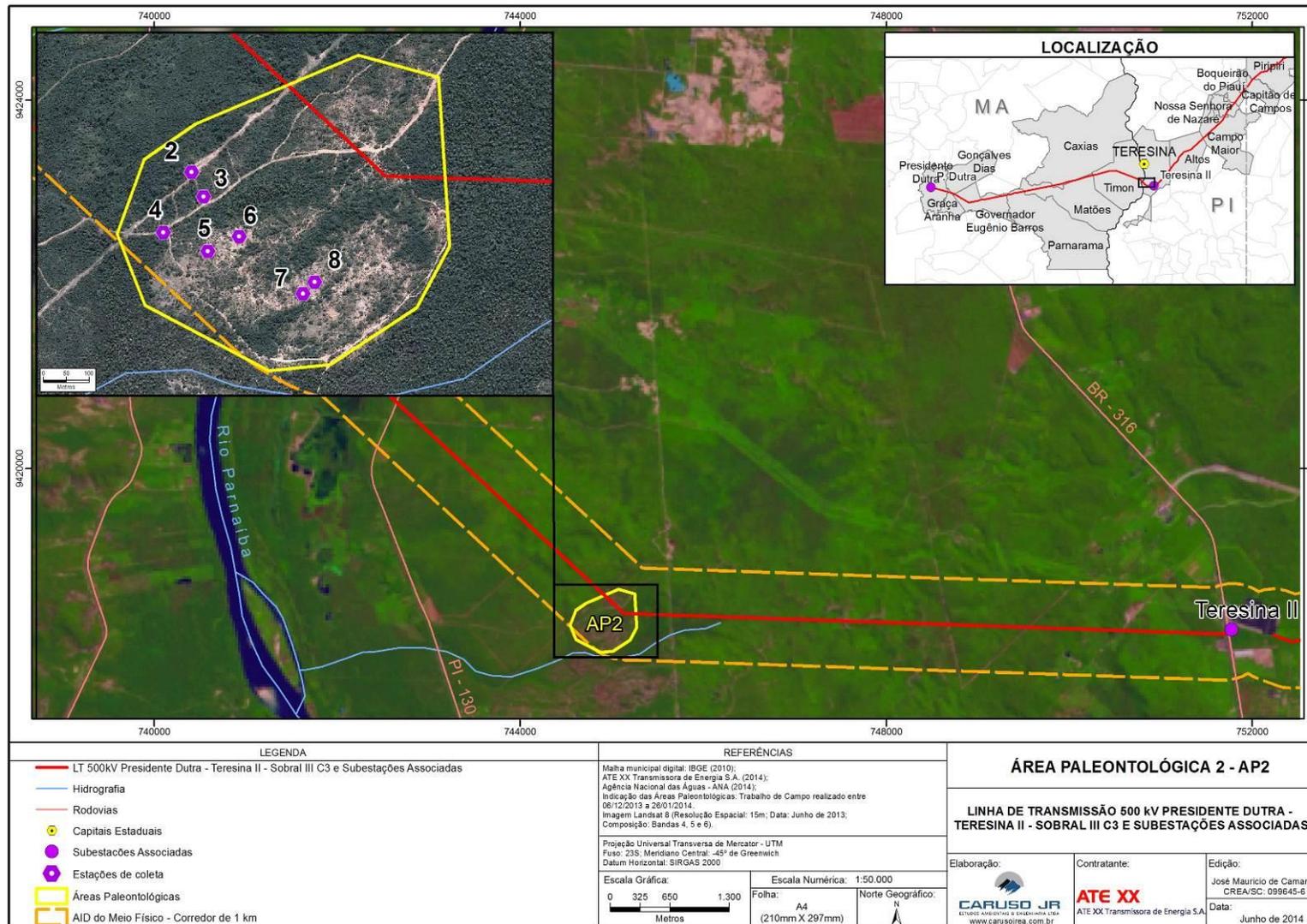


Figura 8.6. Localização da AP2 e estações de coleta associadas, Teresina/PI. Elaboração: CARUSO JR., 2013.

Julho/2014

Direitos Autorais Lei nº 9610/98, art. 7º

Anexo 6.2.12.1  
 Diagnóstico Paleontológico  
 34/68

EIA  
 LT 500 kV Presidente Dutra - Teresina II  
 - Sobral III C3 e Subestações Associadas  
 MA/PI/CE

## 8.2.1 Fósseis

### 8.2.1.1 Microbialitos: Oólitos e pisólitos

Os oólitos e pisólitos podem ser definidos como pequenos elementos de formato elíptico, compostos predominantemente por carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), cujo agrupamento forma rochas sedimentares. O termo oólito é usado para grãos entre 0,2-2 mm, enquanto os elementos com maiores dimensões, entre 2-10 mm, são conhecidos como pisólitos. Tradicionalmente, oólitos e pisólitos têm sido considerados como estruturas resultantes de processos meramente químicos, produzidos pela deposição espontânea de sais minerais no fundo de ambientes aquáticos rasos, supersaturados e turbulentos, tendo adquirido o seu formato ovoide devido ao vaivém das ondas. Contudo, teorias recentes (BREHM *et al.*, 2004; PACTON *et al.*, 2012) têm proposto uma origem biológica para os oólitos, por meio da participação de microrganismos fotossintetizantes, os quais seriam responsáveis pela deposição de carbonatos, em ambientes aquáticos não necessariamente turbulentos. Neste sentido, os oólitos e pisólitos podem ser interpretados como um tipo de *microbialito*. Este termo é geralmente usado para denominar depósitos organo-sedimentares formados pelo acúmulo de minerais por parte de microrganismos que habitam o fundo de corpos de água. Exemplos de microbialitos são os estromatólitos e as esteiras bacterianas (ver itens 8.2.1.2 e 8.2.1.3).

As rochas oolíticas e pisolíticas são características da Formação Pedra de Fogo, com depósitos ocorrendo em abundância nos estados do Maranhão e Piauí. Esta rocha é muito utilizada localmente na indústria da construção, em ruas, calçamentos e usos ornamentais, sendo popularmente conhecida como “cabeça de jacaré”. Oólitos e pisólitos foram identificados em outras áreas ao longo deste estudo dentro da AID do empreendimento, contudo, devido à sua abundância na Bacia do Parnaíba, e importância científica relativamente menor, esses locais não foram considerados como áreas paleontológicas significantes. Na AP2, contudo, os oolíticas e pisolíticas ocorrem próximos a outros fósseis de maior significância e raridade. Eles foram observados ao longo de grande parte da AP2, ocorrendo em maior abundância na Estação de Coleta 4 (Figura 8.7).



