
OCORRÊNCIA DE FÓSSEIS VEGETAIS DO PERÍODO PERMIANO NO MUNICÍPIO DE ALTOS (PIAUI): BUSCA DE VALORIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL E AMBIENTAL

OCURRENCE OF VEGETABLE FOSSILS FROM THE PERMIAN PERIOD IN THE MUNICIPALITY OF ALTOS (PIAUI): SEARCH FOR VALUATION AND CONSERVATION OF NATURAL AND ENVIROMENTAL HERITAGE

Francisco das Chagas Gomes
franciscopatutafpi@gmail.com

Mestre em Geografia pela UFPI; Graduado em Geografia pela UESPI; Especialista em Geografia, Turismo e meio ambiente pela UFPI. Professor da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio). Professor formador nos cursos de Geografia do PARFOR e Tutor no CEAD/UFPI.

Iracilde Maria Moura Fé Lima
iracildemourafelima@gmail.com

Graduada em Geografia pela Universidade Federal do Ceará. Mestra em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Membro perpétuo da Academia de Ciências do Piauí (cadeira 53). Membro perpétuo do Instituto Histórico-Geográfico do Piauí. Professora da graduação e pós-graduação em Geografia da UFPI.

RESUMO

No município de Altos, Estado do Piauí, Brasil, ocorre um significativo afloramento de troncos petrificados que remontam do final da estruturação da primeira unidade geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, na formação Pedra de Fogo datada do período geológico Permiano da era Paleozóica. Esses fósseis vegetais afloram na área do alto curso do riacho Tingui, afluente da margem direita do rio Poti, correspondendo a troncos fósseis gimnospérmicos de grande e pequeno porte, alguns medindo até 1,80 m de diâmetro, alguns autóctones, isto é, na posição de vida, e outros parautóctones, movidos ou modificados pela ação da natureza. Muitos destes troncos apresentam elevado nível de sílica e a permanência residual de carbono amorfo, evidenciando nos mesmos um processo de permineralização por sílica, medindo centímetros concêntricos, o que os tornam bastante diferentes daqueles encontrados na Floresta Fóssil que afloram no leito do rio Poti, em Teresina, Capital do Estado do Piauí. No entanto, mesmo tendo sido identificados por pesquisadores no início do século XX, a população deste município ainda não percebeu sua importância como um patrimônio natural e seu potencial como elemento de geração de renda, por meio da atividade turística. Este trabalho tem por objetivos: contextualizar a ocorrência

desta paleoflora na Bacia Sedimentar do Parnaíba; mapear a ocorrência desses fósseis vegetais para torná-los conhecidos e valorizados e ações educativas para a população local. Para tanto, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento do referencial teórico sobre a área de estudo; realização de trabalhos de campo e registro fotográfico; mapeamento dos troncos fósseis e utilização de técnicas de geoprocessamento. Como resultados encontrados destaca-se a organização de mapas; localização geográfica, registro fotográfico, caracterização dos fósseis vegetais e ações educativas para a comunidade local. Como forma de contribuir para que a população local conheça, valorize e colabore para a proteção desse importante patrimônio natural e ambiental brasileiro.

Palavras-chave: *Gymnospermas*; Permiano; troncos fósseis; geoconservação; educação Ambiental.

ABSTRACT

In the municipality of Altos, State of Piauí, Brazil, there is a significant outcrop of petrified trunk dating back to the end of the structuring of the first geological unit of the Parnaíba Sedimentary Basin, in the fire stone formation dating from the Permian geological period of the Paleozoic era. These plant fossils outcrop in the area of the upper course of the Tingui stream, a tributary on the right bank of the Poti river, corresponding to large-sized gymnosperm fossil trunks, some measuring up to 1.80 m in diameter, some autochthonous, that is, in the living position, and other par autochthonous ones, moved or modified by the action of nature. Many of these trunks have a high level of silica and residual amorphous carbon, showing a process of silica permineralization in them, measuring concentric centimeters, which makes them quite different from those found in the Fossil Forest that outcrop in the bed of the Poti River, in Teresina, Capital of the State of Piauí. However, even having been identified by researchers at the beginning of the 20th century, the population of this municipality has not yet realized its importance as a natural heritage and its potential an element of income generation, through tourist activity. This work has the general objective of studying the fossil forest in the municipality of Altos, Piauí and its relationship with the dynamics of the local river landscape. As specific objectives, the following were defined: characterize the natural environment where plant fossils emerge; to identify the forms of use and occupation of the lands of the upper course of the Tingui stream in the area where the fossils occur; propose a geotourism itinerary and educational activities for the local population. To this end, the following methodological procedures were carried out survey of the theoretical framework on the study area; field work and photographic records; mapping of fossil trunks and use of geoprocessing techniques. As results found, the organization of maps stands out; geographic location, photographic record, characterization of plant fossils and educational activities for the local community. As a way of helping the local population to know, value and collaborate for the protection of this important Brazilian natural and environmental heritage.

Keywords: *Gymnosperms*; Permian; fossil trunks; geoconservation; Environmental education.

INTRODUÇÃO

Na tentativa de resgatar os estudos paleontológicos realizados na região de Teresina, Piauí, iniciados nas primeiras décadas do século XX, encontra-se uma série de boletins do Departamento Nacional de Produção Mineral, então vinculado ao Ministério de Agricultura, que divulgam estudos nas áreas de Paleobotânica e Paleofauna do Piauí. Na análise destes documentos e em leituras de alguns livros especializados em Paleontologia, pode-se constatar a riqueza da flora Paleozoica encontrada na região de Teresina e municípios circunvizinhos com destaque para os fósseis vegetais encontrados no riacho Tingui em Altos.

