



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E PÓS-GRADUAÇÃO
PRPG PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA**



FRANCISCO DAS CHAGAS GOMES

**AMBIENTE FLUVIAL E OCORRÊNCIA DE FÓSSEIS VEGETAIS NO MUNICÍPIO
DE ALTOS (PIAUÍ): BUSCA DE VALORIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO
PATRIMÔNIO NATURAL E AMBIENTAL**

**TERESINA/PI,
JULHO DE 2022**

FRANCISCO DAS CHAGAS GOMES

**AMBIENTE FLUVIAL E OCORRÊNCIA DE FÓSSEIS VEGETAIS NO MUNICÍPIO
DE ALTOS (PIAÚÍ): BUSCA DE VALORIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO
PATRIMÔNIO NATURAL E AMBIENTAL**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Organização do Espaço e Educação Geográfica.

Linha de pesquisa: Estudos Regionais e Geoambientais.

Orientadora: Prof.^a Dra. Iracilde Maria de Moura Fé Lima

**TERESINA, PIAÚÍ
JULHO DE 2022**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas e Letras
Serviço de Processos Técnicos

G633a Gomes, Francisco das Chagas.
Ambiente fluvial e ocorrência de fósseis vegetais no município de Altos (Piauí) : busca de valorização e conservação do patrimônio natural e ambiental / Francisco das Chagas Gomes. -- 2022.
143 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Teresina, 2022.
“Orientadora: Prof.ª Dr.ª. Iracilde Maria de Moura Fé Lima.”

1. Riacho Tingui. 2. Floresta Petrificada. 3. Patrimônio Natural.
4. Patrimônio Ambiental. 5. Geoturismo. 6. Educação Ambiental.
I. Lima, Iracilde Maria de Moura Fé. II. Título.

CDD 910

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite - CRB3/1004

FRANCISCO DAS CHAGAS GOMES

**AMBIENTE FLUVIAL E OCORRÊNCIA DE FÓSSEIS VEGETAIS NO
MUNICÍPIO DE ALTOS (PIAUI): BUSCA DE VALORIZAÇÃO E
CONSERVAÇÃO DESSE PATRIMÔNIO NATURAL E AMBIENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Piauí – UFPI.

Orientador: Profa.Dra. Iracilde Maria de Moura
Fé Lima.

Aprovado(a) em: 04 / 07 / 2022.

BANCA EXAMINADORA



Profa.Dra. Iracilde Maria de Moura Fé Lima
[Orientadora - Presidente]

Documento assinado digitalmente



ANDREA LOURDES MONTEIRO SCABELLO

Data: 23/08/2022 07:34:49-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA POR ACESSO REMOTO

Profa.Dra. Andrea Lourdes Monteiro Scabello
[Examinadora Interna ao Programa – PPGGEO – UFPI]



PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA POR ACESSO REMOTO

Profa.Dra. Liriane Gonçalves Barbosa
[Examinadora Externa à Instituição - UEMASUL]

Profa.Dra. Bartira Araújo da Silva Viana. SIAPE: 2440142
COORDENADORA DO PPGGEO/UFPI. AR N°. 386/2021 de 15/04/2021

Dedico este trabalho em primeiro lugar à Deus, que sempre me deu forças, sabedoria e abriu caminhos largos para que pudesse prosseguir e caminhar nessa jornada. Aos meus familiares e amigos que sempre me deram apoio e companhia nos dias difíceis. Sempre serei grato.

AGRADECIMENTOS

Com grande satisfação e gratidão, agradeço primeiramente a Deus, que sempre guiou meus passos, dando-me forças, paz e sossego em dias turbulentos, a Ele toda Honra e toda Glória, pois é dono de toda justiça e sabedoria. Aos meus familiares especialmente aos meus Pais Raimundo (Rochinha), Maria do Amparo, aos meus filhos José Matheus, Martha Karinne e Marcus Francisco, meus irmãos Dedé, Fernanda e Regina, tios e tias que sempre me apoiaram e me ajudaram nessa etapa da vida.

Agradeço aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado dando-me apoio nas horas de angústias e alegrias, que direta e indiretamente contribuíram. Em especial, agradeço ao mestre amigo Lucas Ribeiro parceiro dos trabalhos, amigo altoense que sempre se fez presente nos momentos cruciais do curso. Márcio e Rafael Marques amigos de grupo e de conversas. Agradeço também de forma especial ao Prof. Francisco Wellington pela ajuda nos mapas, também estendo meus agradecimentos ao Prof. Herivelto pela tradução em inglês. Enfim, a todos os mestrandos da Décima turma do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), imensa gratidão. Agradeço aos amigos Adriana Oliveira e Júlio, por se mostrarem presentes e disponíveis quando necessário para conversas e para a pesquisa de campo. Ao amigo Prof. Carlos Dias, historiador altoense pelo incentivo e pelo material de enriquecimento da pesquisa da Biblioteca João Bastos em Altos. Aos amigos Confrades da ALLNA – Academia de Letras e Línguas Nativas Altoenses, de longas datas, Claylton Cavalcanti, Terceiro Gil, Ivan Gomes, Raimundo Lopes, Manoel Severino grandes intelectuais e entusiastas da história da cultura altoense, pelas palavras de incentivo ao longo do desenvolvimento desta pesquisa. Ao amigo Francisco José (Cacá Silva) pelas palavras de otimismo, sempre. A vocês e a todos que não listei que são tantos, minha eterna gratidão.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e ao PPGGEO, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa. Agradeço imensamente aos nossos Professores pela dedicação e sabedoria compartilhada a todos nós, em especial ao Professor Dr. Raimundo Lenilde pela simpatia, pelos muitos incentivos enquanto coordenador e professor. À Prof. Dra. Bartira pelos ensinamentos acadêmicos, ao Professor Dr. Carlos Saint, profundo entusiasta da ciência geográfica; Prof. Dr. Antonio Façanha pela amizade, generosidade, profundo conhecimento,

dedicação e zelo à instituição e ao PPGGEO; Professora Dra. Giovana Espindola pela contribuição do aprendizado cartográfico e também às contribuições dos Professores Elany, Vicente e Keyciane, pelas aulas síncronas e assíncronas; Prof. Dr. Gustavo Valladares pela enorme contribuição junto aos trabalhos da área física; Prof. Dr. Raimundo Jucier pelos ensinamentos e exemplo de vida; Prof. Dr. Emanuel Lindemberg que muito contribuiu com o material de apoio para minha pesquisa, a todos vocês mestres, minha eterna e sincera gratidão.

Agradeço à Secretária Municipal de Educação – Semed Altos, Professora Sônia Lira pelo apoio, fé, incentivo, palavras amigas e pela compreensão nas minhas horas de ausência em função do programa. Agradeço a todos os colaboradores da Semed pela torcida, para que este trabalho fosse concluído, em especial minha irmã, Prof. Fernanda Gomes, pelas palavras de incentivo e admiração. Agradeço a minha parceira de trabalho professora Francinete Alves pelas palavras de carinho e de incentivo; Professora Nuncy pela força, carinho e admiração à minha pessoa em dizer, meu “Mestre!”, agradeço de forma carinhosa à pessoa da Prof. Libânia, pelo apoio, também estendo meus agradecimentos a todos os diretores, diretoras e coordenadores das escolas municipais que supervisiono pela compreensão em dias de luta em que estive ausente, mas estava presente em pensamentos.

Agradeço à professora Dra. Andréa Lourdes Monteiro Scabello (UFPI), Professora Dra. Liriane Barbosa (UEMASUL), por aceitarem participar da Banca na avaliação desta pesquisa e que contribuíram imensamente para a escrita e sua finalização. Á vocês a minha eterna gratidão.

Agradeço imensamente à minha Orientadora Prof.^a Dra. Iracilde Maria de Moura Fé Lima pela aceitação, dedicação e profundo conhecimento a mim transmitido que ajudou e abriu os caminhos para que este trabalho pudesse ser realizado. Agradeço também pela paciência no decorrer da pesquisa e, que mesmo no contexto da pandemia, participou do segundo trabalho de campo na área de estudos. Sua preocupação em sempre compartilhar os ensinamentos geográficos e sobretudo a educação, fascina a todos que a conhecem. Que Deus abençoe e proteja sempre.

Por fim agradeço a todos aqueles que acreditam na educação, no ensino público, nas Universidades Públicas, agradeço aos cientistas, aos pesquisadores e aos governantes inseridos nesse contexto. Porque somente por meio da educação, e do conhecimento suplantamos as disparidades sociais e promovemos um mundo melhor para todos. Como dizia Paulo freire, a Educação não transforma o mundo, a Educação muda as pessoas, as pessoas transformam o mundo.

“A natureza da misericórdia jamais se esgota.
Ela goteja como chuva benéfica do céu que cai
sobre a terra. É duas vezes bendita! Abençoa
aquele que dá e aquele que recebe.”

William Shakespeare

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 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 objetivo geral estudar a floresta fóssil do município de Altos, Piauí e sua relação com a dinâmica da paisagem fluvial local. Como objetivos específicos definiu-se: caracterizar o ambiente natural onde afloram os fósseis vegetais; identificar as formas de uso e ocupação das terras do alto curso do riacho Tingui na área de ocorrência dos fósseis; propor um roteiro geoturístico 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 elementos geoambientais e dos locais de afloramento de fósseis utilizando técnicas de geoprocessamento, bem como entrevistas não-estruturadas a moradores e presidentes de associações de moradores dos povoados do entorno da área de ocorrência dos fósseis. Como resultados encontrados destaca-se a organização de mapas temáticos da bacia hidrográfica do riacho Tingui e sua caracterização geoambiental; localização geográfica, registro fotográfico e caracterização dos fósseis vegetais; proposta de criação de roteiro geoturístico e unidade de conservação 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: Riacho Tingui. Floresta Petrificada. Patrimônio Natural. Patrimônio Ambiental. Geoturismo. 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 geoenvironmental elements and fossil outcrop sites using geoprocessing techniques, as well unstructured interviews with residents and presidents of residents' associations in villages surrounding the fossil occurrence area. As results, we highlight the organization of thematic maps of the Riacho Tingui watershed and its geoenvironmental characterization; geographic location, photographic record and characterization of plant fossils; proposal to create a geotourism route and a conservation unit and educational actions 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: Tingui creek. Petrified Forest. Natural patrimony. Environmental Heritage. Geotourism. Environmental education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Mapa de localização geográfica do município de Altos, Piauí	18
Figura 2	-	Mapa de localização da Floresta Fóssil de Altos	20
Figura 3	-	Sobreposição das dimensões da Sustentabilidade	28
Figura 4	-	Mapa de localização das bacias sedimentares do Parnaíba, Grajaú e São Luís	36
Figura 5	-	Reconstituição Paleobiológica do Permiano da Bacia Sedimentar do Parnaíba	38
Figura 6	-	Unidades geocronológicas e litoestratigráficas das bacias do Parnaíba	40
Figura 7	-	Relações existentes entre os conceitos de geodiversidade, geossítios, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo	46
Figura 8	-	Esquema representativo do ciclo metodológico da pesquisa.	52
Figura 9	-	Mapa de acesso à Floresta Fóssil de Altos a partir da Igreja Matriz de São José	58
Figura 10	-	Mapa de acesso a Floresta Fóssil de Altos a partir do campus da UFPI, Teresina-PI	59
Figura 11		Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do riacho Tingui	61
Figura 12	-	Mapa de geologia da bacia hidrográfica do riacho Tingui	63
Figura 13	-	Mapa de Classes de Solos da bacia hidrográfica do riacho Tingui	66
Figura 14	-	Mapa de hipsometria da bacia hidrográfica do riacho Tingui	69
Figura 15	-	Mapa de declividade da bacia hidrográfica do riacho Tingui	71
Figura 16	-	Mapa de unidades de relevo da bacia do riacho Tingui	74
Figura 17	-	Mapa de perfil topográfico da bacia do riacho Tingui	76
Figura 18	-	Mapa dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do riacho Tingui	80
Figura 19	-	Mapa de precipitação da bacia hidrográfica do riacho Tingui	83
Figura 20	-	Precipitação acumulada no Brasil no dia 25/04/2022	85
Figura 21	-	Mapa de uso e cobertura da bacia hidrográfica do riacho Tingui	89
Figura 22	-	Fotografias mostrando áreas de cultivo de cana e capim no alto curso da bacia do riacho Tingui	91
Figura 23	-	Fotografias mostrando aspectos do extrativismo vegetal alto curso da bacia do riacho Tingui	92

Figura 24	-	Imagens de satélite e fotografias mostrando aspectos do extrativismo mineral de Plintita (Piçarra), alto curso da bacia do riacho Tingui	93
Figura 25	-	Fotografias mostrando aspectos da extração de madeira e aspectos de foco de queimadas e deterioração dos fósseis alto curso da bacia do riacho Tingui	94
Figura 26	-	Ocorrência de Fósseis do Período Permiano na bacia do Parnaíba	98
Figura 27	-	Mapa de localização dos troncos fósseis em relação ao terreno	100
Figura 28	-	Mapa de acesso aos troncos fósseis	102
Figura 29	-	Mapa da nascente do riacho Tingui	104
Figura 30	-	Mapa de localização dos troncos fossilizados da bacia do Tingui	106
Figura 31	-	Fotografias e características dos Fósseis da Floresta Fóssil de Altos	108
Figura 32	-	Projeto de Rede: Sustentabilidade Para Todos – Ações Coletivas e Educativas no Ambiente Escolar	114
Figura 33	-	Fotografias mostrando a culminância do Projeto “Sustentabilidade Para Todos – Ações Coletivas e Educativas no Ambiente Escolar”, Praça Cônego Honório – Altos/PI	115
Figura 34	-	<i>Folder</i> utilizado durante as palestras e nos grupos de <i>Whatsapp</i> nas escolas da zona urbana e nas escolas do campo. (Frente)	116
Figura 35	-	<i>Folder</i> utilizado durante as palestras nas escolas e nos grupos de <i>Whatsapp</i> da zona urbana e nas escolas do campo. (Verso)	117
Figura 36	-	Ciclo de Palestra sobre a Floresta Fóssil de Altos da zona urbana e nas escolas do campo	118
Figura 37	-	Página da Floresta Fóssil de Altos na rede social <i>Facebook</i>	119
Figura 38	-	<i>Folder</i> e Registro fotográfico da primeira reunião ocorrida em novembro de 2021 na Floresta Nacional de Palmares Altos/PI	127
Figura 39	-	Roteiro 1 - Teresina –Altos (Floresta Fóssil de Teresina - Floresta Nacional de Palmares Altos/PI – Floresta Fóssil de Altos – Altos/PI)	130
Figura 40	-	Roteiro 2 – Altos – Teresina – Altos/PI (Floresta Fóssil de Altos - Floresta Nacional de Palmares Altos/PI – Floresta Fóssil do Poti – Teresina/PI)	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	-	Bases de dados e produtos cartográficos da pesquisa (Continua)	54-55
Quadro 2	-	Perfis topográficos da bacia hidrográfica do riacho Tingui	77
Quadro 3	-	Fisionomia dos tipos de vegetação em torno dos fósseis no alto curso bacia hidrográfica do riacho Tingui	81

Quadro 4	- Síntese do uso e cobertura do solo no alto curso da bacia hidrográfica do riacho Tingui	95
Quadro 5	- Classes de Unidades de Conservação no Brasil - SNUC	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Unidades Litológicas da área da bacia do riacho Tingui	64
Tabela 2	- Quantificação percentual das Classes de Solo da área da bacia do riacho Tingui	67
Tabela 3	- Hipsometria da bacia hidrográfica do riacho Tingui	70
Tabela 4	- Declividade da bacia hidrográfica do riacho Tingui	72
Tabela 5	- Unidade de relevo da bacia hidrográfica do riacho Tingui	79
Tabela 6	- Quantificação dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do riacho Tingui	81
Tabela 7	- Índice de precipitação da série histórica de 1998 a 2018 na bacia hidrográfica do riacho Tingui	84
Tabela 8	- Classes de uso e ocupação da bacia hidrográfica do riacho Tingui	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Hietograma de médias pluviométricas mensais do Território da Região Metropolitana de Teresina (1977-2006)	86
Gráfico 2	- Hietograma de médias pluviométricas dos meses mais chuvosos e menos chuvosos do Território da Região Metropolitana de Teresina (1977-2006)	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

APP - Área de Preservação Permanente

BHC- Balanço hídrico climatológico

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

BR - Rodovia Brasileira

CFN - Companhia Ferroviária do Nordeste

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

EA - Educação Ambiental

ECIM – Escola Cívico Militar

ECO-92 - A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

FFc - Plintossolo Pétrico Concrecionário

FLONA - Floresta Nacional de Palmares

(FTd) - Plintossolo argilúvico distrófico

GPS - Global Positioning System (Sistema Posicional Global)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Médio

INCRA - Instituto Nacional de Colonização para a Reforma Agrária

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza

(LAd) - Latossolo Amarelo distrófico

NASA - National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço)

ONU - Organização das Nações Unidas

PIB - Produto Interno Bruto

PMA - Prefeitura Municipal de Altos

PMEA - Plano Municipal de Educação Ambiental

PMT - Prefeitura Municipal de Teresina

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

(RLd) - Neossolo Litólico distrófico

RIDE - Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo Grande *Teresina*

(Sas) - Floresta-de-galeria

SEMAR - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Semed - Secretaria Municipal de educação de Altos

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

UC's - Unidades de Conservação

UESPI - Universidade Estadual do Piauí

UFPI - Universidade Federal do Piauí

UNESCO - A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

VCANs - Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	A importância das bacias hidrográficas na dinâmica das paisagens e no ordenamento territorial	21
2.2	Proposta de uso da terra na perspectiva de sustentabilidade ambiental	26
2.3	Aspectos históricos, teóricos e conceituais da educação ambiental	31
2.4	A cobertura vegetal no contexto da evolução geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba	34
2.5	Patrimônio natural e sua valorização na perspectiva da criação de Unidade de Conservação	43
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	Caracterização geoambiental da área de estudo	60
4.2	Uso e Cobertura das terras do alto curso da bacia do riacho Tingui	87
4.3	Caracterização geral dos fósseis vegetais do alto curso do riacho Tingui	96
4.4	Ações educativas como mecanismo de conscientização ecológica e promoção de práticas sustentáveis	112
4.5	Propostas de criação de unidade de conservação e roteiro geoturístico como fator de conservação ambiental e desenvolvimento econômico	120
4.4.1	Unidades de conservação	120
4.4.2	Roteiros geoturísticos	124
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
	REFERÊNCIAS	133

1 INTRODUÇÃO

O início do povoamento das terras abrangidas pelo atual município de Altos data de 1800, quando João de Paiva Oliveira, vindo do Ceará, se estabeleceu em um local cercado de pequenos morros chamado de São José dos Altos. A palavra altos no nome refere-se ao relevo do local situados entre morros. Os descendentes de João de Paiva, ocuparam os lugares denominados Alto-Franco, Alto da Casa Nova e Alto de João de Paiva, posteriormente, chamado Altos de João de Paiva.

Em 1891, o Capitão Francisco Raulino se estabeleceu com a primeira loja de tecidos nacionais e estrangeiros e outras mercadorias, iniciando também, o comércio de exportação. Nessa época, o Povoado contava com 9 casas cobertas de palha e em 1901, foi iniciada a construção da primeira Igreja de São José. Elevado à categoria de município com a denominação de Altos, pela lei estadual nº 1401, de 18-07-1922, a cidade foi instalada em 12 de outubro de 1922 (PIAUÍ, 2019, p. 22-23).

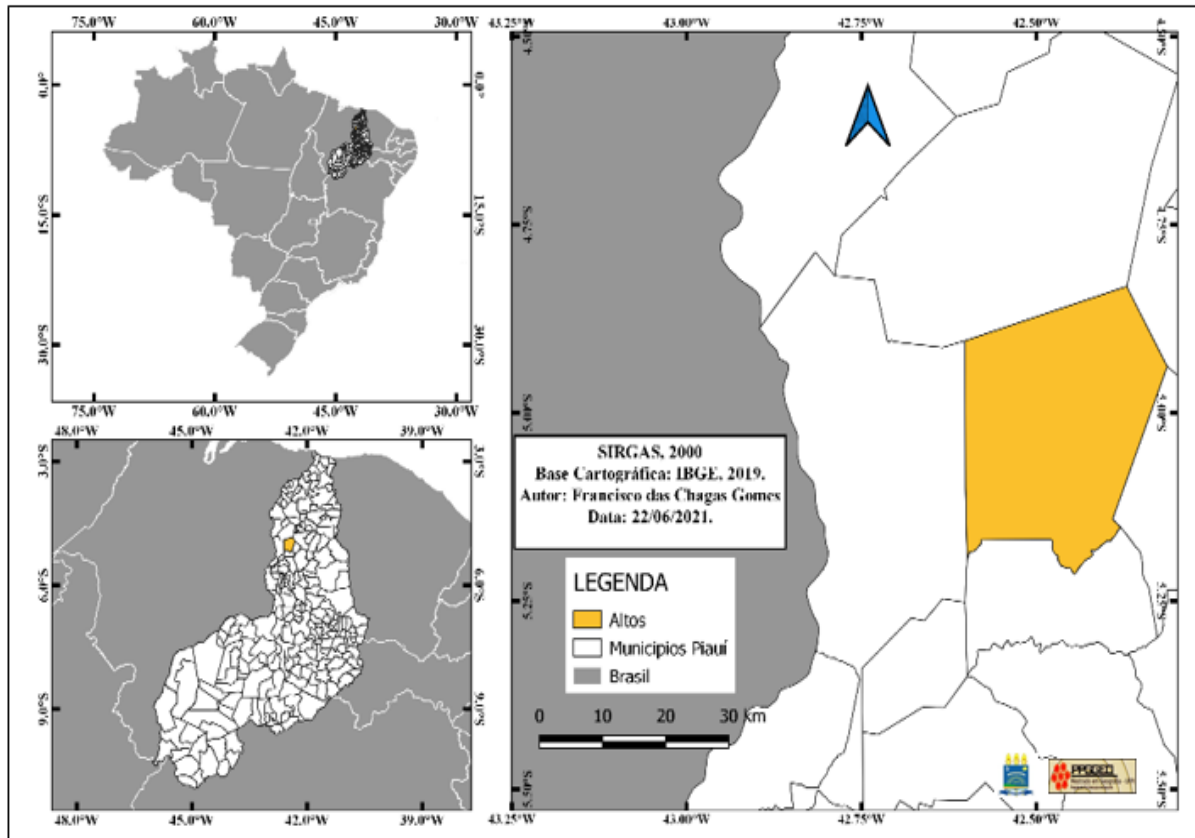
Altos é um município brasileiro localizado na região nordeste do Brasil, inserido no estado do Piauí e está situado na Microrregião de Teresina, Mesorregião do Centro-Norte piauiense, atualmente o município possui uma área total de 957,654 km² (três municípios foram desmembrados de sua área inicial: Beneditinos, Coivaras e Pau D'arco do Piauí) e sua população foi estimada em 40.681 habitantes (2021), cerca de 70,55% das pessoas estão na zona urbana conforme dados do IBGE.

A Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo Grande Teresina foi criada pela Lei Complementar nº 112, de 19 de setembro de 2001, e regulamentada pelo Decreto nº 4.367, de 9 de setembro de 2002. A RIDE tem como objetivo articular e harmonizar as ações administrativas da União, dos estados e dos municípios para a promoção de projetos que visem à dinamização econômica e provisão de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento em escala regional. Em termos regionais, a cidade de Altos além de fazer parte da RIDE Grande Teresina, está inserida no território de desenvolvimento “Entre Rios”. Com a atualização do decreto DECRETO Nº 10.129, DE 25 DE NOVEMBRO DE 2019, a RIDE da Grande Teresina é constituída pelos Municípios de Altos, Beneditinos, Coivaras, Currealinho, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Teresina e União, no Estado do Piauí, e pelo Município de Timon, no Estado do Maranhão.

A sede do município fica acerca de 40 km a leste da capital Teresina, estando situada entre as coordenadas geográficas de 05° 02' 17" de latitude sul e 42° 27' 36" de longitude oeste. (Figura 1). Sendo atravessada pela rodovia federal BR-343 no sentido leste/oeste e pelas

rodovias estaduais PI-226, PI-221, no sentido norte/sul, assim como pela ferrovia São Luís - Teresina-Fortaleza, possuindo ligações com muitas cidades de vários estados do nordeste brasileiro IBGE (2019).

Figura 1 – Mapa de localização geográfica do município de Altos, Piauí



Fonte: ANA (2017); INCRA (2019); PMT (2013). Organização e Geoprocessamento: Francisco das Chagas Gomes (2021).

A cidade de Altos ocupa a 9ª (nona posição) dentre as cidades piauienses, em número de habitantes com uma população estimada em 2020, com cerca de 40.605 indivíduos. (IBGE, 2020). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Altos é 0,614 (2010), o que situa o município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,767, seguida de Renda, com índice de 0,590, e de Educação, com índice de 0,512. O PIB - Produto Interno Bruto, na ordem 419.008 mil, ocupando a 15ª posição no estado do Piauí (IBGE 2018).

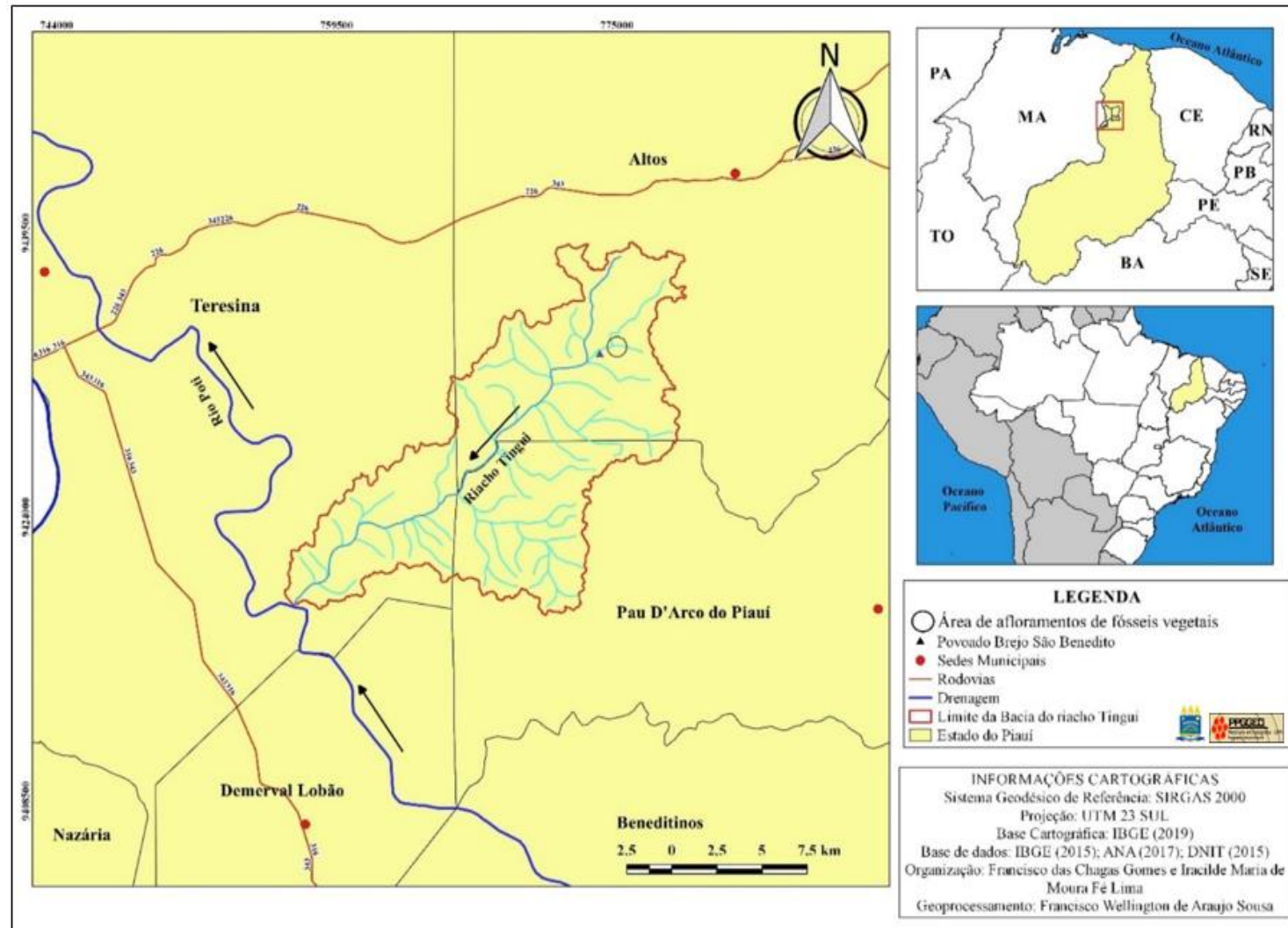
No município de Altos, estado do Piauí, região nordeste do Brasil, ocorre um significativo afloramento de troncos petrificados que remontam ao final da estruturação da

unidade geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, na formação Pedra de Fogo¹, datada do período Permiano. Esses fósseis vegetais afloram na área do alto curso do riacho Tingui, afluente da margem direita do rio Poti, correspondendo a troncos fósseis de vegetais gimnospérmicos de grande e médio porte, alguns medindo até 1,80 m de diâmetro, sendo vários deles autóctones, isto é, se encontram na posição de vida, e outros parautóctones, movidos ou modificados pela ação da natureza.

A área de estudo está localizada a sudoeste do perímetro urbano da cidade de Altos, na localidade Brejo São Benedito, no alto curso do riacho Tingui, a aproximadamente 19 quilômetros do centro da cidade. Os sítios afloram entre as seguintes coordenadas geográficas 5° 07'53' Sul 42° 32' 01' Oeste (Figura 2).

¹ Eo-Meso-Permiano, da Bacia do Maranhão é caracterizada por uma sedimentação cíclica constituída de intercalações de arenitos finos, siltitos, folhelhos e bancos carbonáticos contendo abundantes níveis e concreções de sílex

Figura 2 - Mapa de localização da Floresta Fóssil de Altos



Fonte: IBGE (2019). DNIT (2015). ANA (2017). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

A paisagem da área de estudo se encontra atualmente bastante modificada, tendo suas características originais alteradas com o passar do tempo pelas forças naturais e sobretudo pelos próprios moradores, cujas práticas de uso da terra são rudimentares promovendo a destruição dos fósseis por meio do desmatamento e das queimadas realizando cultivos temporários nas áreas em que os fósseis são encontrados.

Mesmo sendo conhecida pelos moradores e alguns pesquisadores, a população do município de Altos ainda não percebeu sua importância como um patrimônio e seu potencial como elemento de geração de renda, principalmente por meio da atividade turística e, portanto, a necessidade de sua conservação.

Este trabalho tem por objetivo geral estudar a floresta fóssil do município de Altos Piauí e sua relação com a dinâmica da paisagem local. Como objetivos específicos definiu-se caracterizar o ambiente natural onde afloram os fósseis vegetais; identificar as formas de uso e ocupação das terras do alto curso do riacho Tingui, área de ocorrência dos fósseis, propor um roteiro geoturístico e ações educativas para a população local, além da proposta de criação de Unidade de Conservação.

Torna-se importante, assim, o estudo destes sítios de troncos vegetais fósseis ainda pouco estudados na localidade Brejo, zona rural de Altos, 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 e também pouco conhecidos a nível local e nacional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância das bacias hidrográficas na dinâmica das paisagens e no ordenamento territorial

As paisagens são entidades geocológicas que constituem um objeto com dimensão definida na superfície terrestre e possuem ritmo e desenvolvimento dependentes das leis da Física. “Essas características dependem da dinâmica interna e externa do planeta, bem como dos movimentos orbitais e das relações cósmicas ao longo do tempo geológico.” (CAVALCANTI, 2018, p. 15).

Nesse sentido, o entendimento de paisagem vai além dos aspectos visíveis e do grau de consentimento destes com os aspectos materiais do espaço vivido. Paisagem pode ser interpretada e definida como um “conjunto interrelacionado de formações naturais e antroponaturais” e que possui, além de uma estrutura (forma e arranjo espacial), um conteúdo dinâmico e evolutivo.” (CAVALCANTI, 2004, p. 18).

No contexto geográfico, tanto a Geografia Física como a Geografia Humana tratam necessariamente dos elementos gerais de ordem física e também humana, como o clima, o relevo, a vegetação, economia e outros. No tocante, a geografia e sua própria totalidade enquanto ciência alcança a:

Compreensão das paisagens e a construção da identidade paisagística, às quais estão aferidos os elementos e sua organização espacial, a sua contribuição ao estudo dos sistemas é definida como sendo um conjunto de elementos e das interações entre si e seus atributos, sendo de suma importância identificar tais elementos, seus atributos e suas relações para posteriormente identificar com maior clareza a extensão abrangida pelo sistema em foco. (CHRISTOFOLETTI, 1980; apud RIBEIRO; ALBUQUERQUE, 2019, p. 147).

Como visto, os elementos da paisagem estão em perfeita sintonia e requerem cuidados, nesse novo cenário de análise do meio, os aspectos físico-naturais e humanos foram integrados, e deram maior relevância às questões ambientais, desta maneira, destaca-se as bacias hidrográficas como sendo uma unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos delimitada por sua própria natureza, essencialmente pelos limites de escoamento das águas superficiais, afluentes e subafluentes, que convergem para o leito de um rio principal (BRASIL, 1997; CHRISTOFOLETTI, 1999).

A respeito das análises ambientais, considera-se que os conhecimentos geográficos aplicados sobrepõem os conceitos clássicos, considerando que tais análises mistificam e evidenciam um caráter exploratório do observador e do espaço a ser observado e analisado (CAVALCANTI, 2018).

Ao se referir ao conceito de paisagens como entidades, Cavalcanti (2018, p. 16) reconhece que

Contudo, as paisagens podem ser (e são) humanizadas por diferentes conjuntos culturais ao longo da história, o que lhes confere um novo caráter sem excluir sua dependência das leis da Física. Esse novo caráter, cultural, possui manifestações materiais e imateriais e afeta o funcionamento geoecológico e as decisões sobre seu destino.

Para Tucci (1997), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. “A bacia

hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único próximo ao seu exutório.” (p. 20) ²

A bacia, seus recursos naturais e habitantes impõem condições físicas, biológicas, econômicas, sociais e culturais que conferem características que são particulares a cada uma. Ela caracteriza os efeitos de montante para jusante, porém grande parte das reações causa-efeito extrapola os limites da bacia, criando conflitos com a administração social, econômica e política (CHRISTOFOLETTI, 1999).

No seu exutório, por meio do rio principal, dá-se o resultado da interconexão entre o meio físico e as atividades antrópicas, isto é, ali estão representadas as consequências das formas de uso e ocupação do solo (TUCCI; MENDES, 2006). “Associadas a esses problemas, podemos mencionar as diversas formas predatórias de uso e ocupação da terra que se materializam nas bacias hidrográficas.” (RIBEIRO; ALBUQUERQUE, 2019, p. 145).

As bacias hidrográficas que constituem as regiões hidrográficas são delimitadas a partir de divisores topográficos. Os divisores topográficos são caracterizados pelos pontos altos, ou seja, entre duas ou mais bacias que dividem a água precipitada que escoam superficialmente para cada bacia contida na região hidrográfica considerada.

Uma bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes constituídas pela superfície do solo e de uma rede de drenagem formada pelos cursos da água que confluem até chegar a um leito único no ponto de saída. Desta forma todas as superfícies destinadas a áreas urbanas e industriais, agropecuária ou preservação estão inseridas em alguma bacia hidrográfica.

Neste contexto, não apenas as bacias hidrográficas, o meio ambiente como um todo tem sofrido alterações constantes e significativas nos últimos tempos devido a maior interação das atividades antrópicas com os recursos naturais. Este fato se intensificou, principalmente, após o crescimento e ocupação desordenada dos centros urbanos e sua expansão para as áreas de proteção ambiental. Os recursos hídricos, enquanto parte importante do meio físico, são facilmente comprometidos, pela alteração de cursos d'água ou diminuição dos canais de drenagem, tornando o atual cenário de degradação e descaso preocupante (SILVA, 2003).

² Exutório é um ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerando no interior uma bacia hidrográfica banhada por este curso. Exemplo: o exutório do curso principal coincide com o ponto mais inferior para onde converge toda a descarga hídrica desta bacia.

O conhecimento das características geoambientais, com destaque para as disponibilidades hídricas de uma área se torna, então, cada vez mais importante para as populações que nela habitam, tendo em vista que nas últimas décadas as sociedades de diversos países do mundo convivem com a escassez, o desperdício e a redução não somente da quantidade, mas também da qualidade das águas doces. E esta situação, como destaca Tundisi (2003), decorre principalmente de usos múltiplos da água de forma inadequada, principalmente com a intensificação do processo de industrialização e urbanização (TUCCI, 2000).

Tendo em vista essas e muitas assertivas, as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos. Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles, de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e antrópicos, onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia.

Com a subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias hidrográficas), as transformações de condições difusas de problemas ambientais para condições pontuais, facilitam sua identificação, seu controle e o estabelecimento de prioridades para atenuação ou mitigação dos impactos ambientais. Neste contexto, segundo Beltrame (1994), o diagnóstico da situação real em que se encontram os recursos naturais em dado espaço geográfico, passa a ser um instrumento necessário em um trabalho de preservação e conservação.

Em toda bacia hidrográfica existe uma hierarquização da rede de drenagem, partindo dos pontos mais elevados para os mais baixos, de acordo com o dinamismo dos diferentes tributários. Segundo Souza e Fernandes (s.d.), cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia.

Neste contexto, de acordo com Guerra (2006), as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que mudanças significativas em qualquer parte da bacia, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvida), dentre outras consequências. A bacia hidrográfica está contida num processo descentralizado de defesa e proteção ambiental, tornando-se um estímulo para a integração da comunidade e da integração institucional para sua conservação. Segundo Nascimento e Vilaça (2008), as condições da bacia hidrográfica são importantes na consolidação do seu planejamento e gestão, visto que estas são unidades físicas com fronteiras delimitadas.

No Brasil, desde a promulgação da Lei Federal 9.433, de 1997, e da Resolução 001, de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 1997), a bacia hidrográfica é considerada como unidade de planejamento. Em ambiente acadêmico, os estudos que adotam a bacia hidrográfica como unidade de planejamento são expressivos, abrangendo temas variados. Além disso, muitos desses estudos têm como objetivo auxiliar os tomadores de decisão no planejamento ambiental.

A referida lei da Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira (PNRH), define a bacia hidrográfica como sendo a unidade territorial para implementação da política nacional de recursos hídricos e atuação do sistema nacional de gerenciamento dos recursos hídricos. Essa legislação propõe que o gerenciamento de bacias seja feito por intermédio de avaliação que integre a sociedade e o ambiente vivencial das pessoas. Nesse contexto, a bacia hidrográfica é tida como unidade de gestão que desempenha um papel importante quanto a disponibilização hídrica da bacia como um todo. No entanto, algumas localidades que fazem uso da água da bacia estão preocupadas apenas com a sua própria realidade, não levando em consideração o que possa acontecer a jusante (BRASIL, 1997).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, também conhecida como Lei das Águas, é uma legislação específica que define como o Estado brasileiro fará a apropriação e o gerenciamento dos recursos hídricos nacionais. Tal regramento já estava previsto na Constituição Federal de 1988, em seu 21º artigo, inciso XIX, quando se propõe “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”. A instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos se dá pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Ela apresenta 57 artigos, divididos em seis seções e quatro títulos. Seu texto sofreu algumas alterações em 2000 e em 2010, essa última pela Lei nº 12.334, à cerca da política de barragens no país. (BRASIL, 1997).

A Lei das Águas coloca em seu artigo 1º que a água é um recurso natural limitado, de domínio público, mas dotado de um valor econômico. Por ser limitado prevê-se que, em casos de escassez de água no país, seu uso deve ser prioritariamente destinado ao consumo humano e animal. O artigo ainda coloca a bacia hidrográfica como unidade territorial a ser adotada para a implementação da Política Nacional de Recursos de Hídricos e termina colocando que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Para Araújo *et al.*, (s.d.), gerir o território utilizando-se da bacia hidrográfica como unidade planejamento significa uma evolução no modelo de gestão pública e não uma cisão com o modelo federativo. Também ressalta-se que a bacia hidrográfica é uma célula natural

que pode ser delimitada numa base cartográfica. Sendo assim, o território municipal deve ser sobreposto a essa base para a execução do seu planejamento. A gestão pública hoje necessita de uma base cartográfica compatível com a gestão municipal que permita a tomada de decisões, para evitar as mesmas adversidades já ocorridas no passado.

2.2 Proposta de uso da terra na perspectiva de sustentabilidade ambiental

O conceito Desenvolvimento Sustentável foi utilizado pela primeira vez no documento Estratégia de Conservação Global (*World Conservation Strategy*), publicado pela *World Conservation Union*, em 1980. “Foi, porém a partir da publicação do Relatório: “Nosso Futuro Comum” em 1987, também conhecido como Relatório Brundtland³, que o termo passou a ser mundialmente conhecido.” (MARCATTO, 2002, p. 38).

A década de 1980 foi amplamente marcada pela distância entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, ao mesmo tempo os problemas ambientais em nível mundial se agravam motivados pela crescente demanda dos recursos naturais a nível de mundo, o que provocou profundas alterações na paisagem, nos ambientes e nas populações.

O conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, sendo que pelo menos duas correntes alimentaram o processo. Uma primeira, centrada no trabalho do Clube de Roma, reúne suas ideias, publicadas sob o título de Limites do crescimento em 1972, segundo as quais, para alcançar a estabilidade econômica e ecológica propõe-se o congelamento do crescimento da população global e do capital industrial, mostrando a realidade dos recursos limitados e indicando um forte viés para o controle demográfico. (MEADOWS *et al.*, 1972 apud JACOBI, 2003, p. 193).

A Agenda 21 global, como plano abrangente de ação para o desenvolvimento sustentável no século XXI, “considera a complexa relação entre o desenvolvimento e o meio ambiente numa variedade de áreas, destacando a sua pluralidade, diversidade, multiplicidade e heterogeneidade”. (JACOBI, 2003, p. 194).

Para Santos (1994, p. 5), o homem se torna fator geológico, geomorfológico, climático e a “grande mudança vem do fato de que os cataclismos naturais são um incidente, um momento, enquanto hoje a ação antrópica tem efeitos continuados, e cumulativos, graças ao modelo da vida adotado pela Humanidade”. Assim, os sistemas, as demandas por matérias primas intensificam e singularizam os espaços produtores e consumidores.

³ É o documento intitulado “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*), publicado em 1987. Coordenado pela então primeira-ministra da Noruega, *Gro Harlem Brundtland*, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento originou um documento no qual houve a disseminação da ideia de desenvolvimento sustentável, conceito que vinha sendo concebido desde a década de 1970.

A sustentabilidade ambiental, tem como base fundamental a usurpação responsável dos recursos da natureza como forma equilibrada de garantia destes recursos sem o intuito de exauri-los. A luta incessante dos líderes mundiais especificamente as nações unidas. Segundo Marcatto (2002, p. 38), a Agenda 21, documento operacional da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio 92, define desenvolvimento sustentável como sendo “um desenvolvimento com vistas a uma ordem econômica internacional mais justa, incorporando as mais recentes preocupações ambientais, sociais, culturais e econômicas”.