**Figura 8.7. Oólitos e pisólitos (à esquerda) e detalhe da ocorrência de Oólitos e pisólitos (à direita). Estação de Coleta 4, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**

### 8.2.1.2 Microbialitos: Esteiras bacterianas

Estes fósseis são o resultado da progressiva acumulação de carbonato de cálcio por cianobactérias (“algas azuis”), as quais formam tapetes de até alguns centímetros de espessura no fundo de corpos de água. Estas estruturas podem ser também conhecidas como “esteiras algálicas”, embora o termo esteja caindo em desuso. As esteiras ou tapetes bacterianos correspondem ao estágio inicial de desenvolvimento de estruturas mais complexas denominadas estromatólitos (SILVA *et al.*, 2007a). Tanto as esteiras bacterianas quanto os estromatólitos (ver item 8.2.1.3) constituem os fósseis mais antigos conhecidos no planeta. Como os organismos produtores destas estruturas são fotossintetizantes, a sua presença é indicadora de ambientes aquáticos rasos durante a deposição sedimentar desta unidade, podendo evidenciar lagoas ou eventos de transgressão marinha. A presença de esteiras bacterianas está documentada para a Formação Pedra de Fogo (SANTOS & CARVALHO, 2009). Na AP2, foram observadas esteiras bacterianas na Estação de Coleta 2 (Figura 8.8), em níveis próximos ao contato entre as Formações Pedra de Fogo e Motuca. Pelo menos quatro camadas de esteiras bacterianas foram reconhecidas (Figura 8.8), com espessuras de aproximadamente 10 mm, possuindo coloração cinza claro, contrastando com os pelitos arroxeados da Formação Pedra de Fogo neste local.



**Figura 8.8.** À esquerda, esteiras bacterianas na Formação Pedra de Fogo (pelito arroxeadado), próximas ao contato com a Formação Motuca (arenito laranja) e à direita, detalhe da ocorrência de esteiras bacterianas. Estação de Coleta 2, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.

### 8.2.1.3 Microbialitos: Estromatólitos

Os estromatólitos são formados principalmente pela atividade biológica de comunidades de cianobactérias, a partir da precipitação de carbonato de cálcio sobre esteiras bacterianas (ver item 8.2.1.2). As cianobactérias capturam o carbonato de cálcio dissolvido na água durante a fotossíntese, provocando a precipitação de sais, que ficam aderidas ao muco que forma as colônias de bactérias (SILVA *et al.*, 2007b). Os estromatólitos são estruturas mais complexas que as esteiras bacterianas, podendo assumir arquiteturas colunares, nodulares, cônicos, ramificados e estratiformes, constituindo, assim, verdadeiros recifes formados por microrganismos. Embora formadas inicialmente por cianobactérias, as colônias maduras de estromatólitos podem abrigar outros organismos no seu interior, tais como organismos anaeróbios. Os estromatólitos constituem as mais antigas evidências de vida no planeta, sendo reportados com antiguidades de até 3,5 bilhões de anos, na Austrália e na África do Sul (SILVA *et al.*, 2007b). O auge de predominância dos estromatólitos deu-se nos períodos Arqueano e Proterozoico, nos quais são frequentes em águas marinhas rasas. Após o Proterozoico (541 Ma) tornam-se muito mais restritos, por sofrerem pressão pelos organismos multicelulares formadores de recifes que surgiram no final do Proterozoico.

Estromatólitos modernos podem ser observados em diversas partes do mundo, na Austrália, México, Belize, Canadá, Turquia, e outro países, principalmente em lagoas de origem marinha e lagoas hiper-salgadas, porém, nas Bahamas, há o único caso conhecido de estromatólitos em ambiente marinho aberto. No Brasil, estromatólitos atuais são encontrados em lagoas salgadas no estado do Rio de Janeiro (SRIVASTAVA, 2002; SILVA, op. cit.). Devido aos ambientes atuais de ocorrência de estromatólitos, eles são interpretados no registro fóssil pós-Proterozoico como indicadores de ambientes extremos, especialmente de lagoas hipersalinas e hiperalkalinas. Na Formação Pedra de Fogo, a presença de estromatólitos fósseis tem sido notada por Faria & Truckenbrodt (1980), para o Membro Sílex Basal e o Membro Médio desta unidade geológica. Estes estromatólitos foram descritos como sendo colunares e levemente ondulados. No presente estudo, foram reconhecidos estromatólitos nas Estações de Coleta 5 e 7 (Figura 8.9 e Figura 8.10). Estes se encontram silicificados, possuindo aproximadamente 4 cm de altura, e mostrando uma estrutura levemente ondulada, colunar, comparável com os reportados previamente para esta formação geológica (FARIA & TRUCKENBRODT, 1980).



**Figura 8.9. Estromatólito da Formação Pedra de Fogo, Período Permiano, visto em corte. Proveniente da Estação de Coleta 7, AP2, Teresina/PI. Foto: CARUSO JR., 2014.**



**Figura 8.10. Estromatólito da Formação Pedra de Fogo, Período Permiano, em vista superior. Proveniente da Estação de Coleta 7, AP2, Teresina, PI. Foto: CARUSO JR., 2014.**

#### **8.2.1.4 Reino Plantae, Divisão Tracheophyta, Classe Filicopsida**

Esta classe compreende as espécies conhecidas popularmente como samambaias. É um grupo de plantas cujos registros mais antigos datam do Devoniano Inferior (410 Ma) e se mantém bastante diversificado até os dias de hoje (IANNUZZI & VIEIRA, 2005). As samambaias são plantas vasculares, possuem folhas simples ou compostas, e caules revestidos com raízes adventícias, as quais contribuem a sustentar a sua estrutura. As suas folhas estão divididas em vários eixos, sendo que os eixos terminais sustentam as pínulas, ou folíolos de última ordem (IANNUZZI & VIEIRA, 2005). Diferentemente das plantas lenhosas, as quais constituem a maioria das plantas de grande porte na atualidade, as filicópsidas ou samambaias não possuem anéis de crescimento. As samambaias podem viver em uma grande variedade de habitats, porém, têm uma preferência por ambientes marginais, úmidos.

Na AP2 foram observadas numerosas plantas fósseis (Figura 8.11 a Figura 8.14), tendo sido coletadas amostras nas Estações 3, 5, 6 e 8. Todos os espécimes consistem de pequenos caules (troncos) com larguras aproximadas entre 1 cm e 7 cm. A Estação de Coleta 6 é a que mostra a maior concentração destes fósseis. Estes pequenos troncos encontram-se no geral preservados pelo processo de silicificação. Devido a danos produzidos pela ação do intemperismo, as características anatômicas que permitiriam a melhor identificação destes fósseis são de difícil visualização. Contudo, em alguns espécimes é possível observar, em corte, a presença de feixes de raízes adventícias, através do qual é possível estabelecer que correspondem a samambaias. Muitos destes fósseis estão presentes, *ex situ*, ou seja, rolados, sobre camadas pertencentes à Formação Pedra de Fogo. Contudo, eles ocorrem em maior número nos arenitos da Formação Motuca, pelo qual se infere que sejam provenientes desta unidade geológica. O registro de plantas fósseis no Permiano da Bacia do Parnaíba é rico, sendo conhecido desde as primeiras pesquisas na região, quando foi identificada a samambaia arborescente *Psaronius* (LISBOA, 1914; PLUMMER, 1948) às margens do rio Poti, em Teresina/PI, e em diversas localidades no Piauí e no Maranhão. Entre os sítios com plantas fósseis desta idade na bacia, cabe destacar o Monumento das Árvores Fossilizadas do Tocantins (DIAS-BRITO *et al.*, 2007), no município de Filadélfia, com predominância de samambaias; e a Floresta Fóssil do Rio Poti em Teresina/PI (CALDAS *et al.*, 1989), na qual ocorrem muitos troncos de gimnospermas (o grupo de plantas que inclui os pinheiros e as araucárias) em posição de vida (na vertical), e no qual foi descoberta uma espécie que recebeu o nome de *Teresinoxylon* em homenagem à cidade de Teresina. Ambos os sítios estão protegidos em nível federal, o primeiro tendo sido declarado Monumento Natural, e o segundo tendo sido tombado pelo IPHAN.