Tendo em vista que no município de Altos ocorre um significativo afloramento de troncos gimnospérmicos petrificados ainda pouco estudados e, considerando sua importância como um rico monumento natural, por possibilitar o entendimento científico da evolução dos climas

e da sedimentação de áreas já colonizadas pela vegetação, busca-se neste trabalho investigar caracterizar os fósseis vegetais da localidade Brejo, bem como contribuir para a ampliação do conhecimento, da valorização e da preservação pela sociedade e pelo poder público e neste sentido, o artigo apresenta ainda propostas pedagógicas que podem contribuir para a promoção de práticas sustentáveis pela população local.

Torna-se importante, assim, o estudo destes sítios, isto porque boa parte desses afloramentos tem estado no anonimato perante a comunidade acadêmica, ou seja, a grande quantidade de sítios existentes ainda está por ser reconhecida e estudada para que possam ser conhecidos a nível local e nacional.

REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Santos e Carvalho (2004, p.1) a Bacia do Parnaíba, “foi estabelecida para uma área de cerca de 600 mil quilômetros quadrados, entre os estados do Maranhão, Piauí e parte dos estados de Tocantins, Pará e Ceará, entre as coordenadas 02° 00’- 12° 00’S e 40° 30’-52° 00’W”.

A Bacia do Parnaíba foi dividida em quatro bacias menores, com gêneses distintas: Parnaíba (Silúria no Triássico), Alpercatas (Jurássico-Eocretáceo), Grajaú (Cretáceo) e Espigão Mestre (Cretáceo).

Estudos realizados na bacia do Parnaíba definem como Província Sedimentar do Meio Norte do Brasil, sendo poligenética, iniciando-se como fratura interior continental, durante o Cambro-Ordoviciano, passando a sinéclise interior continental, a partir do Siluriano, características marcantes das bacias paleozóicas (GÓES, 1995) e São Luís.

Santos e Carvalho (2004, p. 6) defendem que as comunidades fósseis que habitaram o antigo bloco continental denominado Gondwana, “mostram afinidades com províncias paleobiogeográficas com conexões da margem pacífica de antigos continentes, assim como com a África, que estava então unida à América do Sul”.

As transformações ocorridas na bacia sedimentar do Parnaíba em tempos pretéritos respondem pelas principais características do presente, sendo que as glaciações do Gondwana são um dos fatores apontados para as variações do nível do mar, neste período. Sobre os principais aspectos relacionados ao paleoclima, Santos e Carvalho (2004, p. 95), esclarecem que

A principal característica do Permiano na bacia é um forte ressecamento e predomínio de condições continentais. Nos intervalos regressivos, as indicações são para climas quentes e áridos, adversos, com as manifestações de vida dadas pelos estromatólitos. Correspondendo a uma fase transgressiva, no topo da Formação Pedra de Fogo, as indicações são para mudanças para climas quentes e úmidos, com ambientes aquáticos e presença de flora e fauna. O clima voltou a quente e árido e as madeiras foram preservadas por permineralização. As glaciações do Gondwana são um dos fatores apontados para as variações do nível do mar, neste período. Da mesma forma como ocorreu no Quaternário, as glaciações influenciariam os recuos globais do nível do mar, e nas épocas interglaciais o aumento do nível do mar modificaria os climas em grande extensão dos continentes.

O período Permiano é o último período da era Paleozóica, avaliados entre 290 a 250 milhões de anos. Este período é representado pelas formações Pedra de Fogo e Motuca. A tendência de ressecamento da bacia, em condições continentais áridas, é progressivamente acentuada. São preponderantes as fases regressivas, em climas adversos para as manifestações de vida e sua preservação como fóssil. Esta condição só é modificada durante as fases transgressivas, isto é, sob influência da elevação do nível do mar e consequente elevação do nível de base dos corpos

aquáticos. Neste quadro ocorreu o último grande evento biológico do Paleozoico, na Bacia do Parnaíba, representada pelos troncos de madeiras silicificadas, preservados *in situ* no topo da Formação Pedra de Fogo e que documentam a pretérita existência de uma floresta tropical (SANTOS; CARVALHO, 2004).

A denominação Formação Pedra de Fogo (Figura 1), caracteriza as camadas permianas ricas em sílex e fósseis vegetais do gênero *Psaronius* que ocorriam no leito do Riacho Pedra de Fogo, entre os municípios de Pastos Bons e Nova Iorque, Maranhão (PLUMMER *et al.*, 1948). Esta Formação tem ampla distribuição nos estados do Piauí e Maranhão. Aflora na região centro-leste, centro-oeste e centro-sul da bacia, com eixo de deposição deslocado para oeste (MESNER; WOOLDRIDGE, 1964).

Mussa (1986) ao identificar e caracterizar um exemplar fóssil revela a existência de tecidos vegetais característicos de regiões inóspitas, ambiente seco ou rico em águas salobras, impróprias para absorção contínua, exigência necessária para ocorrência dos processos metabólicos vegetativos.

O “estudo sistemático de um exemplar fóssil da floresta do Poti revela um novo gênero e uma nova espécie, que foi denominada de *Teresinoxylon eusebioi*”. Sendo que a formação geológica em questão é a Pedra de Fogo (os espécimes citados anteriormente pertencem a outra formação geológica: a Formação Poti), este encontrado na floresta fóssil do Poti em Teresina (SOUSA, 1994).

Os abundantes troncos de madeiras, silicificados, no topo da Formação Pedra de Fogo, são preservados *in situ*, muitos ainda em posição de vida. Representam um evento de morte rápida da flora e preservação com um tipo particular de fóssil diagênese, que é a silicificação. Para Santos e Carvalho (2004), o topo da formação foi preservada predominantemente como madeira silicificada, muitas vezes apresentando cristalização, onde “os troncos apresentam ampla distribuição na bacia. Pelos estudos realizados até o presente, as ocorrências mostram a importante características de macroevolução, constatada pelos vários gêneros novos descritos” (DOLIANITI, 1948; citado por SANTOS; CARVALHO 2004, p. 90).