Tanto no ensino formal quanto no informal, a reorientação para o desenvolvimento sustentável é considerada indispensável para modificar a atitude das pessoas e para conferir consciência ambiental, ética, valores, técnicas e comportamentos em consonância com as exigências de um novo padrão de responsabilidade socioambiental.

Para se tornar eficaz, o ensino sobre o meio ambiente e o desenvolvimento deve considerar a dinâmica do desenvolvimento do meio físico, biológico e social, estar integrado em todas as disciplinas e empregar métodos formais e informais e meios efetivos de comunicação. Uma das diversas atividades dessa área de programa é especialmente endereçada às empresas e às escolas de comércio, indústria e agricultura para que incluam temas relacionados com o desenvolvimento sustentável em seus programas de ensino e treinamento (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, seções 36.3 a 36.5).

Regiões inteiras do globo são crescentemente colocadas à margem do processo produtivo e do desenvolvimento. Cresce a miséria nos países do terceiro mundo. Os serviços da dívida externa comprometem uma parte importante do Produto Interno Bruto dos países em desenvolvimento. Os países do Hemisfério Sul, ao contrário de beneficiários, tornam-se vítimas da globalização da economia. A interdependência (relação de dependência econômica entre todos os países do mundo) tornou suas frágeis economias altamente vulneráveis às mudanças nas condições econômicas mundiais. Condições essas sobre as quais esses países periféricos não têm controle (ESPINOSA, 1993; SACHS, 1992 apud MARCATTO, 2002, p. 26).

O desenvolvimento sustentável deve ser um ideal buscado pelos países que possuem atenção com as causas ambientais. A conscientização é um forte desafio no mundo escolar, pois podem promover maiores ganhos e repercussões positivas para a tomada de consciência individual e coletiva (FONSECA, 2007).

Para Sachs (1993), o conceito de sustentabilidade, toma como base seis dimensões partindo da premissa de que o desenvolvimento deve transcender o significado econômico. Posteriormente acrescentou a dimensão política (nacional e internacional) pelo próprio autor

Sachs (2002), quais sejam, sustentabilidade ecológica, econômica, social, espacial, cultural, psicológica, política nacional e internacional.

O uso do termo "sustentabilidade" difundiu-se rapidamente, incorporando-se ao vocabulário politicamente correto das empresas, dos meios de comunicação de massa, das organizações da sociedade civil, a ponto de se tornar quase uma unanimidade global. Por outro lado, a abordagem do combate às causas da insustentabilidade parece não avançar no mesmo ritmo, ainda que possa estimular a produção de previsões mais ou menos catastróficas acerca do futuro e aquecer os debates sobre propostas de soluções eventualmente conflitantes.

Além da Agenda 21, outro importante documento que foi escrito na "Rio 92", com uma grande participação de organizações não governamentais e representantes da sociedade civil foi "A Carta da Terra"⁴. Ela traz importantes ressalvas sobre o meio ambiente e foi retificada pela UNESCO e aprovada pela ONU em 2002.

Estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro. À medida que o mundo se torna cada vez mais interdependente e frágil, o futuro enfrenta, ao mesmo tempo, grandes perigos e grandes promessas. Para seguir adiante, devemos reconhecer que o meio de uma diversidade de culturas e formas de vida, somos uma família humana e uma comunidade terrestre com um destino comum. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura de paz. Para chegar a esse propósito, é imperativo que, nós, os povos da terra, declaremos nossa responsabilidade uns para os outros, com grande comunidade da vida, e com as futuras gerações. (A CARTA DA TERRA, 2002, n. p.).

Os impactos ambientais gerados pelas práticas inapropriadas do uso do solo como as queimadas para a prática da agricultura de subsistência, a caça predatória e a extração de madeira de forma ilegal contribuem para a diminuição da oferta da estabilidade ambiental e conseqüentemente a destruição ou eliminação dos troncos fósseis. Na tentativa de equacionar a questão ambiental no Brasil, segundo Sanchez (2013, p. 165) foi reformulado o novo código florestal brasileiro, que dentre outras atribuições informa que:

No Brasil, o Código Florestal protege a vegetação localizada nas denominadas áreas de preservação permanente, que incluem margens de rios, entorno de nascentes, encostas de alta declividade e topos de morros. Cavernas, por outro lado, gozam de proteção legal por ocorrerem no subsolo, que a Constituição Federal considera como bem da União. Assim, os recursos do subsolo não pertencem ao proprietário do solo. Tanto a intervenção em áreas de preservação permanente como o uso e a supressão de cavernas somente podem

⁴ É um documento proposto durante a Rio-92, voltado para assuntos acerca de uma sociedade global pacífica, justa, sustentável.

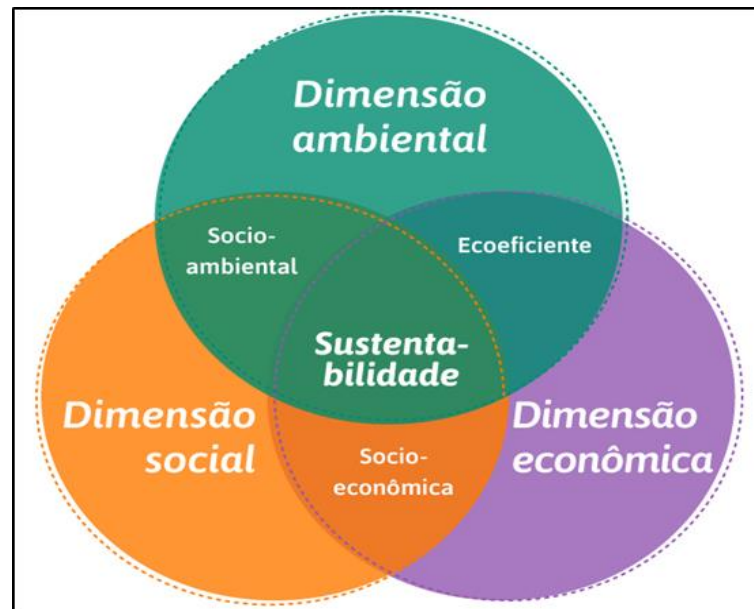
ser feitos mediante autorização. Nos Estados Unidos, apenas as cavernas localizadas em terras públicas são legalmente protegidas.

As iniciativas planetárias para pactuar práticas de educação orientadas para a sustentabilidade explicitam o desafio de construção de uma formulação conceitual que estabeleça uma comunicação entre ciências sociais e exatas. Nessa direção, o paradigma da complexidade corresponde à irrupção dos antagonismos no seio dos fenômenos organizados, uma visão complexa do universo através de certos princípios de inteligibilidade unidos uns aos outros (FLORIANI, 2003).

A perspectiva da sustentabilidade vem evoluindo desde concepções limitadas e aspectos isolados do consumo e produção até perspectiva holísticas que consideram a totalidade do planeta. A partir do relatório *Brundtland*, no contexto dos estudos da sustentabilidade há um ponto de consenso que permite afirmar que suas principais dimensões (ambiental, econômica e social) são inerentemente interdependentes e, por isso, acontecem concomitantemente. (SACHS, 2002).

Pode-se dizer que a tríade das dimensões mais conhecidas da sustentabilidade configura principalmente um arranjo conceitual, que deve ser uma referência teórica para pesquisadores e profissionais da área (Figura 3).

Figura 3 - Sobreposição das dimensões da Sustentabilidade



Fonte: adaptado de Dickie (2005).

Para Sachs (2002), considera as três dimensões como arcabouço das discussões acerca da sustentabilidade. A dimensão ambiental diz respeito aos aspectos concretos das limitações

dos recursos naturais do planeta Terra. As atividades humanas sempre estiveram subordinadas aos fenômenos naturais e às capacidades do planeta. Visto isso, há que se respeitar a dimensão ambiental (ou ecológica) da sustentabilidade. Esta dimensão compreende a obediência aos ciclos temporais da Terra, preservando fontes energéticas e de insumos naturais, visando a mínima deterioração do meio ambiente. A dimensão econômica diz respeito ao modelo em que o crescimento econômico acontece de maneira ética e justa, mantendo-se a harmonia com as outras dimensões. Ou seja, garantindo a satisfação das necessidades humanas, as boas condições sociais dos agrupamentos de pessoas (equidade e coesão social) e a resiliência dos recursos naturais.

Por fim, a dimensão social que diz respeito às questões relacionadas à satisfação das necessidades básicas das pessoas, a valorização das culturas locais, a melhoria do bem-estar atual e futuro, o aumento da qualidade de vida pela redução da iniquidade social no geral. Ou seja, a dimensão social da sustentabilidade orienta-se para a construção de uma sociedade humana sustentável. Uma sociedade que é justa, inclusiva e democrática.

Visando um cenário socialmente sustentável, faz-se necessário trabalhar de maneira enfática para reduzir significativamente as iniquidades sociais e também buscar aumentar a coesão social de comunidades voltadas à sustentabilidade. De fato, as questões sociais mudam mais dramaticamente entre locais, pessoas e culturas do que as questões relacionadas às dimensões ambiental e econômica da sustentabilidade. Assim, a dimensão social pode ser entendida como um alvo móvel, com fatores mais flutuantes do que as outras dimensões.

Como exemplos das questões abordadas nessa dimensão, pode-se afirmar que as pautas que tangenciam a dimensão social são múltiplas e interconectadas, indo desde a responsabilidade social corporativa aos direitos humanos, passando por acessibilidade, políticas públicas, educação (inclusive educação para a sustentabilidade), legislação e democracia, microfinanciamento (este que influencia diretamente a dimensão econômica), inclusão social de grupos marginalizados e senso de segurança por parte dos indivíduos. Assim, dar atenção à dimensão social da sustentabilidade significa articular uma série de medidas para viabilizar a saúde, a segurança e o bem-estar das gerações presentes e futuras (SACHS, 2002).

O ser antrópico busca a satisfação de suas necessidades em um sistema marcado pela fragilidade ambiental, do uso dos recursos naturais, não tendo a obrigação de explicar à natureza e sim a sociedade que o geossistema é fonte de matéria prima, aproximando o homem da natureza evidenciando a relevância das ações humanas sobre os ecossistemas na busca incessante de agregar valor capital, o que pode vir a explicar as modificações em muitas paisagens mundiais, o que promove a singularização taxonômica das criações espaciais, como

as zonas superiores e as zonas inferiores. Como visto, os elementos da paisagem estão em perfeita sintonia e requerem cuidados, nesse novo cenário de análise do meio, os aspectos físico-naturais e humanos foram integrados, e deram maior relevância às questões ambientais.

2.3 Aspectos históricos, teóricos e conceituais da educação ambiental

Até a primeira metade do século XX, por volta da década de 1950, as ações humanas utilizavam os recursos naturais do Planeta, com o intuito apenas de conquistar novos territórios em busca de riquezas. Com o fim da Segunda Guerra Mundial, em 24 de outubro de 1945, na cidade de São Francisco, nos Estados Unidos, foi criada oficialmente a Organização das Nações Unidas (ONU), através da promulgação da Carta das Nações Unidas, assinada por 51 países, inclusive o Brasil. Com a criação da ONU, o mundo pela primeira vez se reunia a fim de discutir assuntos de interesse mundial para a convivência pacífica entre os povos.

Foi a partir da década de 1960 que a expressão Educação Ambiental passou a compor o discurso dos líderes mundiais, e foi a ONU a responsável pela organização desses encontros para se debater o tema. Na Conferência de Estocolmo (1972), 5ª Educação Ambiental integra a pauta das reuniões internacionais. Em 1975, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) instituem o Programa Internacional de Educação Ambiental.

Outro importante marco na história da Educação Ambiental corresponde a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em Tbilisi, Geórgia, em 14 a 26 de outubro de 1977, que segundo Lima; Moraes; Vasconcelos (2016, p. 12), e teve

O objetivo, divulgar a Educação Ambiental, no qual resultou num documento que constam 41 recomendações chamadas de “Grandes Orientações da Conferência de Tbilisi”. Chama a atenção para o despertar ambiental e a urgência da conservação dos recursos naturais.

Essa reunião foi considerada pelos pesquisadores e atuantes da Educação Ambiental como um verdadeiro fracasso, pois quase nada do que foi acordado em 1977 havia sido cumprido pelos signatários do acordo. É preciso lembrar que a maioria dos países-membros da ONU estava passando por processos internos para reestruturação econômica ou de revoluções

⁵ Conferência de Estocolmo (1972) - ou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano ocorreu entre 5 e 16 de junho de 1972, na capital da Suécia. Esse foi o primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para discutir questões ambientais de maneira global.

separatistas. Como exemplo, citamos a antiga URSS, a queda do Muro de Berlim e por fim a unificação da Alemanha. (LIMA; MORAES; VASCONCELOS 2016, p. 12)

Em 1992, a ONU realizou na cidade do Rio de Janeiro a ECO-92. Neste evento a sociedade civil organizada acabou participando da organização e da elaboração do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, conhecido como Agenda 21, reconhecendo a importância da educação permanente para a transformação da sociedade. A ONU promoveu mais um encontro sobre o meio ambiente, em 1997, em Thessaloníki, na Grécia, denominado Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade. Nesse evento, pela necessidade imediata de se desenvolver ações ambientais e culturais corretas, a educação e o professor são colocados como centro das atenções para levar ao desenvolvimento sustentável, já que são considerados os meios mais importantes, junto com a família, para se educar sobre as questões ambientais. Lima; Moraes; Vasconcelos (2016, p. 13).

A educação ambiental 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. Nesse contexto, 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 Tbilisi⁶(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

⁶ A Conferência Intergovernamental de Tbilisi, na Antiga União Soviética, é considerada um dos principais eventos sobre Educação Ambiental do Planeta. Esta conferência foi organizada a partir de uma parceria entre a UNESCO e o Programa de Meio Ambiente da ONU - PNUMA e, deste encontro, saíram às definições, os objetivos, os princípios e as estratégias para a Educação Ambiental no mundo.

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, n. p.).

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, p. 47), a educação ambiental como instrumento sustentável reconhece que

Os problemas ambientais devem ser conhecidos pela sociedade, assim como também o papel do cidadão deve ser esclarecido, para que possa saber atuar de forma que ajude a minimizar tais impactos. A busca de uma nova postura frente as questões ambientais é um desafio. Devido a isso, a construção de valores ambientais deve ser iniciada desde o ensino infantil. É importante que a escola incentive iniciativas que colaborem para que as gerações futuras sejam compromissadas com a sociedade e sua sustentabilidade.

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 postulam seus conceitos mas, não os colocam realmente na prática na prática.

A educação ambiental consiste em um conjunto de ações na 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. Nesse contexto é de grande relevância a atuação da escola no que diz respeito à problemática ambiental (ALVES; COLESANTI, 2006).

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.

Dessa forma, a Educação Ambiental é de extrema importância no dia a dia escolar, tem a capacidade de transformar o comportamento das gerações futuras de forma que o aluno tenha a competência de compreender que o ser humano é o agente transformador do mundo em que vive, colaborando dessa forma, para que a sociedade seja ambientalmente sustentável e socialmente justa, na proteção e preservação de toda e qualquer manifestação de vida no planeta (ANDRADE, 2000).

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.

A prática 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, 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, p. 15) 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.

As escolas carecem de discussões acerca dos mecanismos de aprendizagem das vertentes que norteiam a educação ambiental e nesse sentido é necessário que os sistemas de ensino contribuam para a educação ambiental, o trabalho dos professores em sala de aula deve ter como resultado final a mudança no comportamento e nas ações do indivíduo em relação ao meio ambiente o que pode modificar o comportamento do indivíduo, tendo em vista as crenças populares que permeiam a coletividade dos alunos e dos professores, e que os fazem agir muitas vezes de maneira completamente diferente quando estão no coletivo: “(...) e isso implica uma visão mais profunda dos processos sociogenéticos que dão origem à formação de representações sociais e a sistemas de crenças.” (WAGNER, 1995, p. 181).

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.

2.4 A cobertura vegetal no contexto da evolução geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba

Para Santos e Carvalho (2004, p. 1) a Bacia Sedimentar do Parnaíba, corresponde a uma área de aproximadamente 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*⁷), Alpercatas (*Jurássico-Eocretáceo*), ⁸Grajaú (*Cretáceo*) e Espigão Mestre (*Cretáceo*) (Figura 4).

A bacia Sedimentar do Parnaíba é definida 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).

Figura 4 - Mapa de Localização das bacias sedimentares do Parnaíba, Grajaú e São Luís



Fonte: Santos e Carvalho (2004)

⁷ *Triássico* é um período geológico que se estende desde 252 até 201 milhões de anos. É o primeiro período da era mesozoica

⁸ *Jurássico*: corresponde ao período entre 205 a 142 milhões de anos atrás. *Cretáceo*: corresponde ao período entre 135 a 65 milhões de anos atrás.

Santos e Carvalho (2004, p. 86) 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 paleoclima⁹, Santos e Carvalho (2004, p. 95), esclarecem que

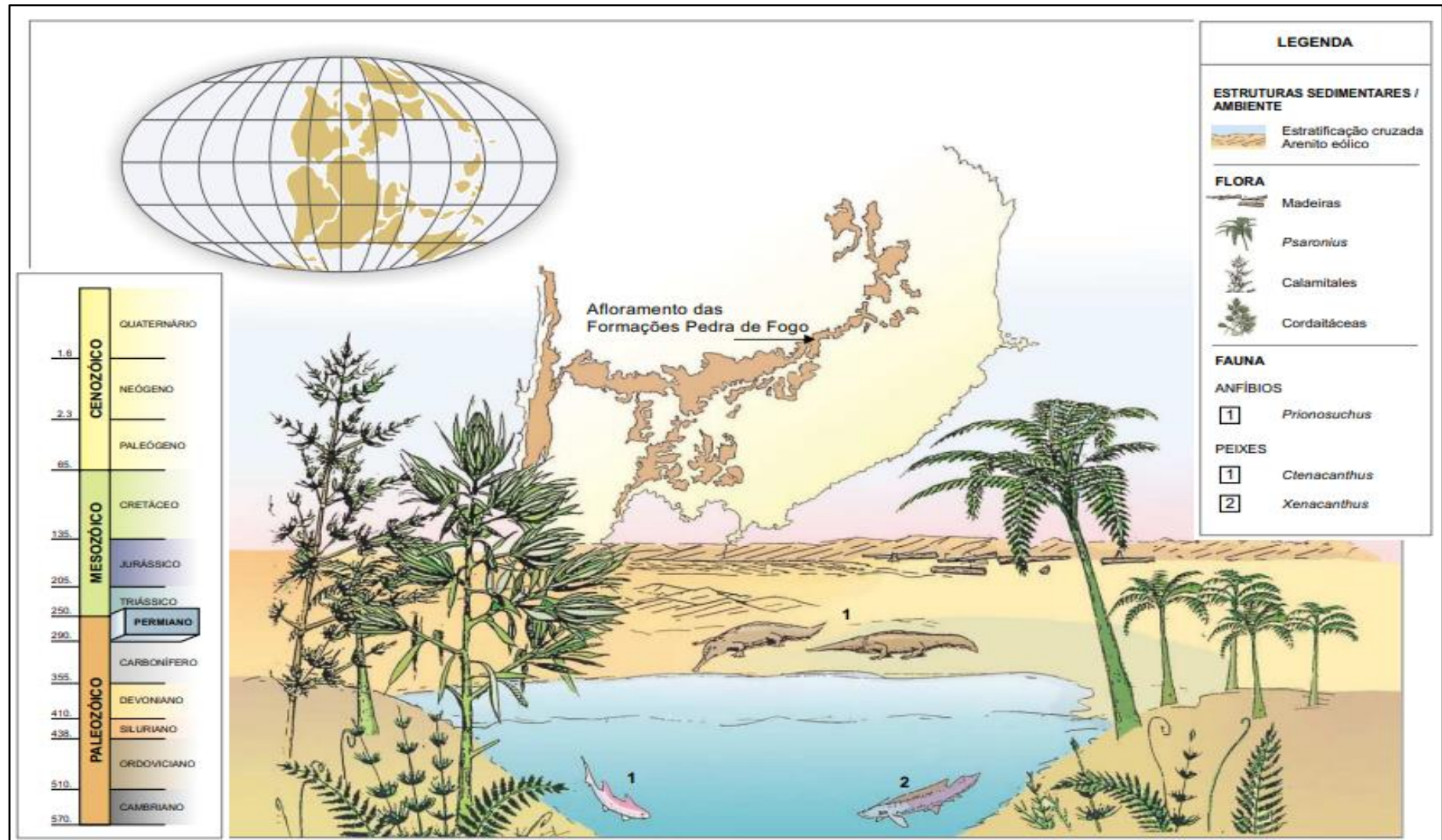
A principal característica do Permiano na bacia é um forte ressecamento e predomínio de condições continentais. Nos intervalos regressivos, as indicações são para climas quentes e áridos, adversos, com as manifestações de vida dadas pelos estromatólitos. Correspondendo a uma fase transgressiva, no topo 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.

Santos e Carvalho (2004, p. 86) identificam que o período Permiano é o último período da era Paleozóica, datados entre 290 a 250 milhões de anos. Este período é representado pelas formações Pedra de Fogo e Motuca¹⁰. A tendência de ressecamento da bacia, em condições continentais áridas, é progressivamente acentuada. São preponderantes, cada vez mais, as fases regressivas, em climas adversos para as manifestações de vida e sua preservação como fóssil (Figura 5).

⁹ Clima predominante em determinado período geológico, reconstituído e estudado a partir de fenômenos biológicos e geológicos.