**Figura 8.11. Vista geral da Estação de Coleta 6 (à esquerda) e caule fóssil, localizado na AP2. Formação Motuca, Período Permiano, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**



**Figura 8.12. Vários caules fósseis na Estação de Coleta 6 (à esquerda) e caules fósseis da Formação Motuca (à direita), AP2. Formação Motuca, Período Permiano, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**



**Figura 8.13. Caules fósseis da Formação Motuca. Estação de Coleta 6, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**



**Figura 8.14. Caule fóssil da Formação Motuca (à esquerda) e fragmento de caule de samambaia arborescente fóssil da Formação Motuca, Período Permiano (à direita), ambos provenientes da Estação de Coleta 8, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**

Nota: Os feixes alongados são as raízes adventícias características das samambaias.



**Figura 8.15. Caule fóssil da Formação Motuca, visto em corte transversal, proveniente da Estação de Coleta 3, AP2, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**

### **8.3 Área Paleontológica 3 (AP3)**

Esta área paleontológica (Figura 8.16 e Figura 8.17) está situada no município de Altos/PI, 6 km ao norte da sede do município. O acesso é feito pela PI-223, prosseguindo 1,8 km NE por estradas vicinais. O sítio está localizado nas encostas de um pequeno morro, sendo delimitado ao sul por um açude e ao norte por mata e cocais. No local aflora a Formação Piauí, de idade carbonífera (SANTOS & CARVALHO, 2009). Esta pode ser identificada pela presença de arenitos de cor laranja claro/róseos, e estratificação cruzada acanalada, os quais são atribuídos à parte mais basal desta unidade geológica (SANTOS & CARVALHO, 2009). Na parte superior do pacote é observado um pequeno intervalo com oólitos e silexitos, indicando fácies características da Formação Pedra de Fogo. No topo do morro em questão há uma cobertura laterítica, que retrabalhou clastos de oólitos e silexito da Formação Pedra de Fogo. Os fósseis reconhecidos no local estão representados pelo icnogênero *Arenicolites* e em menor medida, pelos oólitos.

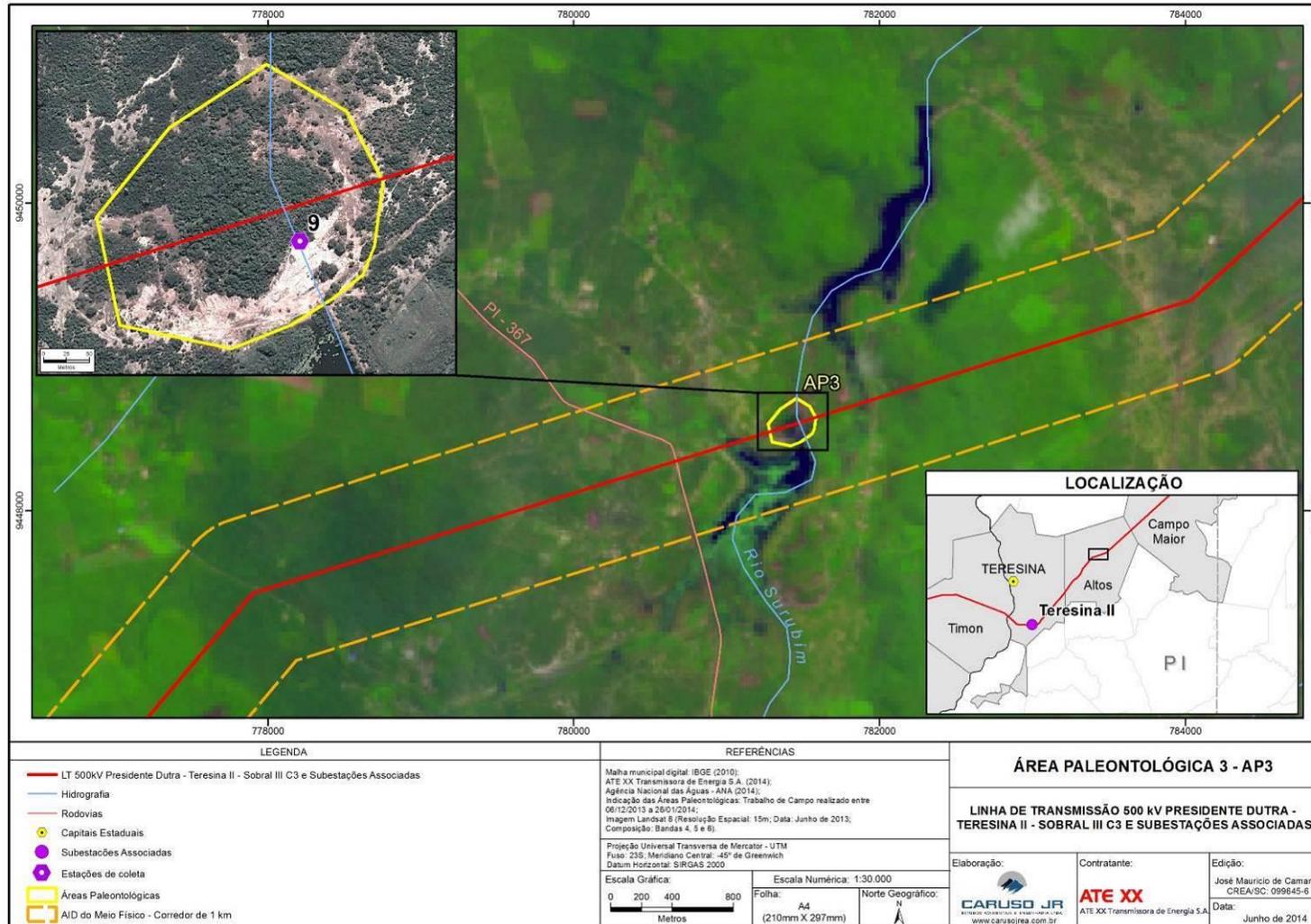


Figura 8.16. AP3, e Estação de Coleta 9, Formação Piauí, Período Carbonífero, Altos/PI. Elaboração: CARUSO JR., 2014.