A madeira fóssil *Psaronius brasiliensis*, coletada entre 1817 e 1920 pelo botânico *Martius* e descrita por *Brongniart* em 1827, foi o primeiro fóssil vegetal do Brasil a ser mencionado na literatura (DOLIANITI, 1948). As *pteridófitas* constituem um grupo de plantas vasculares (dotadas de vasos condutores de seiva), porém criptógamas (sem flor) e raramente apresentam porte arborecente. O Período Permiano, quando estas plantas tiveram bom desenvolvimento, está representado na Bacia Sedimentar do Parnaíba pelas formações geológicas Pedra de Fogo e Motuca (DIAS *et al.* 2007).

Os troncos encontrados apresentaram diâmetros variados, chegando a mais de um metro e, de forma geral, o estado de preservação das espécies foi considerado bom, sendo que os ‘peels’ indicaram como tipo de fossilização a permineralização, pelo índice de matéria orgânica presente, na qual ocorre a substituição da matéria orgânica por minerais [...]. “Na maioria dos troncos o sílex é o mineral predominante, ainda que se encontre a hematita e eventualmente a calcedônia em fraturas, com elevada frequência de obliteração da forma original” (SOUSA, 1994, p. 27, citado por LIMA; MORAES; VASCONCELOS, 2016, p. 9).

No estado do Piauí, os primeiros estudos sobre fósseis vegetais e animais foram realizados no início do século XX, datam dos períodos geológicos Carbonífero e Permiano, avaliados entre 345 e 225 milhões de anos, destaca que foi no período Carbonífero que surgiram os primeiros répteis (antecessores dos dinossauros) e de florestas formadas por *Pteridófitas*. Estas se constituem um grupo de plantas vasculares dotadas de vasos condutores de seiva, porém criptógamas, ou seja, sem flores. Atualmente este grupo é representado pelas samambaias e avencas, que

normalmente apresentam um porte muito inferior ao das plantas Fanerógamas, as que têm flores (MENDES, 1982).

O Departamento Nacional de Produção Mineral, apresenta os elementos da flora identificada pelo geólogo Eusébio de Oliveira, na década de 1930, comparados com os identificados por ele próprio em três pontos em Teresina, região que hoje abrange parte dos municípios de Altos, Demerval Lobão, Lagoa Alegre e Monsenhor Gil e no município de Beneditinos, todos situados na Formação Poti, superposta pelas formações Piauí e Pedra de Fogo. Informa, ainda que a paleoflora desses municípios tem sido considerada muito importante no contexto mundial por sua localização geográfica setentrional (DNPM, 1954).

Em 1987, por ocasião da construção do Parque Poticabana na cidade de Teresina, onde estudos foram realizados por geólogos e paleontólogos de renome nacional como Francisco Pinheiro, Eva Caldas, Diana Mussa e Oscar Rösler, resultando no artigo “*Nota sobre a ocorrência de uma Floresta Petrificada de Idade Permiana em Teresina, Piauí*”, uma contribuição para projeto da UNESCO denominado “*Floras of Gondwanic Continents*”.

No trabalho, os estudiosos fizeram a locação dos fósseis ao longo da margem direita do rio (área vizinha ao Parque Poticabana), sendo, a princípio, de 33 troncos, além de identificarem taxonomicamente um exemplar coletado na área, como pertencente à Divisão *Pteridospermophyta* (grupo de *Pteridófitas* com sementes), Classe *Cycadoxyleae Seward*, Espécie *Teresinoxylon eusebioi*. O primeiro termo indica o nome genérico da espécie, em homenagem a Teresina; o segundo indica o epíteto específico, em referência e homenagem ao geólogo Eusébio de Oliveira, um dos pioneiros na pesquisa de fósseis no Piauí.

A Formação aflora entre as latitudes 4° 30’ e 6° 30’ sul e longitudes 42° 00 e 43° 00 oeste, estendendo-se pelo vizinho Estado do Maranhão, do Tocantins, margeando o rio Parnaíba, bem como no leito do rio Poti (CALDAS *et al.*, 1989).

Às margens do rio Poti, na cidade de Teresina, foi configurada uma floresta petrificada. Foram estudadas a ocorrência de inúmeros troncos, visando sua preservação e descrito um novo gênero de *Pteridospermophyta*, *Teresinoxylon eusebioi* (CALDAS *et al.*, 1989).

Os sítios paleontológicos estudados neste trabalho se encontram a aproximadamente 30 quilômetros a leste das ocorrências já registradas em Teresina. Na floresta petrificada da localidade “Brejo”, município de Altos, há uma quantidade considerável de troncos gimnospérmicos permineralizados por sílica (Alencar *et al.*, 2015), especificamente na bacia do riacho Tingui, afluente da margem direita do rio Poti.

No contexto de sua preservação faz-se necessário os fundamentos da educação ambiental pois consiste em um conjunto de ações na busca de uma nova sociedade, partindo da constituição de valores, de forma a mudar as atitudes em relação ao meio para possibilitar a formação de cidadãos que tenham práticas que respeitem o meio ambiente é necessário que a escola introduza a educação ambiental no ensino como instrumento de orientação e formação cidadã. Assim, é de grande relevância a atuação da escola no que diz respeito à problemática ambiental (ALVES; COLESANTI, 2006).

Sato (2002) diz que a definição de Educação Ambiental apresentada pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), em 1971, estava mais relacionada com a conservação da biodiversidade e dos sistemas de vida do que com a educação propriamente dita. Segundo ela, foi na Conferência de Estocolmo, em 1972, que a definição foi ampliada para as outras áreas do conhecimento. A autora também afirma que foi na Conferência de Tbilisi (Geórgia), no ano de 1977, que a ONU apresentou a definição de Educação Ambiental que é a mais aceita internacionalmente:

A Educação Ambiental é um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A Educação Ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para a melhoria da qualidade de vida (SATO, 2002, p.23).