¹⁰ Formações Motuca é constituída predominantemente por pelitos vermelhos laminados com lentes de gipsita, calcita e marga. Pode reunir sedimentos permianos, os quais são identificados por arenitos avermelhados, com grãos finos a médios, e por vezes argilosos

Figura 5 - Reconstituição Paleobiológica do Permiano da Bacia Sedimentar do Parnaíba



Fonte: Santos e Carvalho (2004)

Esta condição foi 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 da era Paleozóica, na Bacia Sedimentar 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 5), caracteriza as camadas permianas ricas em sílex e fósseis vegetais do gênero *Psaronius*¹¹ 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.

¹¹ *Psaronius* madeira fóssil *Psaronius brasiliensis*, coletada entre 1817 e 1820 pelo botânico Martius e descrita por Brongniart em 1827, foi o primeiro fóssil vegetal do Brasil a ser mencionado na literatura (Dolianiti, 1948). É pertencente à Formação Pedra de Fogo, cujo nome foi proposto por Plummer et al.

Figura 6 - Unidades geocronológicas e litoestratigráficas das bacias do Parnaíba

MILHÕES DE ANOS	GEOCRONOLOGIA			LITOESTRATIGRAFIA	
	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE		
100	CRETÁCEO	SENONIANO		COJUPE	
		GÁLICO	CENOMANIANO		ALCÂNTARA
ALBIANO				ITAPECURU	
			ALAGOAS		CODÓ/GRAJAÚ
APTIANO					
130			BAREMIANO	BURACICA	CORDA/PASTOS BONS
			NEOCOMIANO		SARDINHA
200		JURÁSSICO			MOSQUITO
		TRIÁSSICO			SAMBAÍBA
250		PERMIANO	NEO	TATARIANO	MOTUCA
	KAZANIANO				
	UFIMIANO				
	EO		KUNGURIANO	PEDRA DE FOGO	
			ARTINSKIANO		
			SAKMARIANO		
			ASSELIANO		
300	CARBONÍFERO	PENSILVANIANO	STEFANIANO VESTFALIANO	PIAÚÍ	
			NAMURIANO		
		MISSISSIPIANO	VISEANO TOURNAISIANO	POTI	
350	DEVONIANO	NEO	FAMENIANO FRASNIANO	LONGÁ CABEÇAS PIMENTEIRA ITAIM	
		MESO	GIVETIANO EIFELIANO		
		EO	EMSIANO PRAGIANO LOKOVIANO		
400	SILURIANO	PRIDOLIANO LUDLOVIANO VENLOKIANO LANDOVERIANO		JAICÓS	
				TIANGUÁ IPU	

Fonte: Santos e Carvalho (2004)

O "estudo sistemático de um exemplar fóssil da Floresta do Poti revelou um novo gênero e uma nova espécie, que foi denominada de *Teresinoxilon eusebioi*¹²". 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. As primeiras espécies descritas *Psaronius brasiliensis* e *Psaronius arrojadoi* são belos exemplar e pertencentes a um gênero de distribuição no continente americano. (DOLIANITI, 1948; apud 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 arborescente. 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; BRITO *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, apud 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,

¹² Grupo das *Pteridófitas* (da divisão *Pteridospermophyta*, Classe *Cycadoxyleae Steward*) denominado de *Teresinoxilon Eusebioi* (homenagem ao paleontólogo Dr. Euzébio de Oliveira e a cidade de Teresina).

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*. 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 (DNPM), apresenta 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 Beditinos, 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 identificação dos fósseis ao longo da margem direita do rio (área vizinha ao Parque Poticabana), sendo identificados 33 troncos fósseis, além de identificarem taxonomicamente um exemplar coletado na área, como pertencente à Divisão *Pteridospermophyta*¹³ (grupo de *Pteridófitas* com sementes), Classe *Cycadoxyleae Seward*¹⁴, 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 Pedra de Fogo 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, se desenvolveu 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).

¹³ *Pteridospermatófitas*, também conhecidas como samambaias com sementes ou pteridospérmicas, são um grupo de plantas extintas, que existiu do final do Devoniano ao final do Cretáceo

¹⁴ *Cycadoxyleae Seward*, Tratando-se de um vegetal pertencente à divisão *Pteridospermophyta* e provavelmente à classe *Cycadoxyleae Seward*.

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, onde 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.

2.5 Patrimônio natural e sua valorização na perspectiva da criação de Unidade de Conservação

Buscando formas de atenuar as pressões sobre os recursos naturais e de aumentar sua durabilidade, nos últimos anos, a Organização das Nações Unidas (ONU) começou a discutir e a estudar modelos de desenvolvimento que levassem em consideração não somente questões econômicas, mas também sociais e ambientais. Depois da realização de várias conferências, destacando-se, dentre outras, a Conferência de Estocolmo (1972) e a Conferência do Rio de Janeiro (1992), a proteção e a gestão do ambiente, além de terem sido reconhecidas como prioridade dos planejadores e cientistas, chamaram a atenção do público em geral.

Para trabalhar a questão ambiental é necessário um entendimento melhor dos vários aspectos naturais, químicos, físicos, biológicos e geológicos que deixaram sua marca no Planeta Terra. Estas marcas ainda estão afetando a humanidade e continuarão influenciando seu futuro. Desta forma, um bom conhecimento da herança geológica é um importante fator de aproximação para a sustentabilidade e suas múltiplas relações com os indivíduos.

Com a preocupação com a qualidade ambiental, a geologia ganhou novas áreas de atuação, dentre as quais uma delas se refere ao reconhecimento do passado geológico impresso nos registros fósseis, nos minerais, nas rochas e no relevo constitui, além de um recurso econômico, um patrimônio que deve ser conservado. Dessa forma, a promoção e a conservação do patrimônio geológico entram no século XXI como um dos maiores desafios da comunidade de geociências. Isto se faz necessário uma vez que os minerais, as rochas, os fósseis, o relevo e as paisagens atuais são o produto e o registro da evolução do planeta ao longo do tempo e, como tal, são parte integrante do mundo natural tendo um impacto profundo na sociedade atual.

Gray (2004), reconhece que o termo geodiversidade, no qual está inserido o patrimônio natural é muito recente e começou a ser utilizado por geólogos e geomorfólogos na década de 90 para descrever a variedade do meio abiótico. De acordo com este autor é difícil precisar quando é que esse termo foi referido pela primeira vez, mas provavelmente deve ter sido na Tasmânia (Austrália).

Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008) destacam que para alguns pesquisadores, este conceito é mais restrito, estando relacionado de maneira mais específica apenas aos minerais, rochas e fósseis, no entanto, para outros estudiosos o termo se apresenta de maneira mais ampla, integrando também os processos que podem estar atuando na sua gênese.

Por sua vez, Brilha (2005, p. 17) aponta que o conceito de geodiversidade segundo a *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido “consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

Os Elementos químicos que se ligam entre si e originam moléculas que, por sua vez, dão origem a diversos tipos de substâncias/produtos. Neste sentido, o ato de proteger e de conservar algo justifica-se porque lhe é atribuído algum valor, seja ele econômico, cultural, sentimental, etc. Portanto, os termos “conservação” e “valorização” carregam uma relação direta, o que se maximiza quando tratamos de elementos vinculados ao patrimônio.

Brilha (2005) ressalta que a geodiversidade em nosso planeta consiste no resultado de uma multiplicidade de fatores e da relação entre eles.

É neste contexto que Gray (2004) apud Brilha (2005, p. 5) assim classifica os valores da geodiversidade

Valor intrínseco: é subjetivo e advém da dificuldade de quantificação deste valor e da sua ligação com as perspectivas filosóficas e religiosas de cada sociedade e cultura; Valor cultural: conferido pelo Homem quando se reconhece uma forte interdependência entre o seu desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico que o rodeia; Valor estético: é também subjetivo e não passível de quantificação. Está ligado aos gostos pessoais de cada um; Valor econômico: é algo mais objetivo e compreensivo. Necessitamos de minerais não metálicos e metálicos para produzir toda uma série de produtos e bens dos quais nos tornamos dependentes; Valor funcional: o valor da geodiversidade *in situ*, de carácter utilitário para o Homem; o valor da geodiversidade enquanto substrato para a sustentação dos sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre; Valor científico e educativo: ajuda-nos a conhecer e interpretar a geodiversidade e a reconstituir a longa história da Terra.

Nessa perspectiva, o valor educativo perpassa os vários valores que a geodiversidade apresenta, isto quer dizer que muitas possibilidades de ações geoeducativas só podem ter sucesso se permitirem o contato direto com a geodiversidade. Essa premissa mostra-se verdadeira tanto no que diz respeito a atividades educativas formais, de âmbito escolar, quanto no que se refere a atividades educativas não formais, dirigidas ao público em geral. As saídas de campo permitem conferir à geodiversidade um extraordinário valor educativo.

Brilha (2005) aponta que a geoconservação em sentido amplo, tem como objetivo a utilização de gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos. Em sentido restrito, entende apenas a conservação de certos elementos da geodiversidade que evidenciem qualquer tipo de valor superlativo, isto é, cujo valor se sobrepõe à média.

O Patrimônio Geológico, como possibilidade de conceituação, é definido pelo conjunto dos geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região. Brilha (2005) destaca também que o Patrimônio Geológico integra todos os elementos notáveis que constituem a geodiversidade, englobando, por conseguinte, o Patrimônio Paleontológico, o Patrimônio Mineralógico, o Patrimônio Geomorfológico, o Patrimônio Petrológico, o Patrimônio Hidrogeológico, entre outros.

Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008, p. 10) afirmam que:

O conceito de patrimônio geológico, que é representado pelo conjunto de sítios geológicos (ou geossítios), está estreitamente relacionado com a geodiversidade, contudo, não se deve encarar o patrimônio geológico como sinônimo de geodiversidade. A geodiversidade, de forma simples, consiste em toda a variedade de minerais, rochas, fósseis e paisagens que ocorre no Planeta Terra. Já o patrimônio geológico é apenas uma pequena parcela da geodiversidade apresentando características especiais e que, por conseguinte, deve ser conservado. Estas características podem ser consideradas pela área de estudos que se deseja investigar.

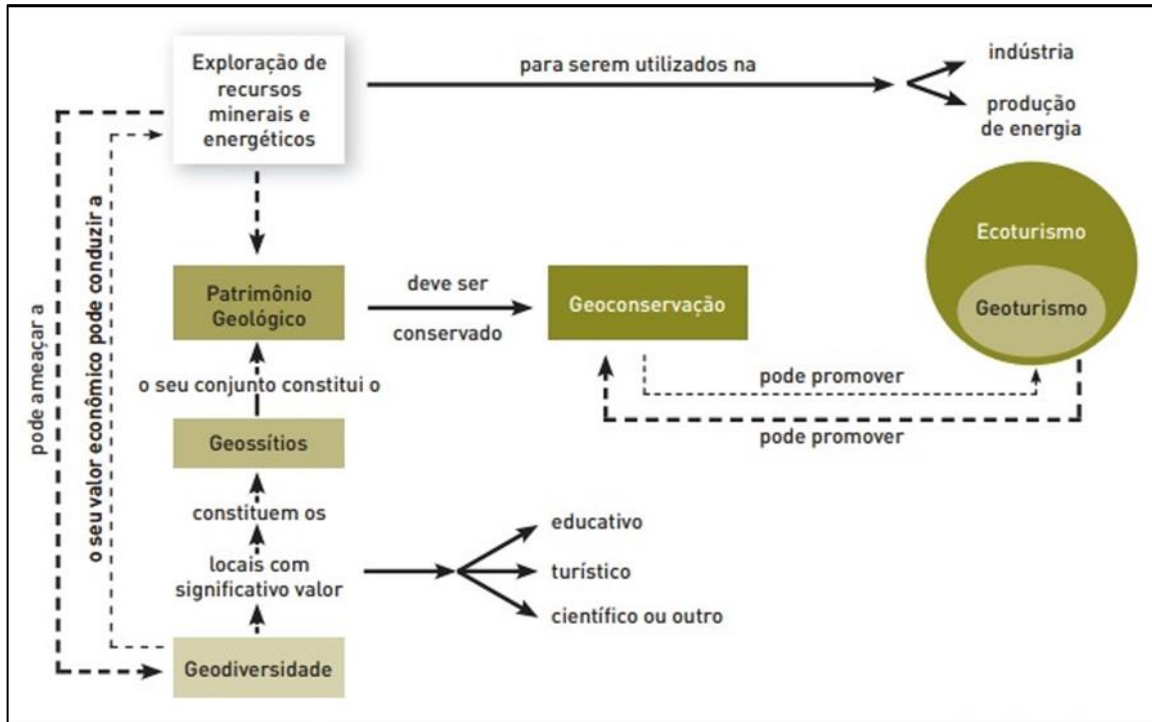
O patrimônio geológico faz parte da geodiversidade, mas nem toda geodiversidade é considerada um patrimônio geológico, uma vez que o patrimônio geológico possui valor superlativo e é representativo da história e evolução do nosso planeta (dentre os elementos da geodiversidade). Existe uma característica intrínseca ao patrimônio geológico no que se refere aos aspectos científico, educativo, turístico e/ou cultural.

Percebe-se que o patrimônio geológico compreende os minerais, as rochas e os fósseis presentes em afloramentos (exposições no meio natural) ou em coleções de museus, incluindo também o relevo, que no seu conjunto guardam a história da evolução da Terra por processos cuja escala temporal é de milhões (e até bilhões) de anos.

Para Sharples (2002 apud NASCIMENTO, RUCHKYS E MANTESSO-NETO, 2008) os principais objetivos da geoconservação são: conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade; proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação; minimizar os impactos adversos dos locais importantes em termos de geoconservação; interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas e, contribuir

para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade.

Figura 7 - Relações existentes entre os conceitos de geodiversidade, geossítios, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo



Fonte: Modificado de Araújo (2005).

Brilha (2005) destaca que para a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), um geoparque é um território com limites bem definidos e com uma área suficiente maior de modo a permitir um desenvolvimento socioeconômico local, cultural e ambientalmente sustentável. O geoparque deverá contar com geossítios de especial relevância científica ou estética, de ocorrência rara, associados a valores arqueológicos, ecológicos, históricos ou culturais.

Neste contexto a UNESCO (1972), destaca que uma das alternativas para a conservação de áreas onde sítios do patrimônio geológico, no sentido de mantimento, na educação e no desenvolvimento sustentável é a criação dos geoparques. Para a referida instituição, existe forte demanda expressa por muitos países através de uma rede global no sentido de aumentar o valor do patrimônio da Terra, suas paisagens e formações geológicas.

No entendimento da UNESCO (1972), o geoparque deve Preservar o patrimônio geológico para futuras gerações (geoconservação); Educar e ensinar o grande público sobre temas geológicos e ambientais e prover meios de pesquisa para as geociências; Assegurar o

desenvolvimento sustentável através do geoturismo, reforçando a identificação da população com sua região, promovendo o respeito ao meio ambiente e estimulando a atividade socioeconômica com a criação de empreendimentos locais, pequenos negócios, indústrias de hospedagem e novos empregos; Gerar novas fontes de renda para a população local e a atrair capital privado. O Brasil, com sua rica geodiversidade, contendo testemunhos de todas as eras geológicas e com sua imensa extensão territorial, possui grande potencial para a existência de geoparques.

Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008) apresentam os critérios para que uma área se enquadre na designação de geoparque: (1) a área deve corresponder ao conceito de geoparque da UNESCO (1972); (2) os sítios geológicos incluídos dentro da área devem ser protegidos e formalmente gerenciados; (3) deve proporcionar o desenvolvimento ambiental e culturalmente sustentável, promovendo a identificação da comunidade local com sua área e estimulando novas fontes de receita, especialmente o geoturismo; (4) deve servir como uma ferramenta pedagógica para a educação ambiental, treinamento e pesquisa relacionada às disciplinas geocientíficas, proporcionando programas e instrumentos que aumentem a consciência pública sobre a importância do patrimônio geológico como museus geológicos e trilhas;

Neste contexto; (5) deve servir para explorar e demonstrar métodos de conservação do patrimônio geológico e deve contribuir para a conservação de aspectos geológicos significativos que proporcionem informações em várias disciplinas geocientíficas, tais como, geologias econômica e física, mineração, estratigrafia, mineralogia; (6) medidas de proteção do geoparque devem ser estabelecidas em conformidade com os Serviços Geológicos ou outros grupos relevantes. O geoparque deve permanecer sob a jurisdição do Estado no qual ele está inserido, sendo responsabilidade do Estado decidir sobre a proteção de determinados sítios.

O Art. 216 da Constituição Federal Brasileira (BRASIL, 1988) discorre que o Patrimônio Cultural brasileiro é constituído por bens de natureza material e imaterial, tombados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

- I - As formas de expressão;
- II - Os modos de criar, fazer e viver;
- III - As criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- IV - As obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;
- V - Os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

A Legislação Brasileira, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, no Art. 6º inciso 1º considera, ainda, que as APPs (Áreas de Preservação Permanentes), devem “proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico bem como a sua cobertura por florestas ou outras formas de vegetação”. A referida Lei dispõe sobre a vegetação nativa, no seu Capítulo II, Seção I se refere à delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP). No Art. 4º desta seção, considera que se constituem APPs, as áreas rurais e urbanas das faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene ou intermitente. (LIMA, MORAES e VASCONCELOS, 2016).

A Lei Federal 9.985 de julho/2000 (Brasil, 2000) que institui o SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. No Art. 3º O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC é constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais.

No Art. 4º o SNUC trata especificamente sobre os objetivos para as Unidades de Conservação da Natureza, destaca-se os de maior relevância a esta pesquisa, os itens: III - contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais; IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; V - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento; VI - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados; XII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológicos; XIII - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

Conforme o Art. 7º da Lei Federal 9.985 de julho/2000, as Unidades de Conservação (UC’s) que integram o SNUC dividem-se em dois grupos com características distintas que são Unidades de Proteção Integral, que tem como objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido nessas apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos no inciso § 1º; Unidades de Uso Sustentável, que tem como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, como está previsto no inciso § 2º (BRASIL, 2000).

No contexto natural, os parques ambientais estão sendo fortemente indicados para promoverem o equilíbrio, principalmente das áreas verdes, também denominadas, “áreas de frescor”, termo usado principalmente nos grandes centros para diminuir o efeito contrário

gerado, que definimos como “ilhas de calor”, o que pode ser atribuído também a área do meio rural, uma vez que as práticas de uso e ocupação desenvolvidas de forma rudimentar podem muitas vezes provocar alterações no equilíbrio natural.

Na área de estudo referida, dentre as categorias de UC's incluídas no Art. 7º da Lei Federal 9.985 de julho/2000 § 1º e § 2º, somente a do “Monumento Natural” seria a alternativa de preservação adequada, conforme o artigo XII do SNUC, o Monumento Natural tem como objetivo fundamental preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica e pode ser aplicado em pequenas áreas (BRASIL, 2000). Sendo relevante para o geoturismo, práticas de educação ambiental, garantindo a equidade natural e social, promovendo a ampliação das atividades econômicas que podem gerar renda à população local, preservando seus locais de origem, a cultura, e a conscientização das pessoas para com o patrimônio natural.

Paisagem e patrimônio natural exercem do mesmo modo, funções sociais e educativas relacionadas com a oferta de campos esportivos, áreas de lazer e recreação, oportunidades de encontro, contato com os elementos da natureza e educação ambiental (voltada para a sua conservação), proporcionando uma maior qualidade de vida às populações urbanas, que representam 84,4% da população do país (MMA, 2016, apud LIMA; MORAES e VASCONCELOS, 2016 p. 9).

A conservação dos elementos do patrimônio natural é uma prática de grande valor científico, sendo necessário conhecer e entender todos os seus significados, já que, uma vez modificados, removidos ou destruídos, quase sempre sofrerão mudanças irreversíveis. O patrimônio natural é composto por elementos bióticos, que integram a biodiversidade, e elementos abióticos, que compõem a geodiversidade. A conservação dos elementos de destaque da geodiversidade é denominada “Geoconservação” (PEREIRA, 2010).

Na análise geográfica os elementos da natureza constituem recursos para a construção do homem e da sociedade. O homem produtor/consumidor sobrevive com a natureza, pelo trabalho social. Os elementos da paisagem estão em perfeita sintonia e requerem cuidados, “Nesse novo cenário de análise do meio, os aspectos físico-naturais e humanos foram integrados, e deram maior relevância às questões ambientais”. (SUERTEGARAY, 2018, p. 17).

A educação para a cidadania representa a possibilidade de motivar e sensibilizar e motivar os grupos humanos a pensarem em práticas sustentáveis, preservação do patrimônio e ações de cooperação com o meio geográfico, para que tenhamos um ambiente preservado e sustentável. As práticas de turismo e ecoturismo podem contribuir para o desenvolvimento econômico da localidade ali estabelecida, contribuindo para a geração de renda da população garantindo-lhes sobretudo o direito digno de qualidade de vida.

A Educação Ambiental pode contribuir muito para renovar o processo educativo, trazendo a permanente avaliação crítica, a adequação dos conteúdos à realidade local e o envolvimento dos educando em ações concretas de transformação desta realidade. 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.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS¹⁵

Tendo em vista a natureza da pesquisa optou-se em instrumentalizá-la com base na análise integrada da paisagem, Dessa forma, pode-se afirmar que o método geossistêmico representou um amplo esforço promovendo e estimulando o estudo integrado da paisagem geográfica a partir das inter-relações dos elementos físico, biológico e antrópico.

O sistema de evolução de uma unidade de paisagem reúne todas as formas de energia que, reagindo dialeticamente entre si, determinam a evolução geral dessa paisagem. Considera-se que as unidades geoambientais são os resultados da combinação do potencial ecológico, da exploração biológica e da ação da sociedade, interagindo dialeticamente umas sobre e com as outras.