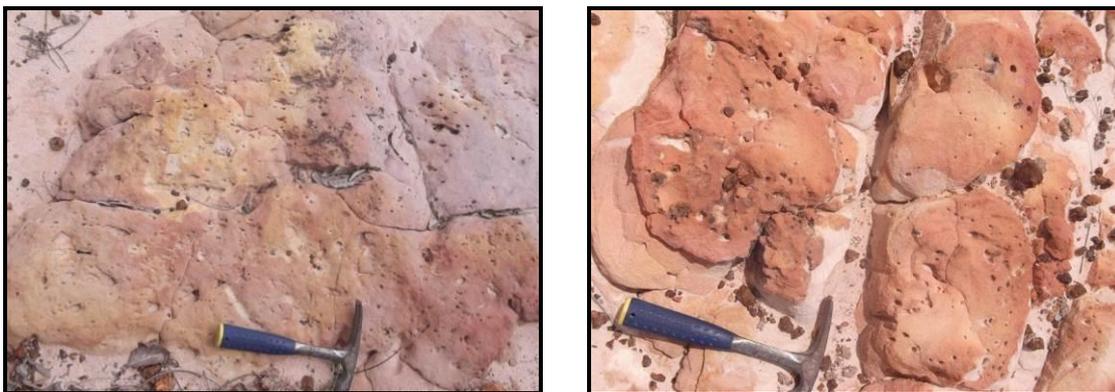


Figura 8.17. Vista geral da Estação de Coleta 9, AP3, Formação Piauí, Período Carbonífero, Altos/PI. Foto: CARUSO JR., 2014.

## 8.3.1 Fósseis

### 8.3.1.1 Icnogênero Arenicolites

O registro paleontológico está representado principalmente pela presença dos icnofósseis *Arenicolites* (Figura 8.18). Estes estão presentes nos arenitos da Formação Piauí, e foram observados em grande número, sendo isto considerado como um fenômeno comum nesta formação geológica, na qual *Arenicolites* é visto comumente associado a sua fácies eólica (SANTOS & CARVALHO, 2009), e pode ser reconhecido pela presença de aberturas pares, que evidenciam as duas saídas de um pequeno tubo em forma de U. Os *Arenicolites* podem representar um registro de habitação de pequenos organismos, provavelmente crustáceos (FERNANDES *et al.*, 2002), que se refugiavam em ambientes de interdunas.



**Figura 8.18. Icnogênero *Arenicolites*, na Estação de Coleta 9, AP4, Formação Piauí, Período Carbonífero, Teresina/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.**

### **8.3.1.2 Microbialitos: Oólitos**

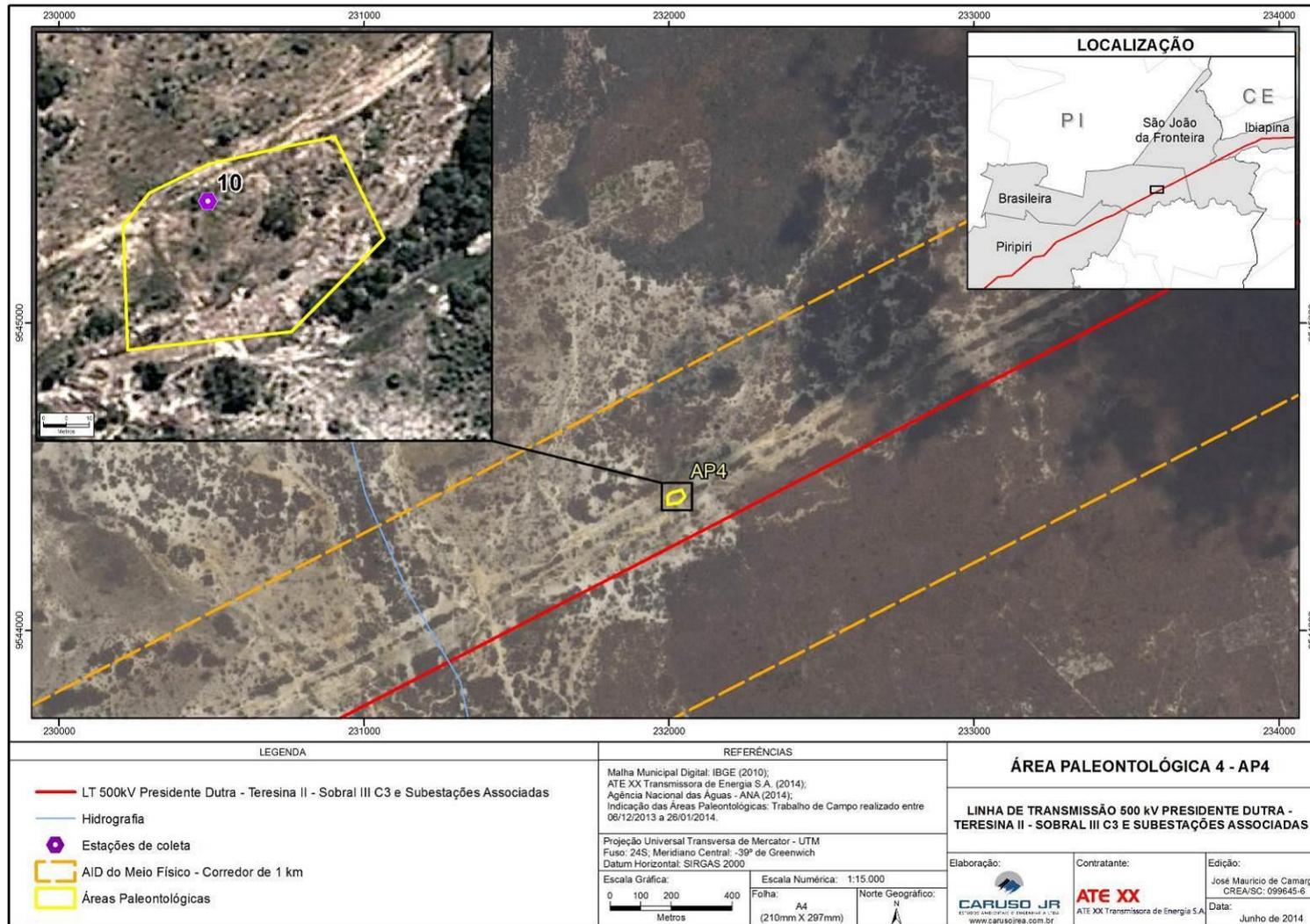
Os oólitos foram caracterizados no item 8.2.1.1. Na AP3, eles ocorrem na Formação Pedra de Fogo (Figura 8.19), e em clastos retrabalhados pela cobertura detrito-laterítica que está presente nas partes mais altas do local. Como mencionado anteriormente, estes microbialitos ocorrem em superabundância na Formação Pedra de Fogo e constituem um registro de menor importância científica.



**Figura 8.19.** Oólitos, 75 m ao leste da Estação de Coleta 9, AP3, Formação Pedra de Fogo, Período Permiano, Altos/PI. Foto: CARUSO JR., 2014.

#### **8.4 Área Paleontológica 4 (AP4)**

Este pequeno sítio (Figura 8.20 e Figura 8.21) localiza-se no município de Brasileira/PI. O acesso é realizado pela BR-222, prosseguindo aproximadamente 15 km por estradas vicinais. No local afloram arenitos amarelados/cinzentos, com lobos sigmoidais, que podem ser atribuídos à Formação Itaim (Devoniano Inferior). Aqui foram reconhecidos alguns icnofósseis, os quais ocorrem em número moderado.