No Brasil, como reflexo dos encontros que foram promovidos pela ONU, o conceito de Educação Ambiental oficial despontou na Lei Federal nº. 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a EA e também institui a Política Nacional de Educação Ambiental. No Capítulo I e Art. 1º, é apresentada a seguinte definição

Entende-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

No seu art. 3º, como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à educação ambiental, incumbindo:

I - Ao Poder Público, nos termos dos artigos 205 e 225 da Constituição Federal, definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente (BRASIL, 1999).

A referida Lei no seu artigo 6º, define que a Educação ambiental formal é aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições públicas e privadas, abrangendo: Educação Básica, que abrange a Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino médio, Educação de Jovens e Adultos e Educação Especial.

De acordo com Quaresma e Cisneros (2013), a educação ambiental como instrumento sustentável reconhece que as questões dos problemas ambientais devem ter a atenção devida pela sociedade a fim de mitigar esses problemas, a partir da construção de uma prática cidadã no ambiente escolar.

As definições sobre Educação Ambiental que foram apresentadas anteriormente ocorreram em diferentes momentos. As duas primeiras foram elaboradas por organismos internacionais, no início dos anos de 1970, e a última pelo governo brasileiro, no início da década de 1990. Todas elas trazem como meta a construção de valores, a tomada de atitudes e a aquisição de habilidades e competências para a conservação do meio ambiente, lembrando que, nos quase trinta anos que separam os referidos conceitos, o mundo e seus problemas tornaram-se bem diferentes e muitos educadores postularam seus conceitos mas, não os colocam realmente na prática na prática.

A educação ambiental tem como uma de suas vertentes a construção da consciência de preservação patrimonial, de forma que seja inserida no ensino por intermédio de projetos de pesquisa, ensino e extensão. A escola tem grande responsabilidade, tratando de estimular a proteção da memória da identidade da sociedade atual (MARTINS, 2008 citado por QUARESMA; CISNEROS 2013, p. 50).

A temática ambiental e social fundamenta-se na realidade inseparável do homem com meio natural, pois ambos interagem e inter-relacionam-se entre si. A degradação ambiental parte de uma relação deturpada e descomprometida, onde o homem parte da premissa de usar o meio ambiente para seu conforto e bem-estar, sem estar preparado adequadamente para interagir com

o meio sem alterá-lo, degradá-lo, ou extremista, destruí-lo, que produz esgotamento dos recursos naturais e exploração do homem pelo homem (GRACIANI, 2003, p. 18).

Cuidar do meio ambiente é responsabilidade de todos, seguindo esse pensamento a BNCC (2018, p. 326), diz que:

Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Conforme Lucatto e Talomoni (2007), é de grande importância o papel da escola em sistematizar e socializar o conhecimento para que os cidadãos estejam informados, podendo atuar de forma consciente e buscar soluções para as questões ambientais.

A escola é um lugar favorável à Educação Ambiental pelo fato de estar formando cidadãos conscientes e críticos. Então, é importante que trabalhem no sentido de envolver nossos alunos, pais, educadores e funcionários para que esta situação modifique formando novos hábitos.

As práticas da Educação Ambiental nas escolas contribuirá para sanar os problemas ambientais enfrentados atualmente e futuramente, porém para que isso funcione, ela não deve ser tratada apenas na semana do meio ambiente, dando ênfase somente nos aspectos como a natureza e reciclagem de lixo, ela deve ser tratada no dia a dia da criança levando em conta a cultura e os problemas sociais do local. Assim, deve estar presente em diversos momentos do currículo escolar (TRAVASSOS, 2006).

No espaço da escola, o esforço de construir uma nova sociedade, implica adoção por parte de educadores e da comunidade escolar de uma postura crítica diante da realidade, sem a qual não é possível ocorrer a transformação socioambiental da educação. Neste sentido, Jacobi (2005) ressalta que

O papel dos educadores e professores é essencial para impulsionar as transformações de uma educação que assume um compromisso com a formação de uma visão crítica, de valores e de uma ética para a construção de uma sociedade ambientalmente sustentável. A relação entre meio ambiente e educação, assume um papel cada vez mais desafiador, demandando a emergência de novos saberes para apreender processos sociais cada vez mais complexos e riscos ambientais que se intensificam (JACOBI, 2005, p. 15).

De maneira geral, pode-se evidenciar que já está estruturado o caminho que precisa ser seguido pela Educação Ambiental, às leis que a regem, já existem bastante discussão a respeito desse tema, inclusive na BNCC e nos currículos das escolas, além de muitas bibliografias considerando essa temática. O mais importante, porém, é desenvolver ações permanentes, dentro das escolas, de maneira a assegurar a possibilidade de mudanças de atitudes a longo e curto prazo.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