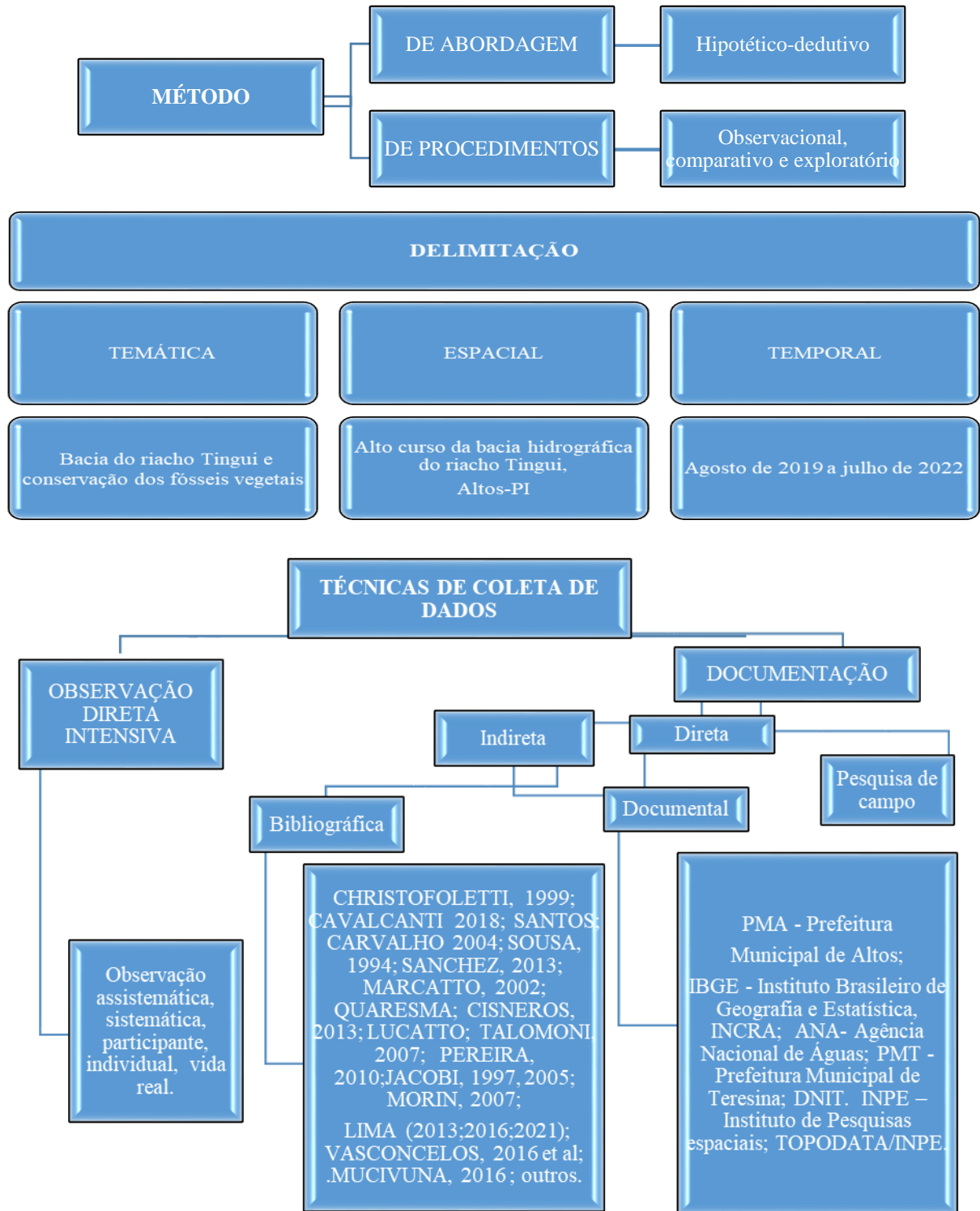
Desta maneira, optou-se pelo método de abordagem hipotético-dedutivo que segundo Prodanov; Freitas (2013), a pesquisa científica, com abordagem hipotético-dedutiva, inicia-se com a formulação de um problema e com sua descrição clara e precisa, a fim de facilitar a obtenção de um modelo simplificado e a identificação de outros conhecimentos e instrumentos, relevantes ao problema, que auxiliarão o pesquisador em seu trabalho.

De acordo com o método de Popper, toda investigação tem origem num problema, cuja solução envolve conjecturas, hipóteses, teorias e eliminação de erros; por isso, Lakatos e Marconi (2007) afirmam que o método de Popper é o método de eliminação de erros. “O método hipotético-dedutivo desfruta de notável aceitação, em especial no campo das ciências naturais. Nos círculos neopositivistas, chega mesmo a ser considerado como o único método rigorosamente lógico.” (GIL, 2008, p. 13).

¹⁵ No contexto da Pandemia do Novo Coronavírus (Covid-19), iniciada oficialmente em março de 2020, onde tivemos a suspensão das aulas presenciais, passando a serem no formato remoto com videoconferência em algumas plataformas como o *Google Meet*, *Google classroom* (*google* sala de aula), não foi possível a realização de pesquisas nas entidades devido ao fechamento das mesmas, bem como às restrições de circulação e de contato entre pessoas e sem perspectiva de mudança da sociedade em um curto período de tempo, sendo possível a realização de pesquisas pontuais no formato presencial apenas em setembro de 2021.

O esquema representativo da pesquisa mostra sucintamente os procedimentos metodológicos desenvolvidos na pesquisa (Figura 8)

Figura 8 - Esquema representativo do ciclo metodológico da pesquisa.



Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021)

A inoperância das instituições em todo curso do ano de 2020 e grande parte do ano de 2021 pelas circunstâncias já relatadas, a coleta de dados e as aplicações metodológicas da pesquisa, tornou-se inviável a aplicação de entrevistas e/ou questionários, mesmo que em número reduzido. Assim, as plataformas da internet e *sites* de diversas instituições foram essenciais para a coleta de dados, onde apenas no segundo semestre de 2021 foi possível ocorrerem contatos de forma presencial em órgãos públicos, já que estes não forneceram dados através de contato remoto de modo que com muitos desafios, conseguiu-se estabelecer o cumprimento inicial dos objetivos propostos no trabalho.

Contudo o método de procedimentos observacional foi de grande valia para a realização desta pesquisa, bem como os métodos comparativo e exploratório, esses últimos principalmente nas etapas de realização de procedimentos de campo e análise da coleta de dados. Destaca-se que a coleta de dados de forma presencial ocorreu na Biblioteca João Bastos, Prefeitura Municipal de Altos, Secretaria de meio ambiente e Secretaria de educação, ambas instituições na cidade de Altos, as demais coletas de dados ocorreram de forma remota.

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, isto foi importante pois evidenciou com clareza o objeto de estudo. 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, dissertações, livros, artigos e *sites* de internet que tratam sobre a temática que foi desenvolvida. Tais procedimentos foram necessários afim de proporcionar o devido embasamento necessário para o presente estudo, fundamentando-se principalmente em teóricos que auxiliaram na construção e compreensão da pesquisa.

Dessa forma, a leitura de Cavalcanti (2018), Christofolletti (1999); Santos, Carvalho (2004); Sousa (1994); Dolianiti (1948); Guerra (2006); Albuquerque (2018); Suertegaray (2018); Marcatto (2002); Sanchez (2013); Quaresma, Cisneros (2013); Tucci (2006); Lucatto e Talomoni (2007); Mendes (2006); Lima (2013; 2016; 2021); Moraes, Vasconcelos (2016); Jacobi (2003); Brilha (2005), Nascimento, Ruchkys e Matesso-Neto (2008), Sachs (1993); Pereira (2010) Lakatos e Marconi (2003), Prodanov e Freitas (2013) entre outras, 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 despretenhoso, 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 identificada 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 aflorante, (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 e as queimadas muito frequentes na região principalmente no mês de setembro, dado sobretudo à produção de carvão e ao preparo da terra para o plantio das roças, 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; base geológica; hidrografia; hipsométrico; declividade, tipos de solos e de cobertura vegetal, perfil topográfico e de relevo, mapa de uso e cobertura do solo, dados pluviométricos.

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.

O quadro a seguir (Quadro 1), mostra informações acerca da base de dados, dados de geoprocessamento, programas de geoprocessamento, utilizados na pesquisa para a construção dos mapas produzidos e utilizados na pesquisa.

Quadro 1 – Bases de dados e produtos cartográficos da pesquisa (Continua)

BASE DE DADOS	DADOS	PROGRAMA DE GEOPROCESSAMENTO	PRODUTOS DERIVADOS
IBGE https://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/bases-cartograficas/cartas.html	Folha SB23-geol; Folha SB23-pedo-escala; Folha SB23-vege. 1:250.000-2018 Malhas digitais-2019 Sedes municipais - 2015	QGis 2.18.1 - análise e geoprocessamento	Mapas de Litologia; Solos; vegetação Mapa de Localização
ANA https://metadados.ana.gov.br/geonet/work/srv/pt/main.home	Bacia hidrográfica do rio Parnaíba – Sistema de drenagem - 2017	QGis 2.18.1 - análise e geoprocessamento	Mapa de rede hidrográfica
INCRA https://www.acervo.fundario.incra.gov.br/acervo/acv.php	Arquivos vetoriais de assentamentos	QGis 2.18.1 - análise e geoprocessamento	Localização Ride Teresina e Assentamento
DNIT https://www.gov.br/dnit/	Arquivos vetoriais de rodovias	QGis 2.18.1 - análise e geoprocessamento	Mapa de localização
INPE https://www.webmapit.com.br/	Arquivos raster da Missão SRTM Folha 05_435_ZN	QGis 2.18.1 – análise e geoprocessamento ArcGis – elaboração dos perfis topográficos	Mapa de hipsometria; mapa de declividade e mapa de perfis topográficos
INPE https://www.dgi.inpe.br/CDSR	Imagem Landsat 8, composição RGB – (654), com resolução espacial de 30 metros	QGis 2.18.1 - Geoprocessamento Google Earth-análise e coleta de pontos de controle	Mapa de uso e cobertura
GOOGLE EARTH PRO https://www.google.com/earth/	Imagens de satélite disponíveis de forma gratuita no software Google Earth. Data da Imagem: 15/05/2021	QGis 2.18.1 – 2021 Geoprocessamento	Mapa de localização dos troncos fossilizados
GOOGLE EARTH PRO https://www.google.com/earth/	Imagem de satélite disponíveis de forma gratuita no software google Earth. Data da imagem 11/04/2021	Geoprocessamento Google Earth – análise da imagem	Mapa de acesso à Floresta Fóssil de Altos

GOOGLE EARTH PRO https://www.google.com/earth/ .	Imagem de satélite disponíveis de forma gratuita no software google Earth. Data da imagem 05/04/2021	Geoprocessamento Google Earth – análise da imagem	Imagens de satélite e fotografias mostrando aspectos do extrativismo mineral de Plintita (Piçarra), alto curso da bacia do riacho Tingui; Mapa de acesso aos troncos fósseis; Mapa da nascente do riacho Tingui; Roteiro 1 – Teresina –Altos (Floresta Fóssil de Teresina - Floresta Nacional de Palmares Altos/PI – Floresta Fóssil de Altos – Altos/PI); Roteiro 1 – Teresina –Altos (Floresta Fóssil de Teresina - Floresta Nacional de Palmares Altos/PI – Floresta Fóssil de Altos – Altos/PI)
Edição cartográfica - Lima (2022)	Classificação do relevo – Lima (2022)	QGis 2.18.1 - Geoprocessamento	Mapa de unidades de relevo

Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022)

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 curso 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 aconteceram as palestras nos meses de novembro e dezembro, com os alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, Unidade escolar Prefeito

Cézar Augusto Leal Pinheiro, 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.

Como forma de contribuir para o envolvimento da população local no reconhecimento e valorização da floresta fóssil do município de Altos como patrimônio natural e ambiental brasileiro, no dia 2 de novembro de 2021 foi realizada a 1ª reunião Tratativa da criação dos corredores ecológicos no entorno da Floresta de Palmares, intitulada “ Mosaicos e Corredores Ecológicos com Flona Palmares” e a possível criação da Unidade de Conservação Floresta Fóssil bem como possíveis roteiros geoturísticos e ecológicos como forma de divulgar o patrimônio e possibilitar a geração de renda adicional para a população local. A reunião contou com o administrador da Flona Sr. Gaspar da Silva Alencar representante do ICMBio, pesquisadores e várias lideranças locais, como encaminhamento da mesma ficou acertado a ocorrência de outras reuniões com representantes da secretaria de meio ambiente de Altos e representantes da sociedade civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de localização da área de estudo, estabeleceu-se dois percursos, o primeiro realizado a partir da cidade de Altos pela BR 343 no sentido Teresina, em seguida segue-se por uma estrada vicinal de acesso ao bairro Baixão dos Paivas, percorre-se cerca de 15,5 km até chegar aos primeiros afloramentos fósseis (Figura 9), na localidade Brejo São Benedito.

Outro acesso também pode ser realizado no sentido Teresina - Altos pela BR 343. 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 10).

A partir da UFPI, registra-se aproximadamente 5 km até a rotatória do bairro São Cristóvão (Figura 10), seguindo a primeira saída em direção a cidade de Altos, pela BR 343, registra-se a cerca de 32,5 km até o cruzamento com a estrada de ferro da Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), no povoado Vista Alegre, município de Altos. 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 o povoado Barrinha, percorre-se mais 2 Km até o povoado Brejo São Benedito. Segue-se o ramal da estrada para a esquerda e chega-se à Floresta Fóssil de Altos.

Figura 9 - Mapa de acesso à Floresta Fóssil de Altos, a partir da Igreja Matriz de São José



Fonte: Google Earth (imagem do dia 04 de abril de 2022). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Figura 10 - Mapa de acesso a Floresta Fóssil de Altos, a partir do campus da UFPI, Teresina-PI



Fonte: Google Earth (imagem do dia 04 de abril de 2022). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

4.1 Caracterização geoambiental da área de estudo

A caracterização geoambiental de uma bacia hidrográfica pode revelar as principais características ambientais que compõem a paisagem na atualidade e em tempos pretéritos, indicando, por exemplo, o grau de vulnerabilidade e as suas potencialidades.

Neste capítulo será identificada a importância do estudo dos elementos bio-físicos para a análise integrada da paisagem e seu mapeamento. Essas análises devem ser realizadas levando em consideração as formas de apropriação do homem e a atual configuração ambiental. Nesse sentido, ocupa lugar de destaque a análise dos fatores físicos da paisagem como a geomorfologia, a hidrografia, a vegetação, geologia, o solo, a drenagem, hipsometria, a declividade e os índices pluviométricos.

Neste contexto, apresenta-se a caracterização geoambiental do alto curso da bacia do riacho Tingui, afluente do rio Poti e a existência de fósseis vegetais do período permiano da era paleozóica. Nessas estruturas, encontram-se ricos patrimônios arqueológico e paleontológico (LIMA, 1982) e de uma floresta fóssil com troncos fossilizados (VASCONCELOS *et al.*, 2016).

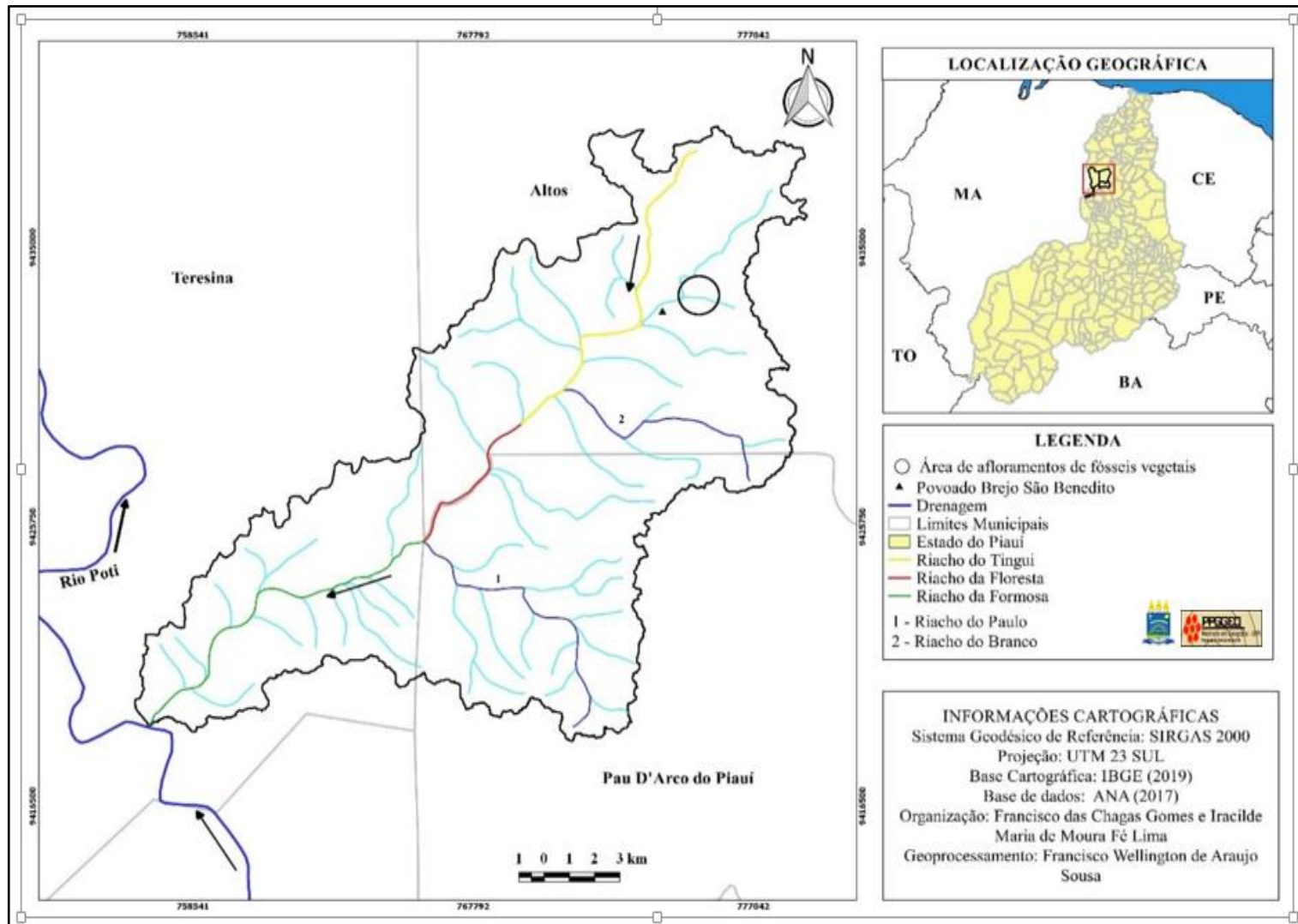
Tendo em vista que os rios são importantes agentes de enculturação das formas de relevo onde se instalam as bacias hidrográficas, na medida em que a erosão dos leitos, o transporte e a distribuição dos sedimentos no canal fluvial afetam toda a área da bacia, o estudo da dinâmica de canais fluviais contribui como subsídio ao planejamento e gestão do espaço (CUNHA, 1998).

A rede de drenagem do riacho Tingui é do tipo endorréica, isto é, deságua no rio Poti nas proximidades do povoado boquinha, zona rural de Teresina e compreende três municípios do território Entre Rios, suas águas são distribuídas no sentido nordeste (montante), sudoeste (jusante) a seguir: Altos, Pau D'arco do Piauí e a capital Teresina.

Os exemplares fósseis identificados afloram pela própria dinâmica da bacia nas encostas íngremes das colinas no alto curso do riacho Tingui, afluente da margem direita do rio Poti em uma área próxima à nascente, a bacia é de classificação difusa. A nascente, está situada acerca de 180 m de altitude entre as coordenadas 5° 7'47" S; 42° 32'33" Oeste, tendo uma extensão de 212,78 km² e o rio com extensão de 30,73 km.

Ao longo do percurso do rio, percebe-se que o mesmo recebe três topônimos assim distribuídos: das nascentes ao médio curso riacho Tingui, do médio até às proximidades do baixo curso, riacho Floresta; em todo o baixo curso, riacho Formosa. Destaca-se dois rios de primeira ordem no alto curso, o riacho do Branco e no baixo curso, riacho do Paulo (Figura 11).

Figura 11 - Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2019); ANA (2017). Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

No alto curso da bacia, constatou-se um intenso processo erosivo, com destaque para a erosão laminar e fluvial, pois se observa o escoamento espreado no local formando um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno, originando as veredas. A erosão laminar ocorre através do escoamento superficial difuso da água da chuva, quando o escoamento se concentra através de linhas de fluxo bem definidas podem gerar as seguintes feições lineares: sulcos, ravinas e voçorocas (JORGE, 2021). O escoamento superficial difuso é responsável pela erosão das vertentes que, encontrando condições favoráveis de evolução, faz recuar as encostas mais íngremes, principalmente nos locais de maior rarefação da vegetação (LIMA, 1982).

Para Lima (2013), os processos que acontecem da foz em direção à montante, podem contribuir para que ocorra o “reco das vertentes, alargamento dos fundos dos vales e isolamento de pequenos morros residuais no seu interior da bacia”. Assim, a evolução das encostas ocorre predominantemente por erosão regressiva, com incisão vertical e erosão lateral dos vales, além dos movimentos de massa. Além da própria ação humana, os agentes intempéricos e o período chuvoso concentrado principalmente de janeiro a maio, contribuem para alargar o vale do rio, o que propicia o afloramento dos fósseis nas vertentes, uma vez que isto pode ser peculiar dessa área de alto curso do rio, ao contrário da Floresta Fóssil do Poti em Teresina onde os afloramentos ocorrem essencialmente no leito do rio.