**Figura 8.20. AP4, Estação de Coleta 10, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Elaboração: CARUSO JR., 2014.**

Julho/2014

Direitos Autorais Lei nº 9610/98, art. 7º

Anexo 6.2.12.1  
Diagnóstico Paleontológico  
49/68

EIA  
LT 500 kV Presidente Dutra - Teresina II  
- Sobral III C3 e Subestações Associadas  
MA/PI/CE



**Figura 8.21. Vista geral da AP4, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Foto: CARUSO JR., 2014.**

#### **8.4.1 Fósseis**

##### **8.4.1.1 Icnogênero Planolites**

O registro deste icnofóssil foi observado em uma laje de arenito próxima à estrada de acesso ao sítio, na Estação de Coleta 10 (Figura 8.22). A superfície exposta desta laje encontra-se recoberta por este icnogênero. As estruturas são sinuosas, e possuem, ao máximo, 15 mm de comprimento e 2 mm de largura, sendo, portanto, de maiores dimensões que os exemplares de Planolites observados na AP1, em Presidente Dutra/MA, e ocorrem de maneira mais esparsa, apresentando consideravelmente menor densidade por área. Para uma caracterização deste icnofóssil, ver a descrição da referida área paleontológica (item 8.1.1).



Figura 8.22. À esquerda, laje contendo exemplares do icnogênero *Planolites*, e à direita, detalhe de *Planolites*, Estação de Coleta 10, AP4, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Fotos: CARUSO JR., 2014.

#### 8.4.1.2 Icnogênero não identificado

Observou-se a presença de numerosas escavações (Figura 8.23) nas fácies de arenitos com lobos sigmoidais, que ocorrem 50 m ao sudoeste da Estação de Coleta 10. Estas escavações são verticais, levemente recurvadas, sem preenchimento, e em alguns casos assemelham-se ao icnofóssil *Arenicolites*. Contudo, não foi observada a conexão em forma de U entre as duas aberturas do tubo, que é característica de *Arenicolites*.



**Figura 8.23. Icnofóssil não identificado, AP4, Formação Itaim, Período Devoniano, Brasileira/PI. Foto: CARUSO JR., 2014.**

## 9 Considerações Finais

Os trabalhos de prospecção revelaram a existência de quatro áreas paleontológicas dentro da AID do empreendimento (AP1, AP2, AP3 e AP4) e, ainda, uma quinta área, que pode ser denominada AP5, a poucos quilômetros da AID. A AP5 localiza-se no município de Timon/MA, e compreende uma área de aproximadamente 122 km<sup>2</sup> (Coordenada X: 727832.90 m E; Coordenada Y: 9434908.25 m S - Fuso 23S), 5,7 km ao norte da AID e a 1,5 km da AII. Ela, portanto, não será impactada pelo presente empreendimento. O acesso é feito pela BR-226, posteriormente prosseguindo 700 m ao sul por um caminho vicinal. O sítio já é atravessado por uma linha de transmissão. Nesta área paleontológica há uma grande concentração de troncos fósseis, constituindo uma verdadeira floresta petrificada. O número aproximado de 100 exemplares foi observado em campo. Os troncos (Figura 9.1) jazem sobre rochas da Formação Piauí, constituídas por arenitos eólicos de cor laranja claro, com abundantes icnofósseis do gênero *Arenicolites*. Embora estejam sobre a formação supracitada, os troncos fósseis encontram-se dentro da Cobertura Laterito-Detrítica Paleogênica (CPRM, 2011), para a qual é atribuída a referida idade (66-23 Ma). Estes troncos pertencem a plantas vasculares de grande porte, e mostram evidências de terem sofrido um amplo processo de oxidação. Este processo tem ofuscado detalhes anatômicos que poderiam auxiliar na identificação das espécies às quais pertencem estes fósseis. Contudo, é imprescindível ressaltar que a área está localizada fora da AID do empreendimento.



**Figura 9.1. Troncos petrificados do Paleógeno, AP5, Timon/MA. Fotos: CARUSO JR., 2014.**

A instalação de um empreendimento pode resultar em impactos ao meio, neste caso, ao patrimônio paleontológico, contudo, eles podem ser minimizados ou evitados, quando adotadas estratégias que visem o reconhecimento do patrimônio fossilífero existente no local.

O sítio AP5 é um sítio de grande riqueza e raridade. Porém, devido a sua distância em relação à AID, ele terá um impacto baixo pelas obras do empreendimento.

Já os sítios AP1 e AP4 representam ocorrências menores de fósseis (tanto em tamanho quanto em riqueza), e o sítio AP3 apresenta fósseis considerados abundantes na bacia.

Por outro lado, a AP2 é uma área paleontológica que poderá sofrer um impacto significativo pelo presente empreendimento. Este sítio é amplo e possui grande riqueza em termos de quantidade, qualidade e diversidade de fósseis. É necessário notar que este local encontra-se relativamente próximo da Floresta Fóssil de Teresina/PI, tombada pelo IPHAN, fator que faz da sua preservação um tema potencialmente sensível. Além da proximidade geográfica, este sítio compartilha características paleontológicas em comum e é contemporâneo àquela. Contudo, este sítio possui diferencial em relação à Floresta Fóssil de Teresina, pois não apresenta troncos de grande porte, nem em posição de vida, como os observados nas margens do rio Poti em Teresina/PI. As ocorrências de plantas e estromatólitos neste local estão a flor de terra, aparentemente *ex situ*, ou seja, não encontrando-se no seu local de origem. Levando em consideração estes fatores e tamanho reduzido dos fósseis presentes na área, uma operação de salvamento seria uma medida mais apropriada para a proteção do patrimônio paleontológico presente no local.

Neste sentido, propõem-se as seguintes medidas mitigatórias e compensatórias:

- Realizar uma operação de resgate de material paleontológico na AP2. Permitir o monitoramento das obras por uma equipe de paleontologia;
- Divulgar ao público em geral sobre o conhecimento obtido com os trabalhos realizados durante o presente projeto. Isto pode ser levado a cabo por meio de projetos de extensão universitária, assim como por meio de

exposições no Museu de Arqueologia e Paleontologia da UFPI, localizado em Teresina/PI.

## 10 Ações futuras

Perante a conclusão dos trabalhos aqui efetuados, novas metas também poderão ser cumpridas. Entre elas, a realização de estudos paleontológicos mais detalhados, com base nos novos espécimes descobertos, que permitam aprofundar a descrição das espécies fósseis encontradas e aprimorar o conhecimento sobre a paleoecologia e o paleoambiente da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Estas ações poderão ser concretizadas através de trabalhos de iniciação científica em nível de graduação, trabalhos de pós-graduação, e projetos interdisciplinares envolvendo pesquisadores de diferentes instituições. Como é de praxe, os resultados destas pesquisas seriam apresentados à comunidade acadêmica através de comunicações em eventos científicos e publicações em revistas técnicas.