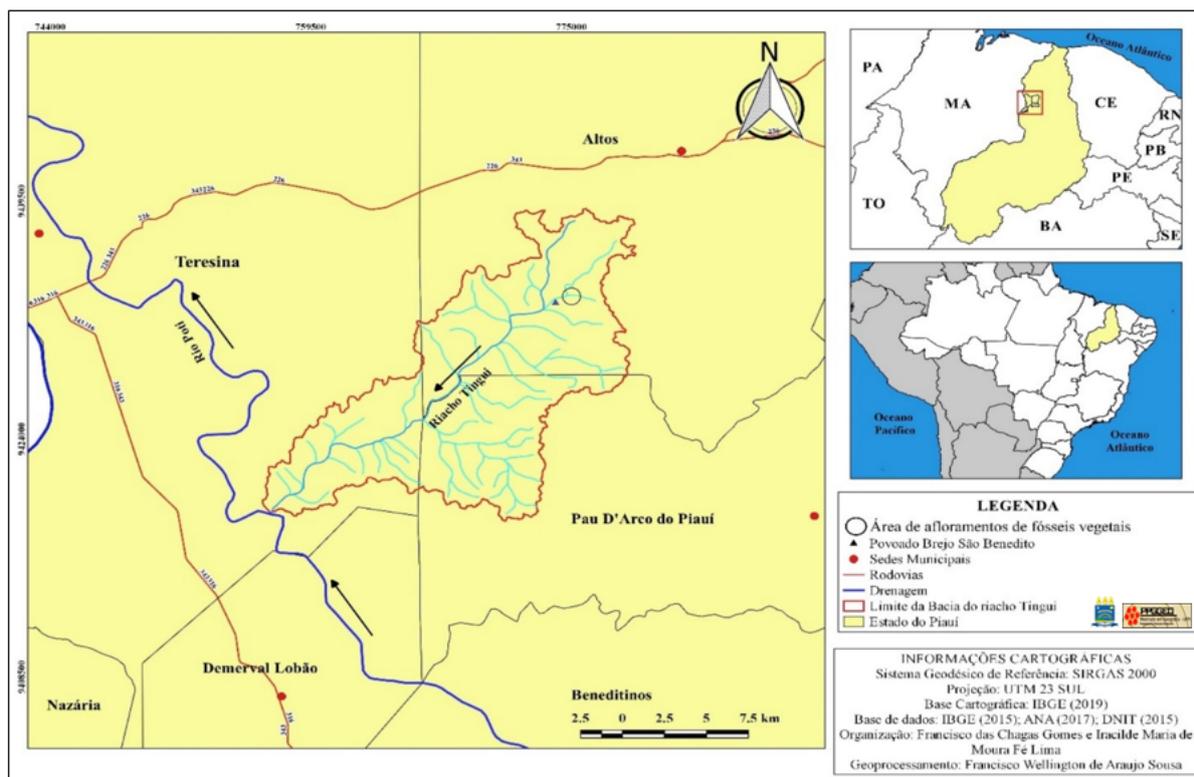
A área de Estudo

A área de estudo em que estão situados os fósseis está localizada a sudoeste do perímetro urbano da cidade de Altos, na localidade Brejo no alto curso do rio Tingui, a aproximadamente 19 quilômetros do centro da referida cidade. Os sítios, afloram nas seguintes coordenadas geográficas 5° 07'53' Sul 42° 32' 01' Oeste.

O acesso à área de estudo é realizado pela BR 343, na saída de Altos para Teresina, em seguida segue-se por uma estrada vicinal que dá acesso à localidade Brejo São Benedito. Percorre-se 15,5 km até chegar aos primeiros afloramentos fósseis.

O primeiro acesso também pode ser realizado no sentido Teresina - Altos pela BR 343. Para fins de compreensão espacial foram selecionados dois pontos de partida. O primeiro a partir do Campus da UFPI – Universidade Federal do Piauí, Ministro Petrônio Portela, passando pela Floresta Petrificada do Poti, em Teresina, Floresta Nacional de Palmares, Floresta Fóssil de Altos, finalizando no centro de Altos.

Figura 1 - Mapa de localização da Floresta Fóssil de Altos Piauí



Fonte: IBGE (2019). DNIT (2015). ANA (2017). Organização: Os autores (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

Outro acesso também pode ser realizado no sentido Teresina - Altos pela BR 343. Para fins de compreensão espacial foram selecionados dois pontos de partida. O primeiro a partir do Campus da UFPI – Universidade Federal do Piauí, Ministro Petrônio Portela, passando pela Floresta Petrificada do Poti, em Teresina, Flona Palmares, Floresta Fóssil de Altos, finalizando no centro de Altos (Figura 3).

A partir da UFPI, registra-se aproximadamente 5 km até a rotatória do bairro São Cristóvão, (Figura 7) tomando a primeira saída em direção a cidade de Altos, registra-se a partir da mesma cerca de 32,5 km até o cruzamento com a estrada de ferro da Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), no povoado Vista Alegre. O acesso é feito à direita da linha férrea, pela estrada vicinal. A partir daquele ponto, percorre-se aproximadamente 11,8 km na mesma estrada até aos povoados Barrinha e Brejo São Benedito. Segue-se o ramal da estrada para a esquerda e percorre-se mais dois quilômetros e chega-se à floresta fóssil de Altos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Contemplando o percurso metodológico da pesquisa, por etapas, assim, na primeira etapa, foi realizado a delimitação da área de estudo com os recortes temáticos, espacial e temporal afim de identificar os métodos a serem aplicados na pesquisa. Concomitante a isso, ainda na primeira etapa, foram realizados levantamentos bibliográficos da literatura que trata da proposta apresentada, bem como a análise teórica em teses. Dessa forma, a leitura de Santos, Carvalho (2004); Sousa (1994); Dolianiti (1948); Marcatto (2002); Quaresma, Cisneros (2013); Tucci (2006); Lucatto e Talomoni (2007); Mendes (2006); Lima (2013; 2016; 2021); Moraes, Vasconcelos (2016); Jacobi (2003); Lakatos e Marconi (2003), Prodanov e Freitas (2013) entre outros, foi essencial.

A segunda etapa do trabalho foi a pesquisa de campo, que apresenta dois tipos de observações importantes, a direta intensiva e a direta extensiva. Optou-se pela observação direta intensiva, que é formada pela observação e também pela entrevista, segundo Lakatos e Marconi (2002), Devido ao momento de pandemia do Novo Coronavírus (Covid-19), não houve possibilidade de realizar entrevistas, optando-se, tão somente, pelas observações *in loco*. O procedimento de observação utilizado, foi a observação assistemática, em que não se tem uma rigidez e um contato com as pessoas, mas que se permite à busca por um olhar despretenso, onde não há uma predefinição de detalhes a serem observados, porém, participante, individual também foram empregadas.

O primeiro trabalho de campo ocorreu no mês de outubro de 2020, na ocasião foi identificado a localização da área de estudo, vários afloramentos de troncos petrificados de resquícios da floresta fóssil, bem como as nascentes do riacho Tinguí, afluente da margem direita do rio Poti, além da observação dos aspectos geoambientais.