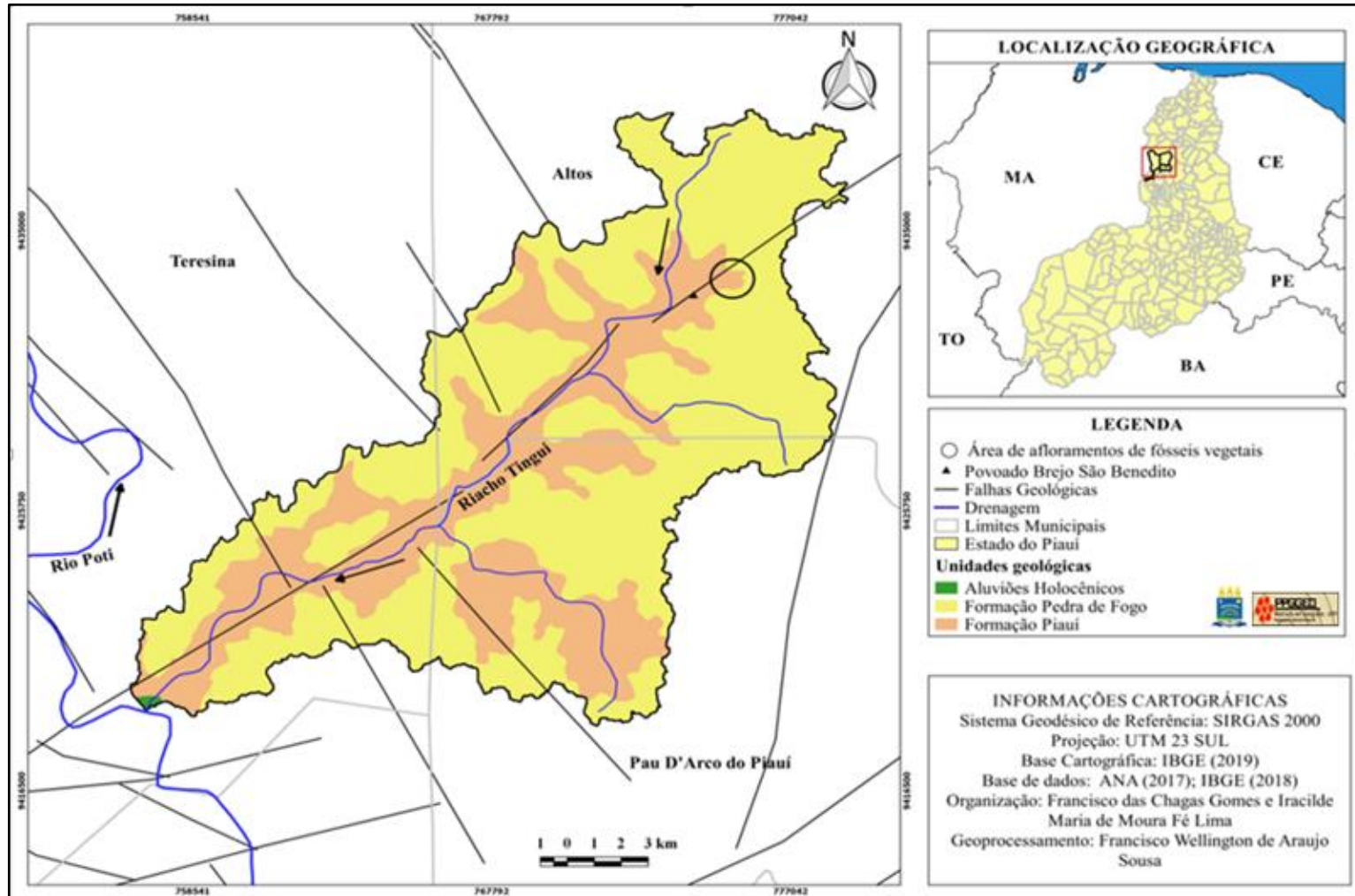
Alguns fósseis podem ter sido rolados do seu local de origem devido à erosão fluvial, ou pela própria força de gravidade e ação antrópica. Esses fatores podem alterar a contabilização da quantidade dos fósseis. Além disso, existem ainda variados fragmentos fósseis dispersos nesse ambiente, podendo ocorrer outros registros que ainda encontram-se soterrados.

As nascentes do riacho Tingui e conseqüentemente os fósseis catalogados estão na Formação Pedra de Fogo (P), datada do período Permiano, último período da era Paleozóica, a cerca de 280 milhões de anos, onde nestes ambientes podem apresentar características como sedimentação cíclica constituída de intercalações de arenitos finos, siltitos, folhelhos e bancos carbonáticos contendo abundantes níveis e concreções de sílex e madeira silicificadas, principalmente *gymnospermas*, já identificados na formação Pedra de Fogo.

As formações geológicas que compreendem a área da bacia hidrográfica do riacho Tingui, são a Formação Pedra de Fogo com 138,15 km², ou seja, 64,92% de toda a área da bacia; a Formação Piauí¹⁶ que ocupa 74,40 km², ou seja, 34,96% e por último os Aluviões Holocênicos que abrange 0,23 km², ou seja, cerca de 0,12% da bacia (Figura 12).

¹⁶ Formação Piauí - corresponde a depósitos continentais e litorâneos, sob condições de severa aridez, representados por arenitos, folhelhos e calcários (Góes & Feijó, 1994), e posicionados no Pensilvaniano por Daemon (1974), Campanha & Rocha-Campos (1979) e Dino & Playford (2002).

Figura 12 - Mapa de geologia da bacia hidrográfica do riacho Tingui.



Fonte: IBGE (2018). ANA (2017). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

Em termos percentuais, os terrenos das formações Piauí e Pedra de Fogo, possuem peculiaridades datam da mesma Era geológica (paleozoica), a litoestratigrafia, pertencem ao mesmo grupo (Balsas), quanto ao Período geológico e as características minerais diferem. Enquanto a Formação Piauí se insere no Período Carbonífero, a Formação Pedra de Fogo está inserida no Período Permiano.

Na área de estudo, as duas são mais abundantes, onde somadas correspondem exatamente a 99,88% de toda cobertura da bacia (Tabela 1), enquanto os aluviões holocênicos são pouco expressivos e correspondem apenas a 0,12% km² da cobertura da bacia.

Os terrenos aluvionares (Figura 13) como areais constituídos, predominantemente, por sedimentos detríticos colúvio-eluviais, compostos por areias de cores variadas e granulação fina e grosseira, e os terrenos de detrito-lateríticos como sedimentos semi-consolidados a incoerentes, mal classificados, de matriz areno-argilosa com seixos de quartzo, caulim e limonita dispersos, com coloração, em geral, amarelada e avermelhada em função da infiltração de óxido de ferro e areias com níveis de argilas e cascalhos e crosta laterítica. (LIMA, LEITE 1977). Estes sedimentos são comuns no encontro do rios Tingui e Poti, dado principalmente aos processos de lixiviação.

Tabela 1 - Unidades Litológicas da área da bacia do riacho Tingui

Unidades Litológicas	Sigla	Área km ²	Cobertura (%)
Formação Pedra de Fogo	P12pf	138,15	64,92
Formação Piauí	C2pi	74,40	34,96
Aluviões Holocênicos	J2pb	0,23	0,12
Área total		212,78 km ²	

Fonte: IBGE (2018). ANA (2017). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022)

A Bacia do Tingui, concentra expressiva erosão em relação à estratigrafia, ocorrendo intenso processo de intemperismo, salvaguardado pela vegetação que exerce forte influência na estabilidade do ambiente pela contenção de material que poderia ser lixiviado e transferido das encostas, graças a vegetação existe forte controle na contenção de material.

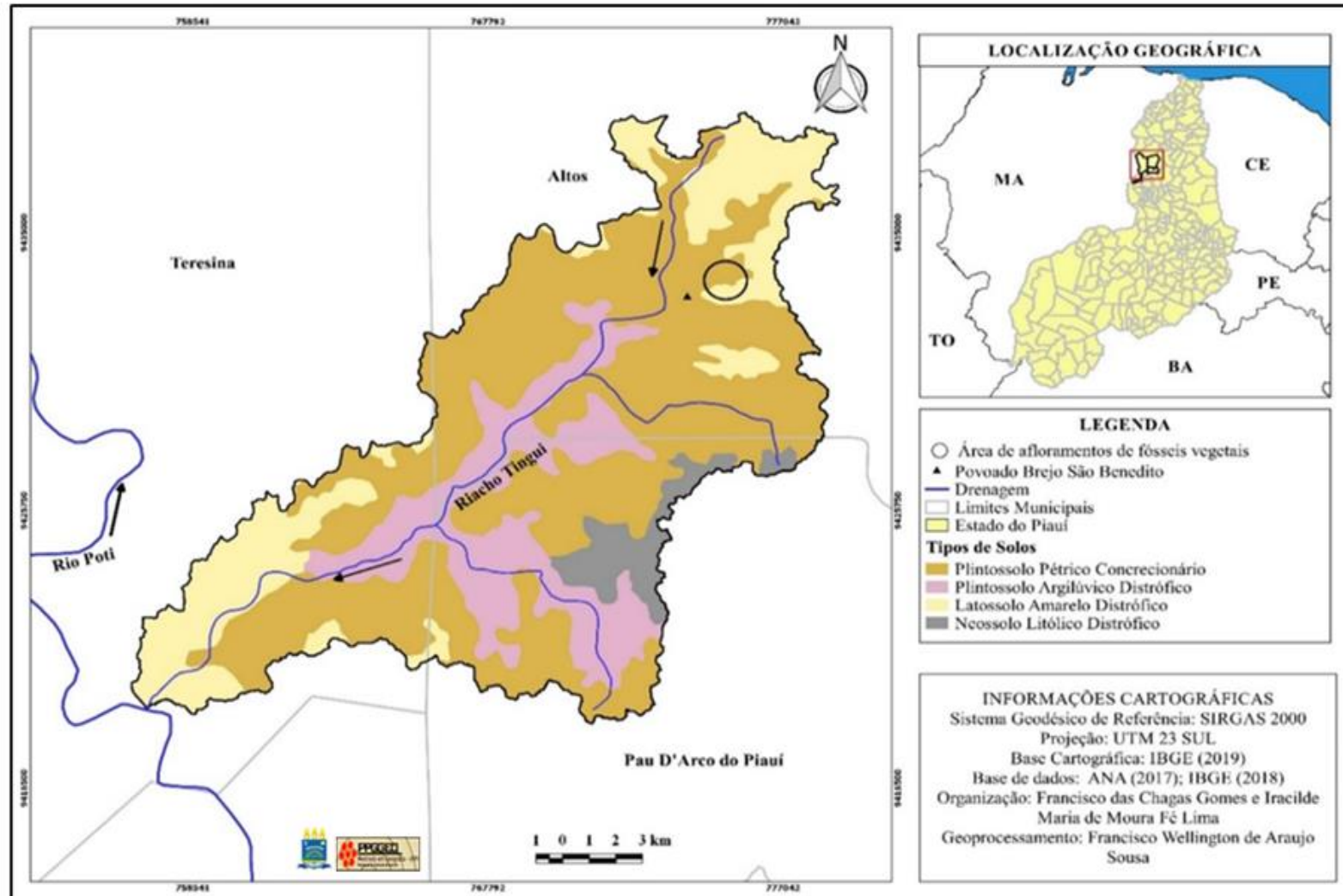
Ocorre incisiva formação de matacões de arenito, que são produzidos pelo processo de intemperismo químico, conhecido como esfoliação esferoidal ou pelo desgaste de blocos

arrastados por correntes fluviais com blocos de tamanhos (variando entre 20 e 40 cm) na margem esquerda do riacho Tingui no alto curso, grande afloramento de arenitos próximo à nascente, e no decorrer da mesma, propiciando a existência de solos hidromórficos¹⁷, halófilos, constatado principalmente pelo tipo de vegetação encontrado nestas áreas principalmente as ciperáceas que se adaptam perfeitamente em ambientes úmidos e pantanosos.

As encostas e os topos das vertentes possuem características distintas por apresentarem morros residuais drenados pela pluviosidade, apresentam características diferentes quanto ao tipo de solo, estes variam de acordo com os elementos constituintes e também está associado à sazonalidade das chuvas.

¹⁷ Apresenta baixa (distróficos) fertilidade natural, podendo também apresentar problemas com acidez (pH muito baixo) e teores elevados de alumínio, de sódio (salinos) e de enxofre (tiomórficos). Com relação às características físicas, são solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais. A proximidade com os rios limita o uso agrícola desta classe de solos, sendo, também, área indicada para preservação das matas ciliares.

Figura 13 – Mapa de Classes de Solos da bacia hidrográfica do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2020). ANA (2017). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araujo Sousa (2021)..

Destaca-se na área da bacia os Classes de solos: plintossolo pétrico concrecionário, cerca de 57,55%; plintossolo argilúvico distrófico, 18,30%; todos provenientes da segregação localizada de ferro, que atua como agente de cimentação (EMBRAPA, 2006). Latossolo amarelo distrófico, 19,55%; e Neossolo litólico distrófico, 4,60% (Figura 13).

A Classe Plintossolo Pétrico concrecionário corresponde a mais de 50% da área da bacia, distribuído de maneira irregular, sendo que as maiores concentrações ocorrem nas porções noroeste e leste do terreno, acompanhando juntamente com a Classe Plintossolo argilúvico distrófico (FTd) boa parte do leito do riacho Tingui, enquanto a subordem Neossolo Litólico distrófico (RLd) está concentrada na porção leste, justamente na área dos limites da bacia, adentrando o município de Pau D'arco do Piauí.

Nas áreas dos troncos fossilizados identificados ocorre nitidamente Classes Plintossolo com predomínio da subordem Latossolo Amarelo distrófico (LAd), distribuídos nos três municípios que compreendem a bacia do riacho Tingui (Figura 13).

Os Plintossolos, usualmente pobres quanto à fertilidade natural e, devido ao impedimento, à mecanização e à penetração de raízes, representada pelas concreções, são normalmente utilizados com pastagens. Os Latossolos são profundos, bem drenados e com baixa capacidade de troca de cátions, com textura média ou mais fina (argilosa, muito argilosa) e, com mais frequência, são pouco férteis. Os Neossolos são solos com presença de horizonte superficial, com boa estrutura, bom teor de carbono, mas de baixa fertilidade, quando no terceiro nível categórico são classificados como distróficos (EMBRAPA 2006).

Tabela 2 - Quantificação percentual das Classes de Solo da área da bacia do riacho Tingui

Classes de solo	Sigla	Área km ²	Cobertura (%)
Plintossolo Pétrico Concrecionário	FFc	122,48	57,55
Plintossolo Argilúvico Distrófico	FTd	38,88	18,30
Latossolo Amarelo Distrófico	LAd	9,83	19,55
Neossolo Litólico Distrófico	RLd	41,59	4,60
Área total		212,78 km ²	

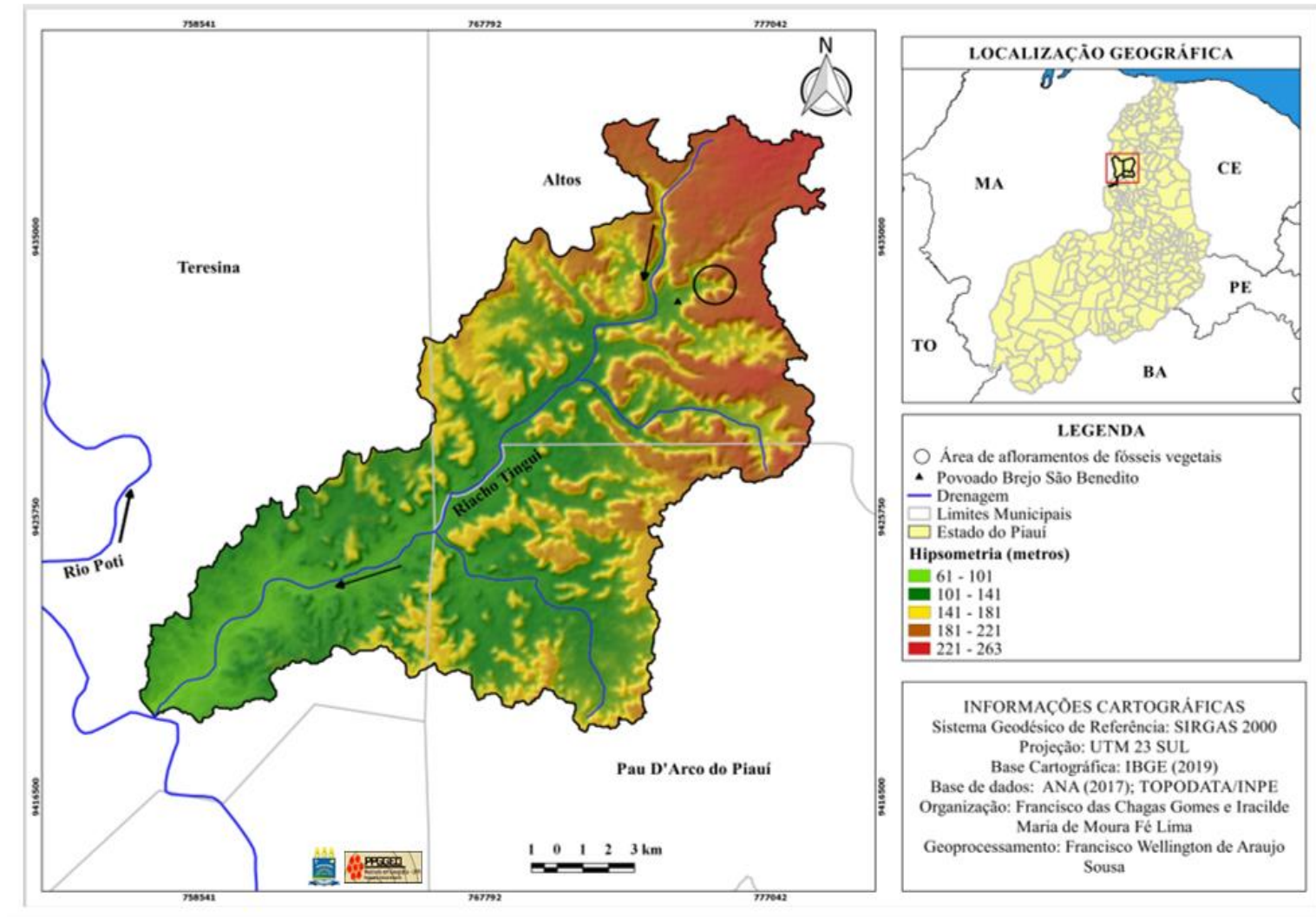
Fonte: IBGE (2018). ANA (2017). EMBRAPA (2006). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Os terrenos da bacia do Tingui, são identificados em cinco níveis topográficos assim distribuídos: 61 a 101 metros (15,77%), 101 a 141 metros (37,60%), 141 a 181 metros (20,65%), 181 a 221 metros (14,30%) e 221 a 263 (11,68%), (Tabela 3). A maior cota altimétrica registrada para a área, de 263 metros ao sul do município de Altos e 61 metros por quase todo o percurso do riacho Tingui, incluindo sua foz junto ao rio Poti em Teresina (Figura 14). O primeiro compartimento apresenta variação altimétrica de 61-101 metros e o último 221-263 metros.

Na análise da hipsometria buscou-se inicialmente a identificação do alto curso do riacho Tingui onde se faz referência aos aspectos relacionados aos fósseis vegetais desta bacia que como identificado anteriormente está vinculada às encostas das vertentes, em condições diferentes daqueles exemplares encontrados em Teresina, cujos diâmetros são possivelmente maiores e que não se encontram em baixas altitudes o que pode ser explicado do ponto de vista de sua localização.

As altitudes do alto curso encontram-se entre 61 e 263 metros. Ressalta-se que as nascentes do riacho Tingui estão a aproximadamente 180 metros de altitude. Na área dos fósseis os terrenos sofrem alterações, dado principalmente ao trabalho erosivo de ordem fluvial. Nestas áreas registra-se altitudes que variam do nível da base do relevo local, cerca de 61 metros, a níveis de altitudes mais elevadas, podendo em muitos casos serem observados fósseis nas altitudes de 141 a aproximadamente 190 m. (Figura 14)

Figura 14 - Mapa de hipsometria da bacia hidrográfica do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2019); ANA (2017). TOPODATA/INPE, 2021. Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araujo Sousa (2021).

Tabela 3 - Hipsometria da bacia hidrográfica do riacho Tingui

Classes	Metros	Área km ²	Cobertura (%)
1	61-101	33,13	15,77
2	101,1-141	78,97	37,60
3	141,1-181	43,37	20,65
4	181,1-221	30,05	14,30
5	22,1-263	24,52	11,68

Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). INPE, 2021. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

A declividade do terreno contribui para o escoamento das águas, pois quanto maior for o trecho em declive, maior será o escoamento da água pela superfície, arrastando ou deslocando outros materiais para os recursos hídricos superficiais, o que acarreta na qualidade da água, na infiltração e nos processos erosivos fluviais e pluviais e no tipo de vegetação, contribuindo para a formação do solo e pode servir como indicador de vulnerabilidade e uso dos recursos disponíveis.