## 11 Equipe técnica

Profissional	Formação	Cadastro Técnico IBAMA	Registro Conselho de Classe (quando houver)	Atividades desenvolvidas
Francisco Caruso Gomes Jr.	Geólogo, Dr.	163516	CREA/SC 026850-0	Coordenação Geral
Maria Isabel da Silva	Oceanógrafa	2156877	-	Gerenciamento do Projeto
Alexandre de Moya Caruso Gomes	Engenheiro Ambiental/ Coordenação do meio físico	4598869	CREA/SC 096715-0	Coordenação do Diagnóstico do Meio Físico
Valéria de Jesus Moreno de Lemos	Geógrafa hab. Licenciatura, Esp. em Engenharia Ambiental	5132600	-	Supervisão técnica do Diagnóstico do Meio Físico e revisão técnica
Juan Carlos Cisneros Martínez	Paleontólogo, Dr.	-	-	Elaboração do estudo paleontológico

## 12 Referências Bibliográficas

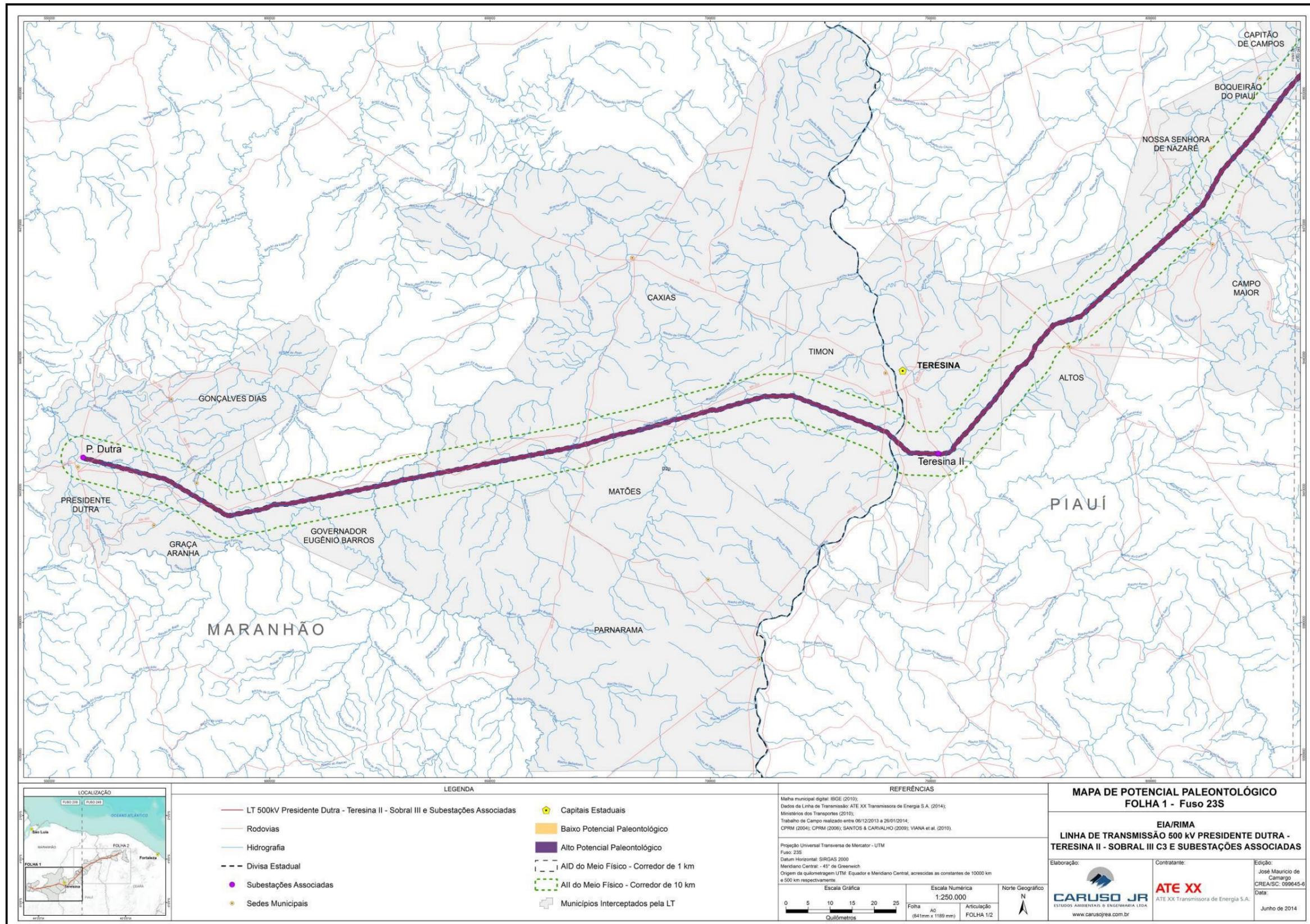
- BRASIL. **Portaria N° 109, de 25 de outubro de 2010.** Homologa o tombamento da Floresta Fóssil do Rio Poti, situado no município de Teresina/PI. Diário Oficial da União, Seção 1, n. 206, p. 16. 27/10/2010.
- BREHM U., PALINSKA K. A., KRUMBEIN W. E. **Laboratory cultures of calcifying biomicrospheres generate ooids - A contribution to the origin of oolites.** Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, (CG2004\_L03). 2004. Disponível em <[http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2004\\_L03/](http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2004_L03/)>. Acesso: 04/02/2014.
- IBGE. **Estado do Maranhão; Geologia.** 1 ed. Rio de Janeiro. Escala 1:1.400.000. 2011.
- CALDAS, E. B., MUSSA, D., LIMA FILHO, F. P. & ROSLER, O. **Nota sobre a ocorrência de uma floresta petrificada de idade permiana em Teresina Piauí.** Boletim do Instituto de Geociências, São Paulo, Publicação Especial, 1989, n. 7, p. 69.
- CAPUTO, M.V.; PONCIANO, L.C.M.O. 2010. **Pavimento Estriado de Calembre, Brejo do Piauí - Registro de geleiras continentais há 360 milhões de anos no Nordeste do Brasil.** Em: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil, SIGEP. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/sitio052/sitio052.pdf>>. Acesso em 04/02/2014.
- DIAS-BRITO, D., ROHN, R., CASTRO, J. C., DIAS, R. R. & RÖSSLER, R. **Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional - O mais exuberante e importante registro florístico tropical-subtropical permiano no Hemisfério Sul.** Em: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil, SIGEP. 2007. Disponível em <<http://www.unb.br/ig/sigep>>. Acesso: 31/01/2014.
- FARIA JR., L.E. C. & TRUCKENBRODT, W. **Estromatólitos na formação Pedra de Fogo, Permiano, bacia do Maranhão.** In: Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, 1980, v.2, p. 740-754.