Como técnicas utilizadas na primeira etapa de campo, foram identificados os troncos fósseis e devido georreferenciamento dos pontos de maior densidade e das formas mais exuberantes documentadas, através de medições da parte afluente, (comprimento e raio) utilizando-se trena milimetrada, estilete, caneta e fotografias pelo celular. Para a localização geográfica utilizou-se (aplicativo GPS - Geographic Position System), para obtenção das coordenadas geográficas, altitude e celular para registro fotográfico. Outra técnica aplicada nesta fase da pesquisa foi a delimitação da área de estudo com base na Carta DSG (1981) na escala de 1:100.000, para o mapeamento preliminar.

No tocante aos estudos iniciais e conforme os objetivos propostos, o trabalho foi sendo desenvolvido sobretudo no alto curso do riacho Tinguí, onde estão situados a maior parte dos fósseis conhecidos na localidade Brejo São Benedito. Nos trabalhos de campo realizados nos meses de maio e setembro de 2021, no alto curso do riacho Tinguí, foram registrados outros troncos fósseis e constatado graves processos de degradação ambiental, como a extração de madeira nativa para produção de carvão vegetal e as queimadas muito frequentes na região principalmente no mês de setembro, dado sobretudo à produção de carvão e ao preparo da terra para plantio sazonal de leguminosas para subsistência muito comuns todos os anos.

A análise socioeconômica da localidade Brejo e povoados vizinhos situados no alto curso do riacho foi realizada com base na coleta de dados documental, dado às medidas sanitárias não foi possível entrevista estruturada para a aquisição *in loco* desses dados.

Na terceira etapa, foram realizados os seguintes procedimentos, organização dos mapas temáticos: mapa de acesso à Floresta Fóssil de Altos, localização do município de Altos, localização da área de estudo.

Para a execução do mapeamento foram realizadas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto a partir de dados matriciais e vetoriais do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019; 2020); ANA - Agência Nacional de Águas (2017); DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (2015); INCRA - Instituto Nacional de Colonização para a Reforma Agrária (2019); PMT - Prefeitura Municipal de Teresina (2013), INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Utilizou-se para tanto, as bases de dados do Google Earth Pro (Imagens de satélite disponíveis de forma gratuita no software Google Earth. Data da Imagem: 15/05/2021), como produtos derivado, o Mapa de acesso à Floresta Fóssil de Altos. Os Mapa de localização da Floresta Fóssil e o Mapa de localização dos troncos fossilizados da floresta fóssil de Altos foram elaborados pelo programa de geoprocessamento QGIS 2.18.1 - 2021.

Na quarta etapa da pesquisa, foram desenvolvidas duas propostas de ações e atividades de educação ambiental e geoturismo. Com o apoio da Semed - Secretaria Municipal de educação de Altos, foi realizado entre 23 de abril de 2021 à 07 de junho de 2021, o projeto “Sustentabilidade para todos – ações coletivas e educativas no ambiente escolar”, com formações para os docentes que atuam do 1º ao 9º ano da educação básica do município de Altos, zona urbana e escolas do campo, onde os professores conseguiram desenvolver em suas escolas, diversos projetos de conscientização, onde a culminância ocorreu na praça Cônego Honório, no dia 12 de outubro, dia do aniversário de emancipação política da cidade contando com a comunidade estudantil e a população local.

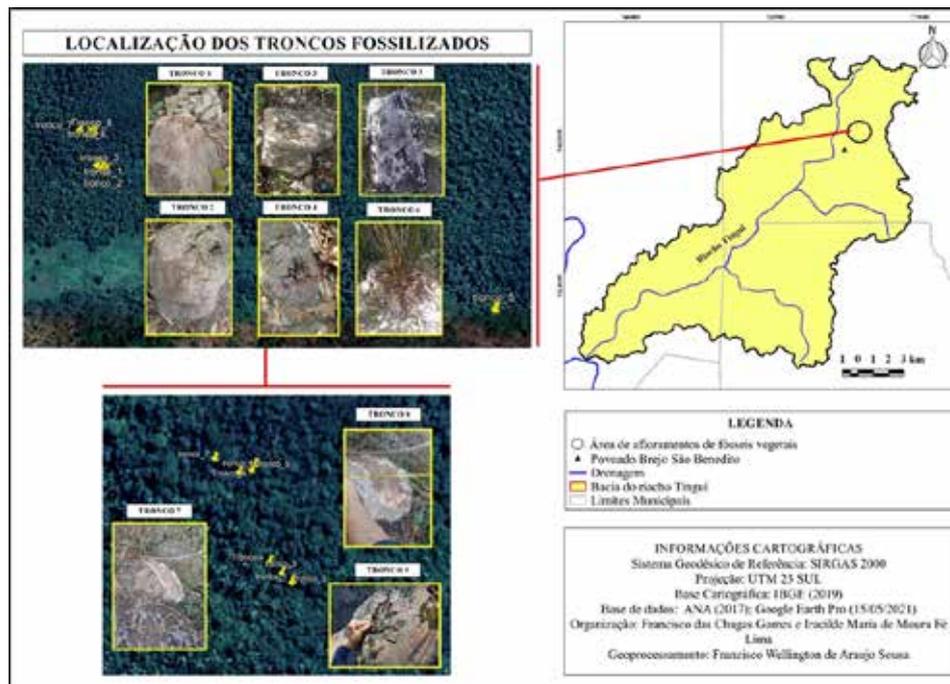
Nos povoados situados no alto do riacho Tingui Montanhas, Barrinha e Brejo são Benedito, nos meses de novembro e dezembro de 2021, foram distribuídos materiais educativos e em dezembro de 2021 no povoado Barrinha foi realizada uma palestra com a população local e com os alunos com o intuito de conscientizar a população da necessidade de preservação do ambiente fluvial e dos fósseis permianos ali encontrados.