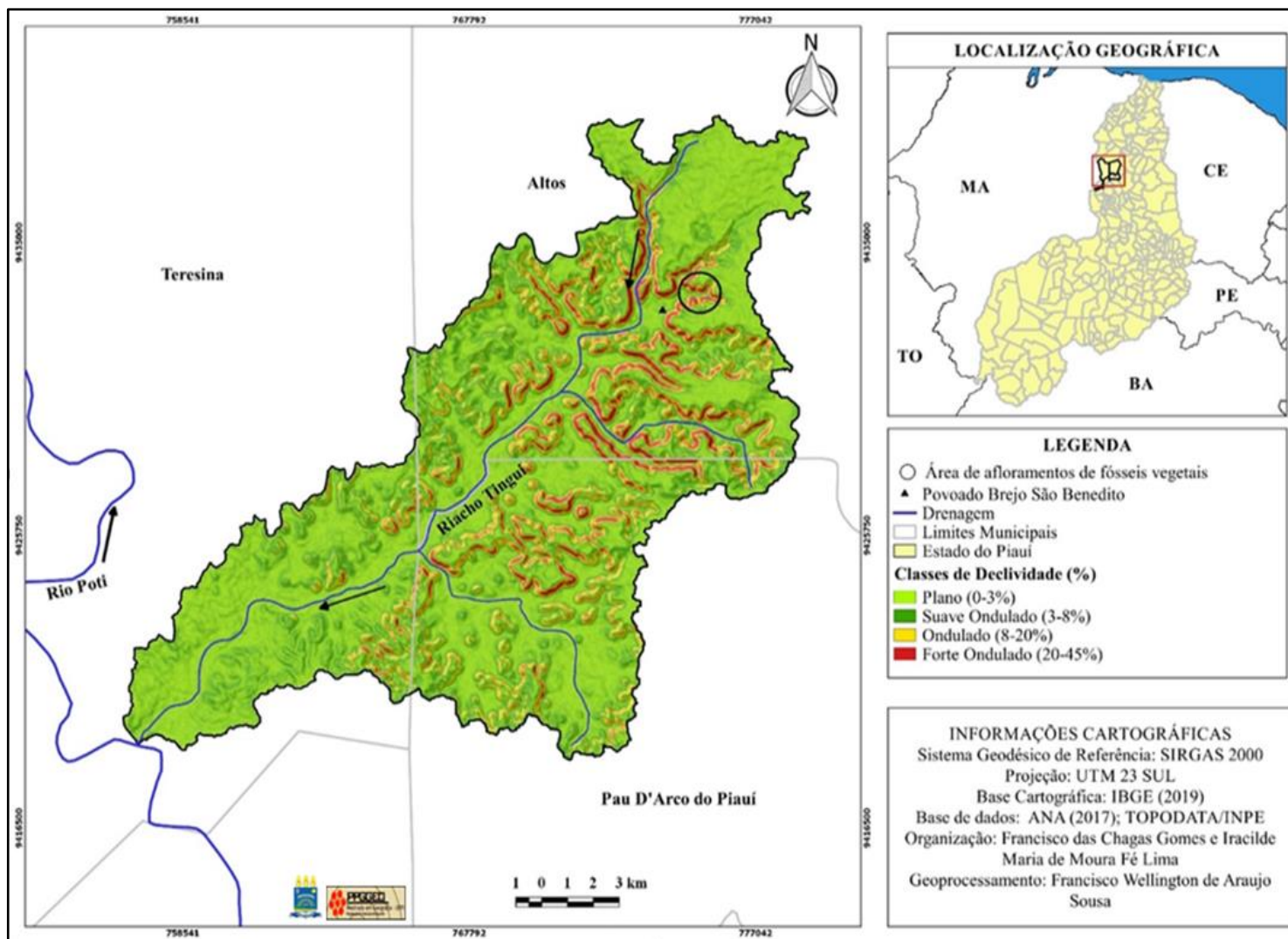
A bacia hidrográfica do riacho Tingui, quanto à declividade (Figura 15) apresenta quatro classes assim distribuídas: plano, cerca de 47,71%; suavemente ondulado ocupando 24,76%; declividade ondulado correspondendo 24,03%; forte ondulado que abrange 3,50%. (Tabela 3).

As áreas de registros fósseis, especificamente no alto curso da bacia se caracterizam por apresentarem variações que podem ser percebidas nas Classes de declividade como sendo Suave, Ondulado e Forte ondulado.

Os maiores percentuais de declividade, acima de 45%, estão concentrados, principalmente no sul de Altos, área que apresenta as maiores altitudes variando entre 101 a 280 metros nas áreas de encostas, onde se encontram boa parte dos afloramentos dos fósseis estudados.

A classe predominante na bacia é Plano, com cerca de 97,17 km de extensão, correspondendo a uma área de cobertura de 47,71%. Enquanto a Classe de menor destaque é Forte Ondulado, com 7,10 km, com uma cobertura de apenas 3,5% da área da bacia. (Tabela 4).

Figura 15 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do riacho Tinguí



Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). INPE, 2021. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araujo Sousa (2021).

Tabela 4 – Declividade da bacia hidrográfica do riacho Tingui

Classes	Classes de Declividade	Intervalos de Valores	Área km ²	Cobertura (%)
1	Plano	(0-3%)	97,17	47,71
2	Suave Ondulado	(3-8%)	50,42	24,76
3	Ondulado	(8-20%)	48,94	24,03
4	Forte Ondulado	(20-45%)	7,10	3,50

Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). TOPODATA/INPE, 2021. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

A área de estudo está inserida na Região geomorfológica do Centro-Norte do Piauí, no Domínio Morfoestrutural Bacia Sedimentar Paleozoica do Parnaíba, localizado na Província Parnaíba, classificação atual do relevo piauiense proposta por Lima (2021).

As unidades de relevo da referida área de acordo com essa proposta são: Baixos Planaltos do Centro-Norte, Superfície Sedimentar Dissecada com Morros Residuais e os Vales e Planícies do Centro-Norte (Figura 16).

A bacia do Tingui apresenta no alto curso um relevo composto por baixos planaltos com altimetria que varia de 101 a 263 metros, (Figura 15), apresentando como características marcantes topos tabulares, relevo sedimentar, com superfícies sedimentares dissecadas com a presença de morros com características residuais, constituídos principalmente de solos do tipo Plintossolos e Latossolos, onde se verifica terrenos das duas formações geológicas Pedra de Fogo (P) e Piauí.

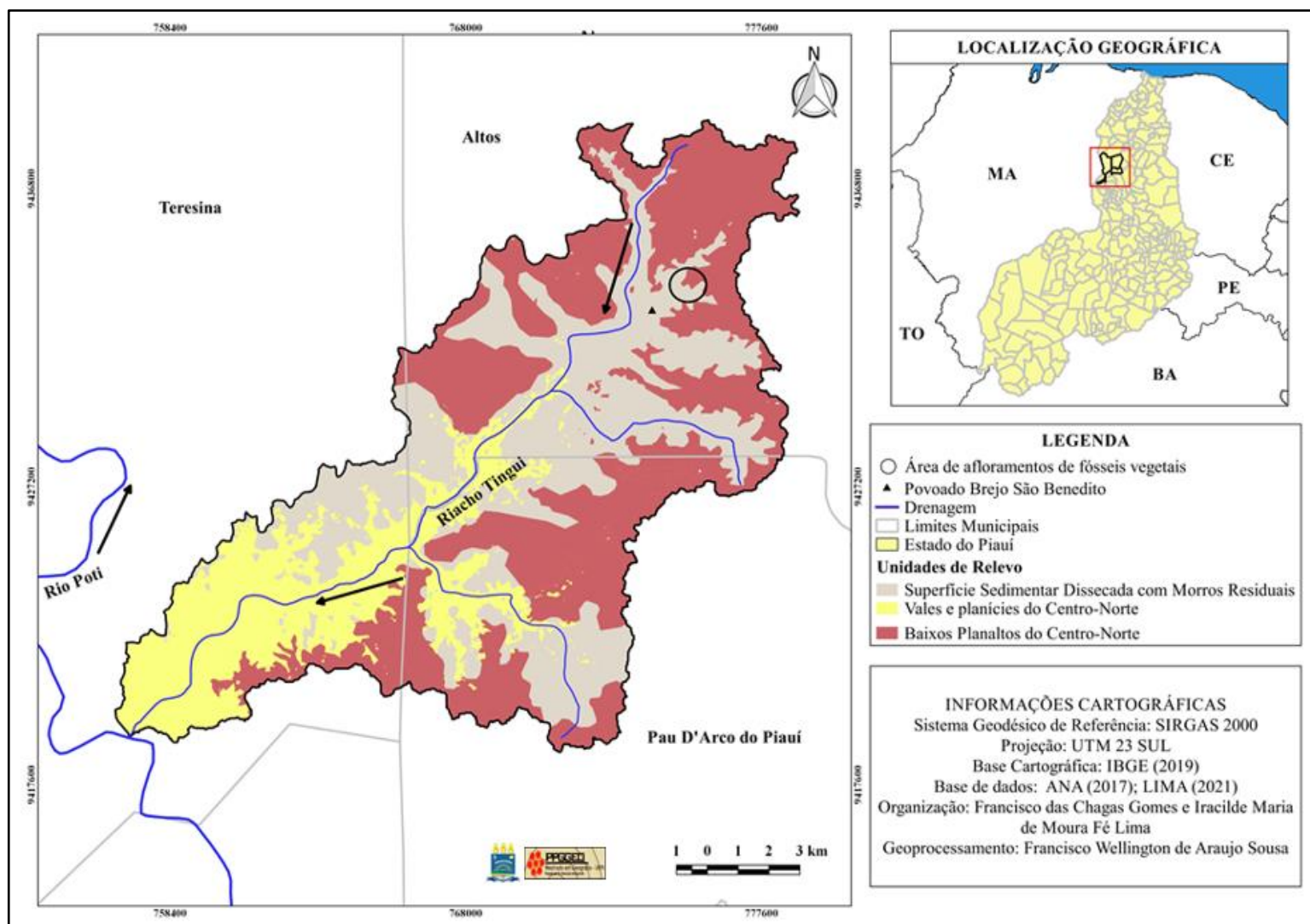
A maior concentração de terrenos com as cotas altimétricas (Figura 15) mais elevadas da área se localizam na porção sudoeste de Altos. Esta região que compreende as nascentes do riacho Tingui é conhecida como “Região das serras¹⁸”, com topônimos regionais como Serra dos Madalenos, Serra do Meio, Serra Negra, Montanhas e Serra do Brejo. Tem parte expressiva de seu território coberta por um conjunto de planaltos e sequencias de morros residuais elevados, limitados por escarpas íngremes, que se caracterizam, segundo a classificação adotada para a declividade, como relevo fortemente ondulado e ondulado. Neste conjunto de planaltos, está situado o divisor

¹⁸ Local mais elevados da bacia hidrográfica do riacho Tingui. Recebem várias denominações locais.

topográfico de um conjunto de subbacias hidrográficas locais, afluentes dos rios Parnaíba, Poti e Longá e que do ponto de vista da vegetação é composta especificamente pela Floresta Semidecidual estacional (Figura 16).

A dissecação (desnudação) do relevo pela drenagem, resulta no alargamento dos vales dos rios à medida que se aproxima da foz e no nivelamento por deposição sedimentar de superfícies de altitudes mais baixas e o aparecimento de feições provavelmente mais resistente ao desgaste erosivo tais como as colinas íngremes nas porções mais elevadas do terreno. Este trabalho seguramente faz com que a presença dos fósseis seja maior. A deposição por sedimentos ocorre principalmente do médio ao baixo curso do rio (no sentido nordeste-sudoeste da bacia), visto que nessa área percebe-se a predominância de vales e planícies constituídos por Latossolo amarelo distrófico, típicos dessas áreas de deposição fluvial (Figura 13).

Figura 16 – Mapa de unidades de relevo da bacia do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). LIMA (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021)..

Em termos percentuais os Baixos Planalto do Centro-Norte são a unidade de relevo de maior expressividade com 42,87%, abrangendo uma área de 91,33 km²; seguido pela Superfície Sedimentar Dissecada com Morros Residuais, 34,5% (73,50km²) e por último pelos Vales e Planícies do Centro-Norte com 22,58% (48,06 km²) (Tabela 5).

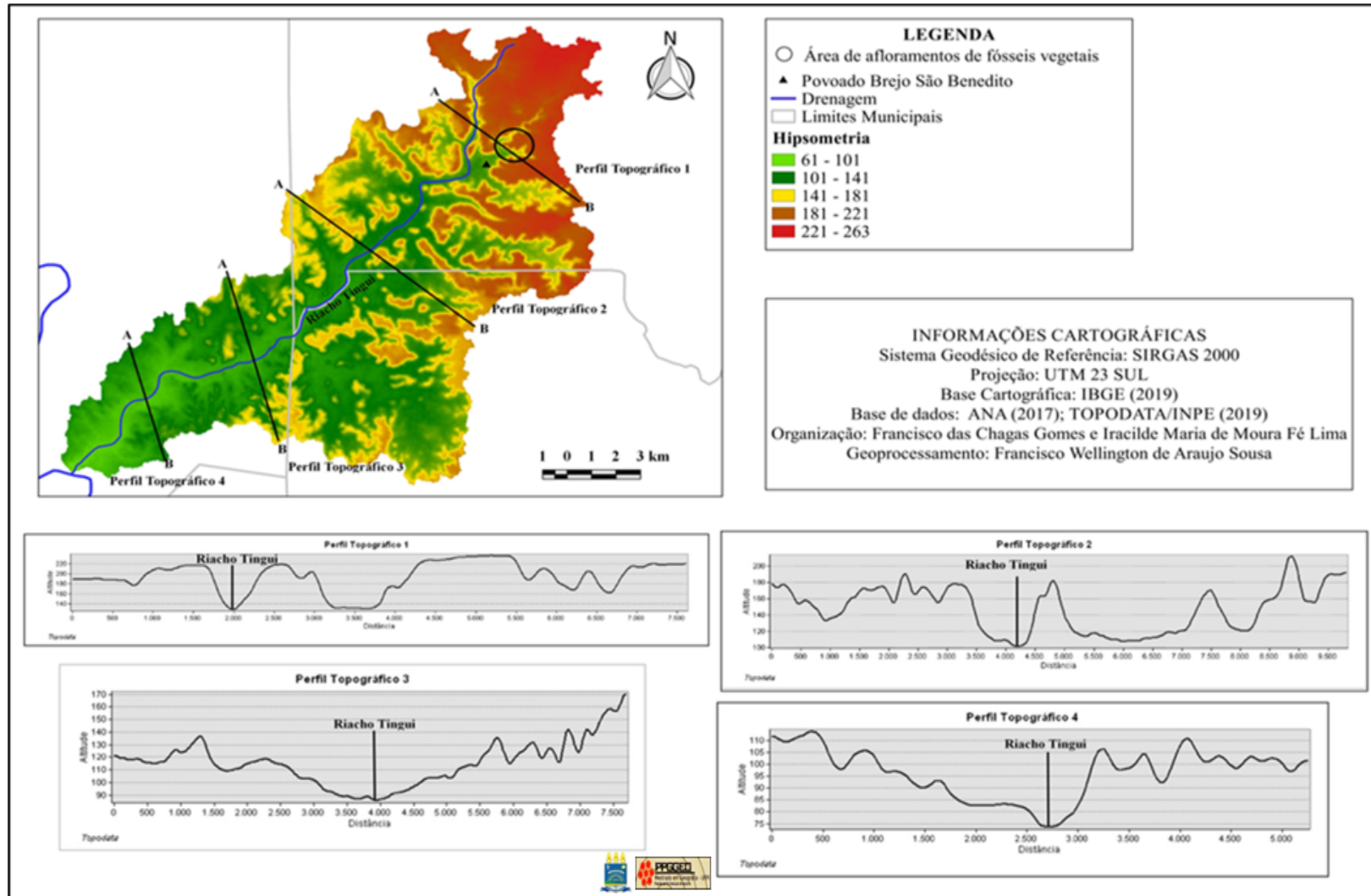
Tabela 5 – Unidade de relevo da bacia hidrográfica do riacho Tingui

Unidades	Área km²	Porcentagem (%)
Superfície Sedimentar Dissecada com Morros Residuais	73,50	34,55
Vales e Planícies do Centro-Norte	48,06	22,58
Baixos Planaltos do Centro Norte	91,33	42,87
Total		100%

Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). LIMA (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

Com base no perfil topográfico (Figura 17) na área de estudos baseados nos dados de hipsometria e declividade, tracejou-se quatro perfis topográficos da bacia do riacho Tingui (Quadro 2). Dessa forma, os perfis foram distribuídos segundo a base do terreno intervalos de 500 metros e altitudes que variam segundo hipsometria de 60 a 263m de altitude.

Figura 17 – Mapa de perfil topográfico da bacia do riacho Tingui



Fonte: ANA (2017). TOPODATA/INPE (2019). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

Quadro 2 – Perfis topográficos da bacia hidrográfica do riacho Tingui

Perfil 1	Apresenta o trecho horizontal que passa pela área de estudo no alto curso do riacho e as áreas de ocorrências dos fósseis. 7500m no terreno; registro das cotas mais elevadas variando de 101 a 263 m altitude, abrange terras do município de Altos. Pontos mais elevados nos extremos do perfil, menores cotas: leito do riacho Tingui e povoado Brejo, aproximadamente (60 m). Relevo ondulado e fortemente ondulado.
Perfil 2	Trecho de maior extensão 9500m no terreno. Inicia no limite de Teresina com Altos, passando por Altos e finalizando em Pau D'arco do Piauí. Maiores cotas podem atingir de 140 a 210 m de altitude, menores cotas no leito do riacho Tingui e cotas no trecho de 6000 e 6500 no terreno. Relevo plano e suavemente ondulado e ondulado.
Perfil 3	Abrange áreas da bacia apenas no município de Teresina, as cotas são as mais modestas de todos os perfis apresentados, apresentando cotas mais elevadas nos dois extremos do perfil, maiores altitudes podem variar entre aproximadamente 120 e 170 m altitude. Menores cotas no terreno entre 3000 e 4000 metros, podem apresentar altitudes máximas de 90 m. Relevo Plano e suavemente ondulado
Perfil 4	Abrange áreas da bacia apenas no município de Teresina, as cotas mais elevadas pouco ultrapassam 120 m de altitude, relevo plano.

Fonte: ANA (2017). TOPODATA/INPE (2019). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

Considerando os aspectos relacionados à vegetação conforme classificação adotada, a bacia do riacho Tingui possui os seguintes tipos de vegetação: Floresta Estacional Semidecidual 19,84% (42,23 km²), Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria 33,22% (70,70 km²), Savana Estépica Arborizada com Palmeiras 0,42% (0,86km²), Pastagens 46,52% (99,00 km²)

Do ponto de vista fitogeográfico, na bacia do Tingui e no seu entorno, apresenta um complexo de formações fisionômicas, formadas por agrupamentos de espécies nativas do Cerrado, da Caatinga e de Floresta, caracterizando-se pela condição de transição morfoclimática definida (AB'SABER 2003).

No alto curso da bacia, especificamente nas porções nordeste e leste, há o predomínio da Floresta Estacional Semidecidual, sendo uma vegetação pertencente ao bioma da Mata Atlântica (Mata Atlântica do Interior), ocasionalmente também no cerrado. (PEREIRA *et al*, 2011).

Esta vegetação pode estar condicionada a dupla estacionalidade climática: uma estação com chuvas intensas de verão, seguidas por um período de estiagem, além disso a decidualidade, ou seja, a perda das folhas (caducifólia), perdem entre 30-50 % das folhas por cerca de dois a três meses no ano e está condicionada a duas razões principais, as temperaturas mínimas e máximas e a deficiência do balanço hídrico. Na bacia aparecem

fortemente nas áreas com predomínio de Latossolos com relevo de superfícies dissecadas e entre morros residuais, abrangendo principalmente nas áreas circundantes aos fósseis, nos municípios de Altos e Pau D’arco do Piauí.

A savana ou cerrado apresenta a maior formação vegetal do Brasil, com grande diversidade fisionômica e florística, que é o resultado de um grande complexo ambiental (solo, clima, geologia, geomorfologia), de clima tropical apresentam as características distintas, a Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria (Sas), (Figura 18), são encontradas nas porções sul e sudeste da bacia nos municípios de Altos, Teresina e Pau D’arco do Piauí e tem como características formações florestais que seguem rios de pequeno porte, formando corredores fechados (galerias), com presença expressiva de babaçuais e carnaubais.). Estas formações são matas permanentes, ou seja, nestas regiões não ocorrem a queda significativa de folhas durante a estação seca, como ocorre com a Vegetação Estacional Semidecidual. As savanas Estépicas Arborizadas com Palmeiras aparecem principalmente em áreas úmidas por com pouca frequência no extremo leste da bacia no município de Pau D’arco do Piauí, em áreas de clima tropical semiárido.

Nas porções oeste e noroeste da bacia, a vegetação nativa sofreu ao longo do tempo diversas modificações nas feições naturais, principalmente pelas ações antrópicas, estas áreas cederam espaço principalmente para as áreas de pastagens principalmente para bovinos e caprinos, nas áreas de relevo aplainado, nas bases das vertentes dissecadas e sobretudo de topografia suave nos vales e planícies, acompanhando os cursos d’água, com presença marcante nas áreas mais úmidas da bacia. Em muitos casos, dado a existência de áreas deprimidas, percebe-se o surgimento de pequenas lagoas, denominadas de “brejos”, (dessa denominação surgiu o povoado Brejo de São Benedito) que ficam expostas o ano inteiro, principalmente nos meses de janeiro a maio (estação chuvosa das áreas de estudo), favorecendo o plantio de capim e cana-de-açúcar que adicionado a outros compostos serve de ração para os gados.