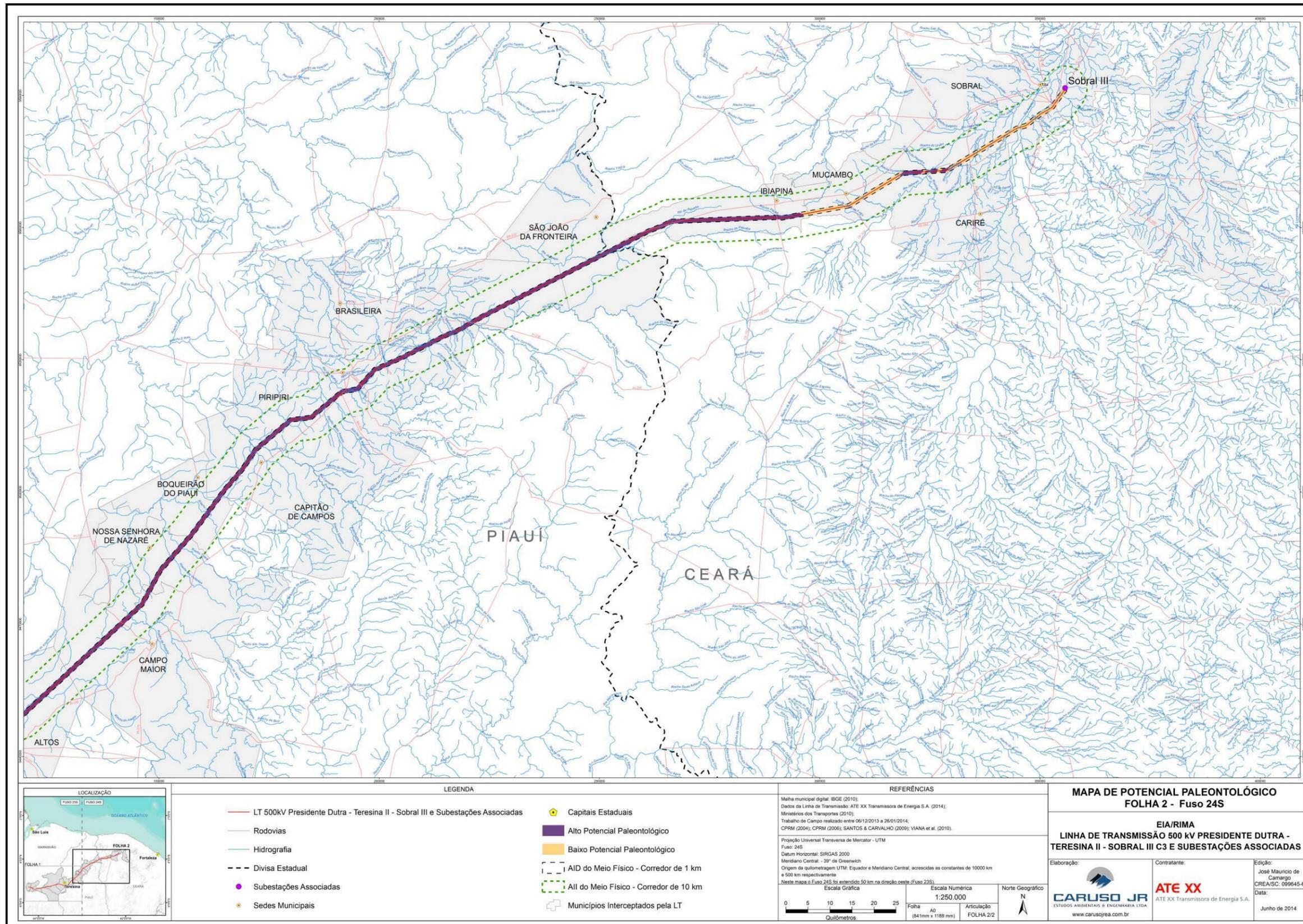
- FERNANDES, A. C. S., BORGHI, J., CARVALHO, I. S., ABREU, C. J. **Guia dos icnofósseis de invertebrados do Brasil**. Rio e Janeiro, Interciência. 2002.
- IANNUZZI, R. & VIERIRA, C. E. L. **Paleobotânica**. Porto Alegre, Editora UFRGS, 2005.
- LISBOA, M. A. **Permian geology of northern Brazil**. American Journal of Science, 1914, v. 37, 425-443.
- PACTON, M., ARIZTEGUI, D., WACEY, D., KILBURN, M. R., ROLLION-BARD, C., FARA, R. & VASCONCELOS, C. **Going nano: A new step toward understanding the processes governing freshwater ooid formation**. Geology, 2012, v. 40, p. 547-550.
- PONCIANO, L. **Fósseis devonianos da Bacia do Parnaíba**. 2012. Edição independente.
- PLUMMER, F. B. **Estados de Maranhão e Piauí**. Em: Brasil, Conselho Nacional do Petróleo, Relatório de 1946. Rio de Janeiro. 1948. p 87-134.
- PRICE, L. I. 1948. **Um anfíbio labirintodonte da Formação Pedra de Fogo, estado do Maranhão**. Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim, Rio de Janeiro, n. 124, p. 1-32, est.1-3.
- REID, J & SOUSA JR, W. C. **Investimentos em infra-estrutura e políticas de conservação no Brasil**. Megadiversidade, 2005, v. 1, p. 189-197.
- SANTOS, M. E. C. M. & CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro, 2009.
- SANTOS, W. F. S.; CARVALHO, I. S., & FERNANDES, A.C.S. **Mineração versus Paleontologia: Uso e Ocupação da Serra do Veadinho em Peirópolis - Uberaba, Estado de Minas Gerais (Brasil)**. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, 2010, 3: 74-86.
- SILVA, J. P. S. **Impactos ambientais causados por mineração**. Revista Acadêmica Espaço da Sophia, 2007, v. 8, p. 29-48.

- SILVA, L. H. S.; FEDER, F.; DELFINO, D. O. & LOPES, F. A. S. **Análise da composição cianobacteriana das esteiras pustulares em salina, Araruama, Rio de Janeiro.** Anuário do Instituto de Geociências, 2007, v. 30, p. 175-187.
- SILVA, L. H. S.; IESPA, A. A. C. & IESPA, C. M. D. **Estromatólitos estratiformes da lagoa Pernambuco, Rio de Janeiro, Brasil.** Gaea, 2007, v. 3, p. 87-92.
- SRIVASTAVA, N. K. **Lagoa Salgada (Rio de Janeiro) - Estromatólitos recentes.** Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM, 2002, v. 01, p. 203-209.
- VIANA, M. S. S.; OLIVEIRA, P. V.; SOUSA, M. J. G.; BARROSO, F. R. G.; VASCONCELOS, V. A.; MELO, R. M.; LIMA, T. A.; OLIVEIRA, G. C.; CHAVES, A. P. P. **Ocorrências icnofossilíferas do Grupo Serra Grande (Siluriano da Bacia do Parnaíba), Noreste do estado do Ceará.** Revista de Geologia, UFC, 2010a, v. 23, p. 77-89.
- VIANA, M. S. S.; OLIVEIRA, P. V.; CHAVES, A. P. P. C.; VASCONCELOS, V. A.; MELO, R. M.; OLIVEIRA, G. C.; SOUSA, M. J. G.; LIMA, T. A.; ROCHA, L. A. S.; BARROSO, F. R. G. **Mamíferos fósseis quaternários da região noroeste do ceará.** Revista de Geologia, UFC, 2010b, v. 23, 171-181.
- VEIGA JR, J. P. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís NE/SE, Folhas SA.23-X e SA.23-Z. Estados do Maranhão e Piauí. Escala 1:500.000.** Brasília: CPRM. 2000.
- XIMENES, C. L. **Tanques Fossilíferos de Itapipoca, CE Bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica. SIGEP.** Disponível em <[http://sigep.cprm.gov.br/sitio014/sitio014\\_impreso.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/sitio014/sitio014_impreso.pdf)> Acesso: 31/01/2014.