Na sede do município também ocorreram as palestras nos meses de novembro e dezembro, com os alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, Unidade escolar Prefeito César Leal, ECIM - Escola Cívico Militar Antônio Inácio de Oliveira, todos os protocolos e medidas sanitárias necessárias seguidas rigorosamente. Na ocasião também foram distribuídos diversos materiais educativos.

Enfim, destaca-se que as práticas de educação ambiental promoveram não somente o conhecimento da área, mas sobretudo, a conscientização da comunidade estudantil no que se refere à importância da preservação dos lenhos fósseis para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e geração de renda por meio da atividade turística e a produção de geoproductos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os exemplares fósseis mapeados pertencem ao grupo das gimnospermas, o que pode ser reconhecido através da presença de estruturas do xilema secundário aqui interpretadas como possíveis anéis de crescimento. Em relação à fossilização dos troncos fósseis, essa se deu pelo processo de permineralização (incorporação de minerais dentro da estrutura celular) por sílica. (SISNEROS; CONCEIÇÃO, 2016). Assim, o conjunto parece estar preservado ainda dentro de seu ambiente sedimentar original. Para fins de localização utilizou-se a metodologia de localização do tronco no terreno e se obteve-se como resultado as seguintes conclusões.

Figura 2 – Mapa de localização dos troncos fossilizados da bacia do riacho Tingui

Fonte: ANA. Google Earth (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

O que os tornam muito diferentes daqueles encontrados no rio Poti em Teresina, Piauí, é o fato de estarem localizados principalmente no leito deste rio. Enquanto que no riacho Tingui, os troncos fossilizados podem ser encontrados nas margens e encostas das vertentes íngremes, bem como no seu próprio leito, onde muitos possuem formação de cristais permineralizantes de quartzo e areia em tamanhos variados em faixa milimétrica, por vezes atingindo tamanhos centímetros. As partes aflorantes possuem diâmetro variando de 45 a 145 cm e comprimento entre 130 a 180 cm. Os Troncos 6, 7, 8 e 9 – localizados nas áreas mais íngremes da vertente; Troncos 1, 2, 3 e 4 – localizados nas áreas de vertentes menos íngreme; Tronco 5 – leito do riacho.

O caráter autóctone dos fósseis encontrados na floresta fóssil do Brejo é outro elemento importante nas discussões relacionadas à história do planeta, como eventos de gigantescas magnitudes e cataclismos que podem ter configurado de forma intensa a fauna e a flora que conhecemos nos dias de hoje. Diante das conclusões se observa que o trabalho erosivo do alto curso do riacho Tingui, tem sido o mais significativo na configuração da paisagem o que propicia as características ímpares dos fósseis vegetais deste sítio, se comparados com aqueles encontrados no rio Poti em Teresina e em outras partes do Brasil, isto porque, se encontram sobretudo nas margens e encostas das vertentes e no leito do riacho, enquanto na capital, aparecem especificamente no leito do mesmo, neste caso, não descartando outros troncos vegetais até mesmo de porte maior (Figura 3).

Figura 3 – Fotografias e características dos Fósseis da Floresta Fóssil de Altos, Piauí



Fonte: Pesquisa Direta (2020; 2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

No contexto das ações educativas e de sustentabilidade com base nas referidas Diretrizes para o envolvimento das escolas e comunidades do alto curso do riacho Tingui e do perímetro urbano de Altos, buscou-se aproximar os representantes destas comunidades, gestores escolares autoridades da cidade de Altos, onde foi discutido os desafios no contexto da conservação e os principais problemas a serem enfrentados para a conservação e manutenção da Floresta Fóssil de Altos.

Para tanto, foram realizadas algumas reuniões com a finalidade de esclarecer a importância da preservação do Sítio e buscar soluções para a resolução de problemas que afetam a integridade do patrimônio. Nesse contexto, a Secretaria Municipal de Educação - SEMED lançou o Projeto: Sustentabilidade Para Todos - Ações Coletivas e Educativas no Ambiente Escolar, como parte do Programa Municipal de Educação ambiental, que teve como finalidade incentivar os professores a trabalhar a sustentabilidade de maneira transversal, apresentando ferramentas para a aplicação do conhecimento em sala de aula, que mesmo no contexto da pandemia da Covid-19.

As ações educativas, no tocante às formações realizadas conforme surgiram os grupos de pesquisa de variados temas por escola contemplando os alunos do 1º ao 9º ano da Rede

Pública Municipal de Ensino e no dia 12 de outubro de 2021 data de aniversário de 99 anos de emancipação política da cidade de Altos, com todos os cuidados sanitários e medidas de contenção da Covid-19, ocorreu de forma presencial em praça pública a culminância do referido projeto, com destaque para a conscientização sobre a preservação da Floresta Petrificada de Altos (Figura 6).

A realização de palestras e divulgação de material educativo só foi possível entre os meses de novembro e dezembro, onde ocorreu o retorno das aulas presenciais no 9º ano. Nas escolas das comunidades do alto curso da bacia do Riacho Tingui foi distribuído material educativo e entregue aos alunos nas datas de entrega dos ciclos (Escola Municipal da Barrinha, localidade Montanhas e localidade Brejo São Benedito). Nas escolas da zona urbana do 6º ao 9º ano (Unidade Escolar Prefeito César Augusto Leal Pinheiro e Ginásio Municipal Antonio Inácio de Oliveira), foram realizadas as palestras que muito contribuíram para a compreensão dos aspectos relacionados ao meio ambiente e sobretudo do Patrimônio ambiental, Floresta Fóssil de Altos.

Figura 4 – Culminância do Projeto “Sustentabilidade Para Todos – Ações Coletivas e Educativas no Ambiente Escolar”, Praça Cônego Honório – Altos/PI



Fonte: Pesquisa Direta (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

As palestras ocorreram de forma presencial (mesmo no contexto da pandemia com todas os protocolos de segurança), para a realização das palestras foram produzidos material educativo, como *banners*, *folders*, este último foi distribuído em todas as escolas que estavam funcionando de forma presencial e nas demais o mesmo material foi compartilhado nos grupos de interação principalmente de Whatsapp para as demais séries como forma de divulgação do Patrimônio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância da Floresta Fossilizada do Brejo no município de Altos deve-se principalmente ao bom estado de preservação de muitos fósseis, dado à magnitude das dimensões e exuberância e a concentração dos exemplares, bem como ao caráter autóctone de vários lenhos, principalmente

estes encontrados no alto curso da bacia do riacho Tingui, afluente da margem direita do rio Poti. Predominância de *gymnosperms* em relação as pteridófitas, não descartando a provável existência de pteridófitas (*Psaronius*).

Com o desenvolvimento da pesquisa, principalmente com os trabalhos de campo foi possível realizar a caracterização geoambiental da área e a caracterização dos fósseis. Percebeu-se que os troncos fósseis têm uma relação estreita com a dinâmica da bacia, pois os mesmos afloram no alto curso do riacho Tingui, principalmente nas encostas íngremes dos morros residuais, envoltos a uma vegetação Semidecidual caducifólia e em muitos casos na presença de vegetação mista, de babaçuais e de espécies do cerrado, da caatinga e mata atlântica.

Muitos foram identificados em excelente estado de preservação, apresentando morfologia conservada, porém percebeu-se forte processo de desgaste pelos diversos agentes naturais como a erosão, o intemperismo e também pela ação antrópica. Os troncos catalogados são de tamanhos variados e de formas variadas, em muitos casos percebe-se a presença de estruturas do xilema secundário, ou seja, anéis de crescimento que confirmam teorias a respeito da gênese desses vegetais da Formação Pedra de Fogo.

No intuito de equacionar os recursos da floresta e seu uso sustentável, a referida pesquisa propiciou aos moradores da área através da educação ambiental e dos projetos desenvolvidos nas escolas municipais (mesmo no contexto da Pandemia de Covid-19), que é possível estabelecer parâmetros de sustentabilidade sem agredir à floresta e as áreas em que estão localizadas os fósseis, pois a conscientização da população local é o ponto de partida para que haja equilíbrio entre a utilização dos recursos naturais e a conservação do meio. Para tanto, os projetos desenvolvidos nas escolas, as palestras e o material educativo foram de grande contribuição para a população das comunidades no entorno da área de estudo, dentre as quais Montanhas, Brejo e Barrinha, bem como nas escolas da zona urbana, pois contemplou a rede de ensino como um todo.

REFERÊNCIAS

ALVES, Alexandre Luiz; COLESANTI, Marlene Teresinha de Muno. A importância da educação ambiental e sua prática na escola como meio de exercício da cidadania. **Revista Horizonte Científico**, [s.l.], v. 1, n. 1., 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/3878/2883>. Acesso em: 5 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm. Acesso em: 5 nov. 2020.

CALDAS, Luciano Henrique de Oliveira *et al.* Os *beachrocks* no litoral do Rio Grande do Norte: Potencial como marcadores neotectônicos. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 17., 1997, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: SBG, 1997. p.369-374.

CONCEIÇÃO, Domingas Maria da; CISNEROS, Juan Carlos; IANNUZZI, Roberto. Novo registro de uma floresta petrificada em Altos, Piauí: relevância e estratégias para a geoconservação. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. 311-324, set./dez. 2016.

DIAS-BRITO, Dimas *et al.* Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional: O mais exuberante e importante registro florístico tropical-subtropical permiano no Hemisfério Sul. *In: WINGE, Manfredo et al.* (ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília, DF: CPRM. 2009.

DOLIANITI, Elias. **A Paleobotânica no Brasil**: Boletim nº 123. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1948.

GÓES, Ana Maria. **A Formação Poti (Carbonífero Superior) da Bacia do Parnaíba**. 1995. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

GRACIANI, Juliana Santos. **Ações e estratégias para a atuação na gestão participativa sócio-ambiental**. Brasília, DF: Fundação do Banco do Brasil, 2003 (Programa de Formação Continuada a Distância Módulo C - Meio Ambiente 2003).

JACOBI, Pedro. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, mar. 2005.

LUCATTO, Luis Gustavo; TALAMONI, Jandira Liria Biscalquini. A construção coletiva interdisciplinar em educação ambiental no ensino médio: A microbacia hidrográfica do ribeirão dos peixes como tema gerador. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 389-398, dez. 2007.

MENDES, Josué Camargo. **Geologia do Brasil**. Rio de Janeiro. Nacional, 1982.

PLUMMER, Frederick Byron. **Estados do Maranhão e Piauí**. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1948 (Relatório Interno).

QUARESMA, Renata Larissa Sales, CISNEROS, Juan Carlos. O Parque Floresta Fóssil do rio Poti como ferramenta para o ensino de paleontologia e educação ambiental. **Revista Terrae**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 47-55, jul. 2015.

RÖSLER, Oscar. The Brazilian Eogondwanic Floral Succession. **Boletim IG**, São Paulo, v. 9, p. 57-152, 1978.

SANTOS, Maria Eugenia de Carvalho Marchesini; CARVALHO, Marise Sardenberg Salgado de. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM Serviço Geológico do Brasil/DIEDIG/DEPAT, 2004.

SATO, Michèle. **Educação Ambiental**. São Carlos: RiMa, 2002.

SOUSA, Claire Anne Viana de. O Parque Municipal da Floresta Fóssil do Rio Poti. **Revista Cadernos de Teresina**, Teresina, Fundação Cultural Monsenhor Chaves, ano 8, n. 17, p. 25-28, ago. 1994.

TRAVASSOS, Edson Gomes. **A prática da educação ambiental nas escolas**. Porto Alegre: Mediação, 2006.