## 13 Apêndice

## Apêndice 13.1. Mapa de Potencial Paleontológico





**MAPA DE POTENCIAL PALEONTOLÓGICO**  
**FOLHA 2 - Fuso 24S**

**EIA/RIMA**  
**LINHA DE TRANSMISSÃO 500 kV PRESIDENTE DUTRA - TERESINA II - SOBRAL III C3 E SUBESTAÇÕES ASSOCIADAS**

Elaboração: **CARUSO JR**  
ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA.  
www.carusojea.com.br

Contratante: **ATE XX**  
ATE XX Transmissora de Energia S.A.

Edição: José Maurício de Camargo  
CREA/SC: 099845-6  
Data: Junho de 2014

## 14 Anexos

## **Anexo 14.1. Comunicação prévia ao DNPM da realização de trabalhos paleontológicos**



novembro de 2013

A Sua Senhoria o Sr.  
WALTER LINS ARCOVERDE  
Diretor de Fiscalização  
Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM  
SAN – Quadra 1 – Bloco B – Edifício Sede  
CEP 70.041-903 – Brasília/DF

Assunto: Comunicação prévia de realização de trabalhos paleontológicos nos estados de Maranhão, Piauí e Ceará

Prezado Senhor,

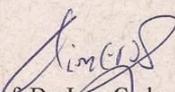
Conforme disposto no Parágrafo Único do Art. 1º do Decreto-Lei 4.146, de 04/03/1942, sobre a proteção de depósitos fossilíferos, comunicamos previamente a realização de trabalho de campo nos estados de Maranhão, Piauí e Ceará; nos municípios: Presidente Dutra, Graça Aranha, Governador Eugênio Barros, Parnarama, Caxias, Matões, Timon (MA); Teresina, Altos, Campo Maior, Nossa Senhora de Nazaré, Cocal de Telha, Capitão de Campos, Piripiri, Brasileira, São João da Fronteira (PI); Ibiapina, Mocambo, Cariré e Sobral (CE). O período para realização das coletas é de 18 de novembro de 2013 até 18 de janeiro de 2014.

O objetivo do trabalho de campo é prospectar fósseis como parte do estudo de impacto ambiental na área de impacto direto das obras da **Linha de Transmissão 500 kV Presidente Dutra / Teresina II – C3 (Trecho 1) e Linha de Transmissão 500 kV Teresina II / Sobral III - C3 (Trecho 2) pela Eletrobras (Eletronorte)**. A equipe responsável pela pesquisa será composta pelo Prof. Dr. Juan Carlos Cisneros (UFPI), juntamente com alunos de graduação e pós-graduação desta instituição.

Finalmente, informamos que os fósseis coletados serão depositados na Universidade Federal do Piauí, onde serão objeto de pesquisas e servirão como material didático e expositivo.

Desde já nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Juan Carlos Cisneros  
CPF 691889631-87  
Sociedade Brasileira de Paleontologia: #224

Centro de Ciências da Natureza  
Universidade Federal do Piauí  
Tel: (86) 3237-2014  
Teresina-PI



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM  
Superintendência - PI 15:43:00 - 02/12/2013

Juntada: 48421-001215/2013 - 46

Processo: 903387/2013

RETIFICAR INFORMAÇÕES



48421-001215/2013 - 46

a, 2 de novembro de 2013

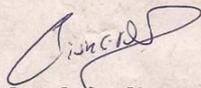
A Sua Senhoria o Senhor  
WALTER LINS ARCOVERDE  
Diretor de Fiscalização  
Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM  
SAN – Quadra 1 – Bloco B – Edifício Sede  
CEP 70.041-903 – Brasília/DF

Assunto: Comunicação prévia de realização de trabalhos paleontológicos nos estados de Maranhão, Piauí e Ceará

Prezado Senhor,

A presente é para retificar informações de coleta de fósseis contidas no processo 48421-903387/2013-56. No referido comunicado de coleta, faltou incluir os municípios de Gonçalves Dias, MA, e Boqueirão do Piauí, PI. Ainda, o município de Mucambo, CE, foi referido com grafia errada (consta Mocambo no comunicado). Desde já nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Atenciosamente,



Dr. Juan Carlos Cisneros  
Curso de Arqueologia  
Centro de Ciências da Natureza  
Universidade Federal do Piauí  
Teresina-PI  
Tel: (86) 3237-2014  
Cel: (86) 9963-0847

## **Anexo 14.2. Declaração de recebimento de espécimes provenientes de prospecção paleontológica (UFPI)**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**  
*Bacharelado em Arqueologia e Conservação de Arte Rupestre*

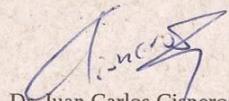
Teresina, 12 de março de 2014

## DECLARAÇÃO

Declaro por este meio que o Laboratório de Paleontologia e Material Orgânico do Centro de Ciências da Natureza (CCN/UFPI) recebeu espécimes provenientes de prospecções paleontológicas na AID do empreendimento “Linha de Transmissão 500kV Presidente Dutra – Teresina II – Sobral III C3 e Subestações Associadas MA/PI/CE”. Os espécimes são os seguintes (número provisório de catálogo, descrição e proveniência):

- LT01: Duas amostras de rocha com o icnofóssil *Planolites*. Presidente Dutra-MA (AP1, EC1)
- LT02: Três amostras de oólitos e písólitos. Teresina-PI (AP2, EC4)
- LT03: Amostra de esteira bacteriana. Teresina-PI (AP2, EC2)
- LT04: Seis fragmentos de caules de samambaias fósseis. Teresina-PI (AP2, EC6)
- LT05: Nove fragmentos de caules de samambaias fósseis. Teresina-PI (AP2, EC6)
- LT06: Trinta e nove fragmentos de caules de samambaias fósseis. Teresina-PI (AP2, EC6)
- LT07: Nove fragmentos de caules de samambaias fósseis. Teresina-PI (AP2, EC6)
- LT08: Dois fragmentos de caules de samambaias fósseis. Teresina-PI (AP2, EC6)
- LT09: Vinte e quatro fragmentos de samambaias fósseis. Teresina-PI (AP2, EC6)
- LT10: Um fragmento de caule de samambaia fóssil. Teresina-PI (AP2, EC5)
- LT11: Um estromatólito. Teresina-PI (AP2, EC7)

Atenciosamente,



Dr. Juan Carlos Cisneros  
Coordenador do Curso de Arqueologia e Arte Rupestre  
Chefe do Laboratório 3  
Centro de Ciências da Natureza  
Universidade Federal do Piauí  
Tel: (86) 3237-2014  
Teresina-PI