A vegetação da área de estudo está condicionada às condições atmosféricas e sistemas locais, que implicam nos regimes pluviométricos e na dinâmica fluvial que singulariza as feições, o que está intimamente relacionado ao uso da terra. Em meio a uma vegetação mista no alto e médio curso da bacia do riacho Tinguí destaca-se a presença de vegetação aciculifoliada, com destaque para o coco babaçu, tucum, buriti e carnaúba e espécies variadas típicas do cerrado, Caatinga e da mata atlântica como a *Copaífera duckel* (Copaíba) da Floresta Amazônica e Mata Atlântica; a (*Inga umbelífera*) - Ingá de Macaco, da Amazônia; (*Tabebuia impetigosa*) Celeiro (Pau d’arco) – Cerrado; (*Myrcianthes Gigantea*) - Araçarana, típica de

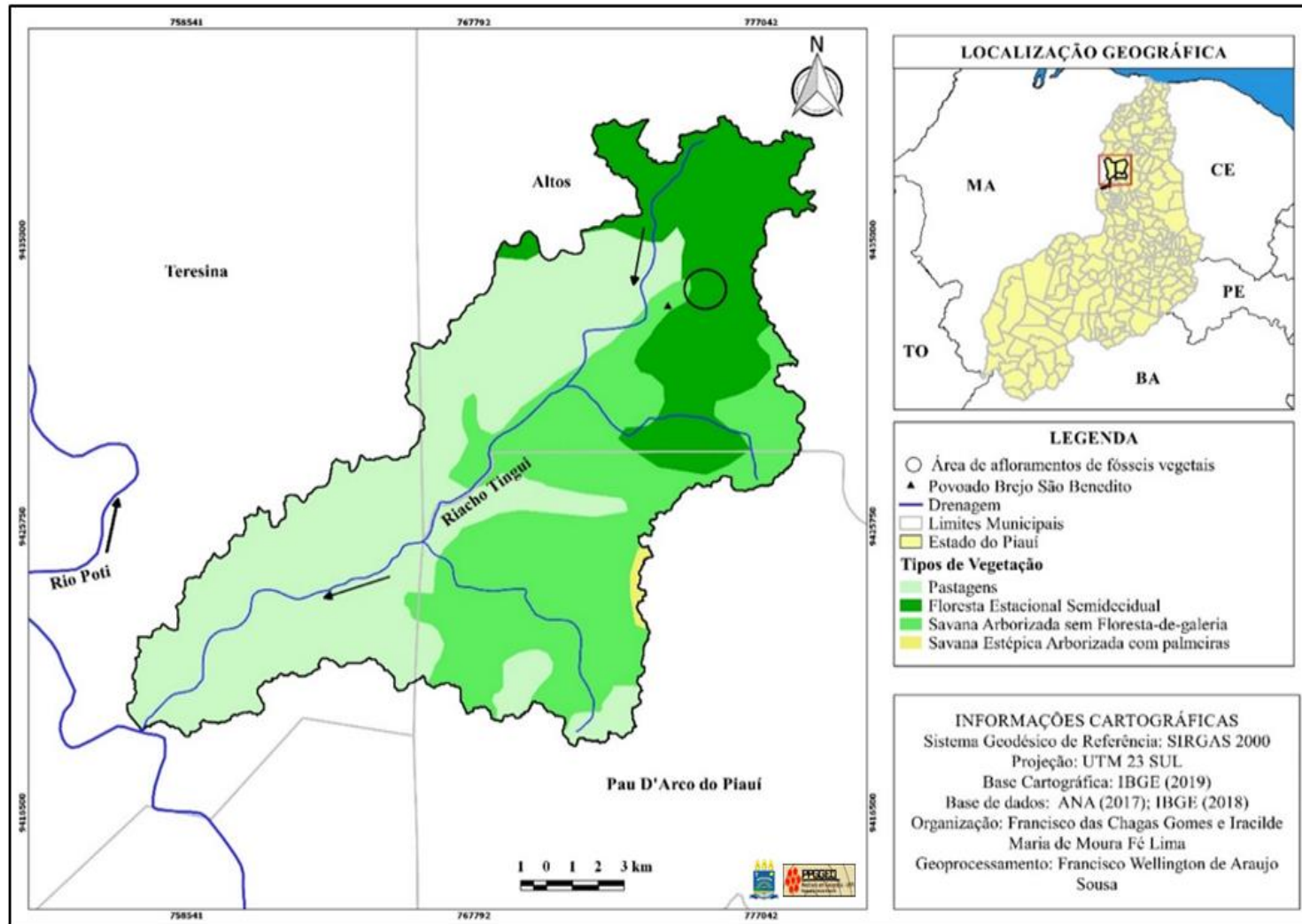
Floresta semidecidual; (*Cenostigma Macrophyllum Tul*) – Caneleiro, Cerrado; a (*Riodocea pulcherrima*) – Jenipapo, da Mata Atlântica, a (*Secondatia floribunda*) – Catuaba, do Cerrado e da Caatinga; a (*Sterculia striata*) - Xixá do Cerrado; e a (*Hymenacea courbaril L.*) – Jatobá, *Anadenathera colubrina* (Angico Branco) do Cerrado e muitas outras espécies.

Tabela 6 – Quantificação dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do riacho Tingui

Tipos de Vegetação	Área km²	Porcentagem (%)
Savana Estépica Arborizada com Palmeiras	0,86	0,42
Savana Arborizada sem Floresta-de-Galeria	70,70	33,22
Floresta Estacional Semidecidual	42,23	19,84
Pastagens	99,00	46,52
Total		100%

Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). IBGE (2018). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

Figura 18 – Mapa dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2020). ANA (2017). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021)

As variações fisionômicas da área onde se encontram os fósseis apresentam grandes discrepâncias pelas condições de umidade, solos, relevo e da vegetação, apresentando características diversificadas principalmente quando comparadas àquelas nas áreas dos morros residuais e no interflúvio dos vales, principalmente.

Quadro 3 – Fisionomia dos tipos de vegetação em torno dos fósseis no alto curso bacia hidrográfica do riacho Tingui

Tipo de Vegetação	Características Gerais
<p>Floresta Estacional Semidecidual</p> 	<p>É a formação vegetal predominante na área de estudo, apresenta vegetais de formação de floresta, as árvores podem atingir porte médio e atingir entre 5 e 17 metros de altura. Tem característica caducifólia, isto é, perdem as folhas normalmente entre os meses de outubro a novembro, período mais seco do ano na área. Extrato arbóreo. Presença de cipós em seu caule, estando presentes em relevo ondulado e suavemente ondulado. Área da floresta fóssil.</p>
<p>Savana Arborizada sem Floresta-de-Galeria</p> 	<p>Tipo de vegetação característica de áreas de cerrados, apresentam árvores com troncos e galhos retorcidos, folhas grandes e pequenas e casca grossa, ocupam áreas de morros e terrenos irregulares, podem se desenvolver em condições de média e baixa umidade. São constituídas de extrato arbóreo-arbustivos, apresentam ainda árvores mais distante uma das outras, dificilmente ultrapassam 7 metros de altura. Na foto, área próxima ao povoado Brejo.</p>
<p>Pastagens</p> 	<p>São áreas consideradas antrópicas agrícola ou natural de vocação agrícola e pecuária, de grande importância para a criação de bovinos e ovinos. Nessas áreas tem destaque o capim natural é cultivado, além da cana para a produção de silagem, alimento indispensável para o gado. Nestas áreas o solo tem umidade o ano inteiro devido às chuvas e as ressurgências (brejos), muito comuns na área. Aparecem em solos argilosos e profundos de boa drenagem e nos vales dos morros residuais. Em maior quantidade são também encontrados no baixo curso do rio já o município de Teresina.</p>

As classificações climáticas visam identificar em uma grande área ou região, zonas com características climáticas e biogeográficas relativamente homogêneas. Fornece indicação valiosa sobre as condições ecológicas, potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região. As classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955)¹⁹ utilizam uma escala de índices climáticos definidos com base no balanço hídrico climatológico (BHC) – índice hídrico, índice de aridez e índice de umidade – constituindo as duas metodologias mais clássicas de regionalização climática.

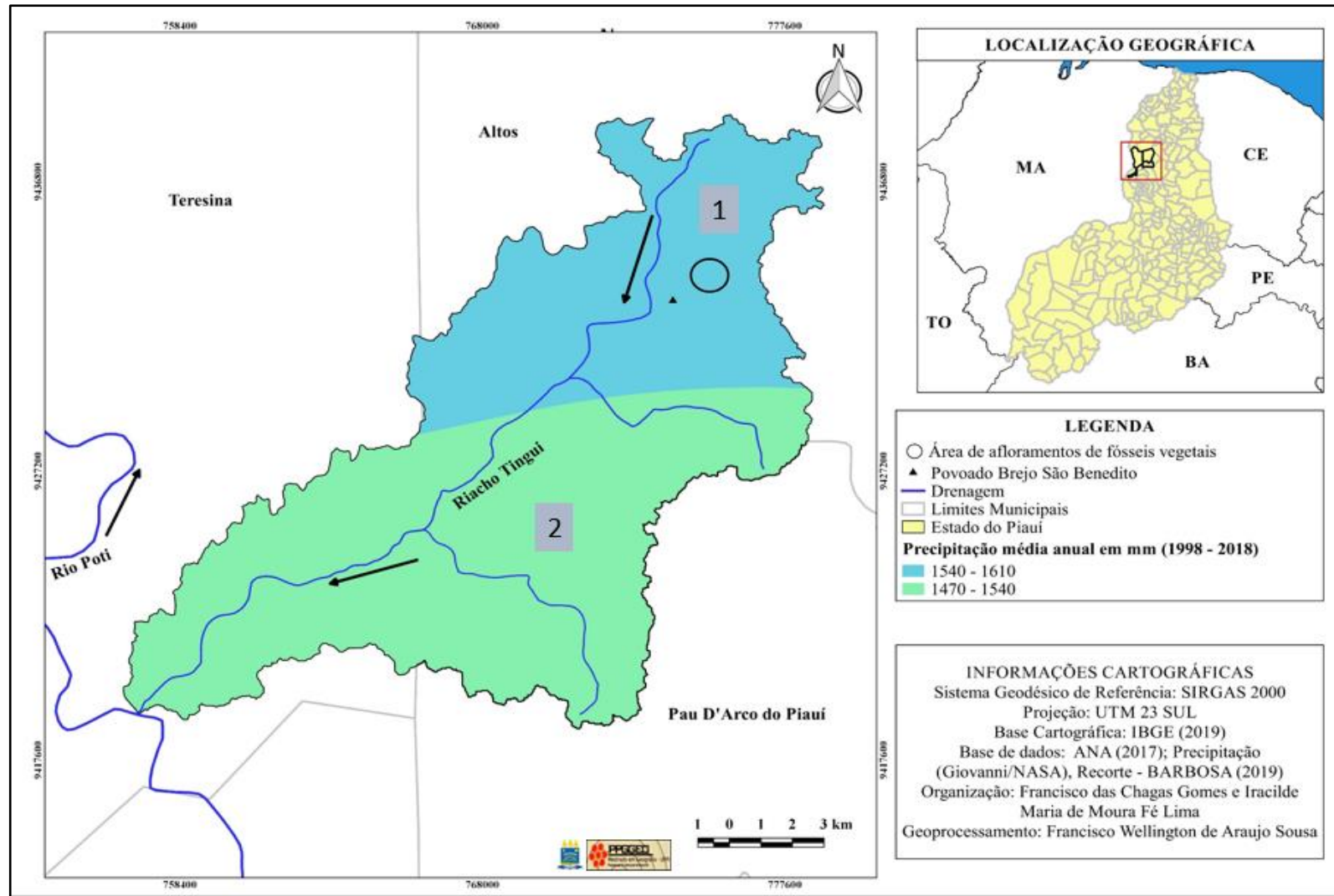
A classificação climática de Thornthwaite & Mather (1955) afere à área de estudos quatro cenários distribuídos ao clima tropical, dependendo da situação apresentada, neste entendimento, destaca-se dois parâmetros para o clima tropical: Úmido-B₁ e Subúmido Seco-C₁ (ANDRADE JÚNIOR, 2007)

O Estado do Piauí está situado entre a Pré-Amazônia Úmida e o Nordeste Semiárido, constituindo-se em uma zona de transição climática, com características desses dois domínios geoambientais. Por isso, os estudos visando sua caracterização climática são muito importantes, notadamente, quanto à delimitação e regionalização da região semiárida do Estado.

Quanto aos aspectos climáticos, a área de estudo está inserida na região Centro-Norte do estado do Piauí apresentando como características peculiares de clima tropical semiúmido e semiárido com altas taxas de insolação, radiação solar, regime pluviométrico marcado pela existência de apenas duas estações do ano bem definidas, onde a primeira é marcada por chuvas intensa e aguaceiros (verão e outono) e a outra por fortes estiagens, (inverno e primavera), que se prolongam pelo restante do ano, o que propicia alta discrepância nas temperaturas. Na área de estudo, o tropical subúmido quente, megatérmico (ANDRADE JÚNIOR, 2007) (Figura 19).

¹⁹ O sistema de classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) permitiu separar eficientemente os climas resumindo as informações geradas com maior clareza demonstrando, dessa forma, capacidade para determinação de zonas agroclimáticas.

Figura 19 – Mapa de precipitação da bacia hidrográfica do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). (Giovanni/NASA), Recorte – BARBOSA (2019). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

Considerando precipitação anual da série histórica de 1998 a 2018 (Figura 19), identifica-se índices pluviométricos distintos na distribuição espacial da bacia, uma vez que a porção do alto curso os índices pluviométricos atingem média anual maior que as áreas de médio e baixo curso (Tabela 5). A área 1 (próximas à Floresta Fóssil) e ao sul de Altos, a mínima registrada foi de 1540mm e a máxima 1610mm, com variação média de 70mm, correspondendo a (36,03%) da área total; A área 2 identificadas nos município de Pau D'arco do Piauí e Teresina, foi a que registrou os menores índices porém a variação média foi a mesma 70mm (63,97%). Nesta área, a mínima registrada foi de 1470mm e a máxima de 1540mm.

Isto indica uma capacidade maior de lixiviação de montante a jusante, coincidentemente com as nascentes do riacho (áreas mais elevadas e íngremes mais elevados da bacia) e com a área de ocorrência dos fósseis o que pode contribuir para processos mais intensos de dissecação dos morros residuais, contribuindo para o mantimento das áreas deprimidas de pastagens, o que pode explicar a formação dos solos aluviões holocênicos na foz do riacho Tingui.

Tabela 7 – Índice de precipitação da série histórica de 1998 a 2018 na bacia hidrográfica do riacho Tingui

Índices pluviométricos	Área km ²	Porcentagem (%)
Área 1 - (1540 – 1610)	76,65	36,03
Área 2 - (1470 – 1540)	136,14	63,97
Total		100%

Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). (Giovanni/NASA), Recorte – BARBOSA (2019). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

As características climáticas mencionadas são controladas pela variação espacial e sazonal da Zona de Convergência Intertropical- ZCIT²⁰, em seu deslocamento norte/sul do equador, pela atuação dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis - VCANs²¹, das formações e

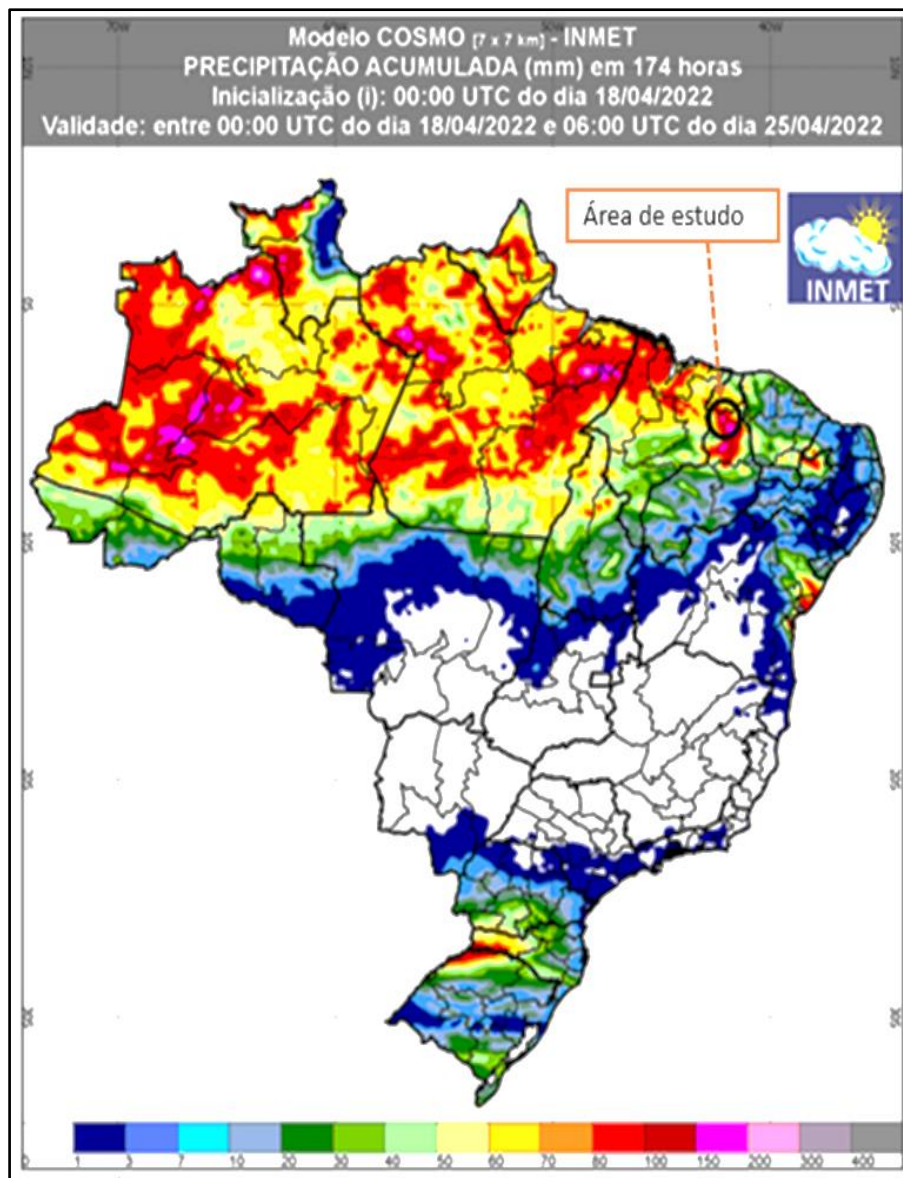
²⁰ A zona de convergência intertropical - ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuando nos trópicos. Devido à sua estrutura física, a ZCIT tem se mostrado decisiva na caracterização das diferentes condições de tempo e de clima em diversas áreas da Região Tropical. O sistema ZCIT produz a maioria das chuvas na região semiárida e lá atua durante os meses de fevereiro a maio. No Sertão, o período chuvoso vai de dezembro a maio com máximos de precipitação durante fevereiro e março.

²¹ Vórtices ciclônicos em altos níveis (VCAN) de origem subtropical atuam sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil por um período de 1 ou 2 dias provocando chuvas e ventos fortes. Um dos primeiros estudos a respeito de VCAN foi feito por Palmer (1951), que documentou a ocorrência de dois casos sobre o Oceano Pacífico Norte.

intensidades das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, além dos ventos de alísios de nordeste. (ANDRADE JÚNIOR, 2004b).

O período é marcado por chuvas intensas, com valores acumulados que podem superar 100 mm diários, a exemplo dos acumulados registrados em janeiro de 2004; abril de 2009; de março de 2018, que atingiram 125, 108, 128 mm, respectivamente (INMET, 2020). A previsão de chuva acumulada entre os dias 18 e 25 de abril de 2022 é apresentada na Figura 20. De acordo com o modelo numérico do INMET, os maiores acumulados são previstos para as Regiões Norte e Nordeste, na área de estudos, ultrapassando 150mm (INMET, 2022).

Figura 20 – Precipitação acumulada no Brasil no dia 25/04/2022

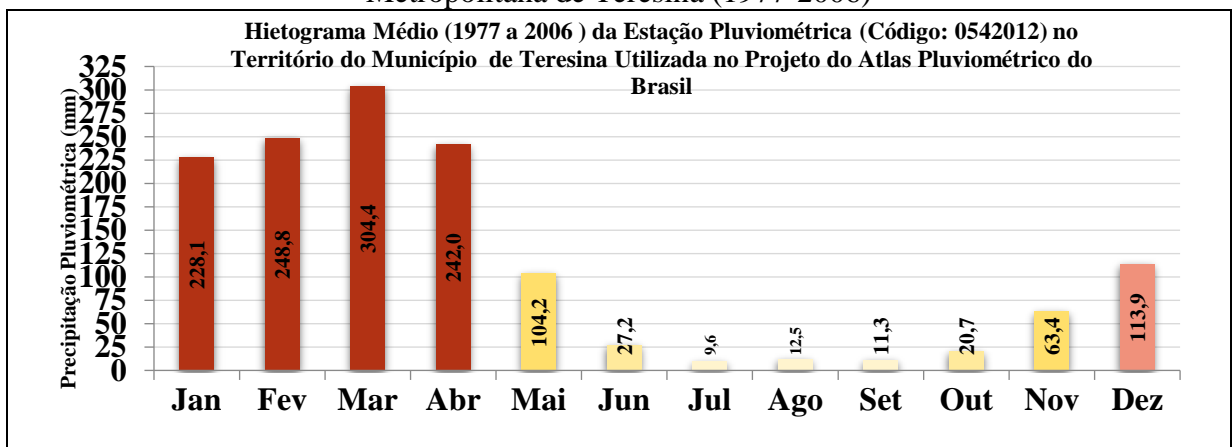


Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (2022)

No período de estiagem os valores acumulados dificilmente chegam a 60mm mensais e as temperaturas podem atingir máximas de 38,4°C, com a sensação térmica passando dos 40°C, principalmente entre os meses de julho a dezembro nos chamados “BR.Ó.BRÓ²²”, com previsão de diminuição das temperaturas a partir de novembro quando se aproxima a estação chuvosa. Os meses mais críticos são setembro e outubro, onde as chuvas diminuem drasticamente, a umidade relativa do ar fica muito baixa (em torno de 12%), Esse volume extraordinário de energia radiante faz com que as temperaturas sejam mais elevadas, contribui para que a umidade relativa decaia, ampliando também os índices radioativos. Este período tem baixa umidade e médias térmicas crescentes (LA NIÑA..., 2020).

Pelo hietograma (Gráfico 1), é possível observar as diferenças de precipitação entre as duas estações do ano, calculados para o período de 1977 e 2006 por acumulados nos meses do ano nos municípios que compõem a região administrativa RIDE Teresina, onde se percebe grande discrepância entre o mês mais chuvoso (março) e o menos chuvoso (julho).

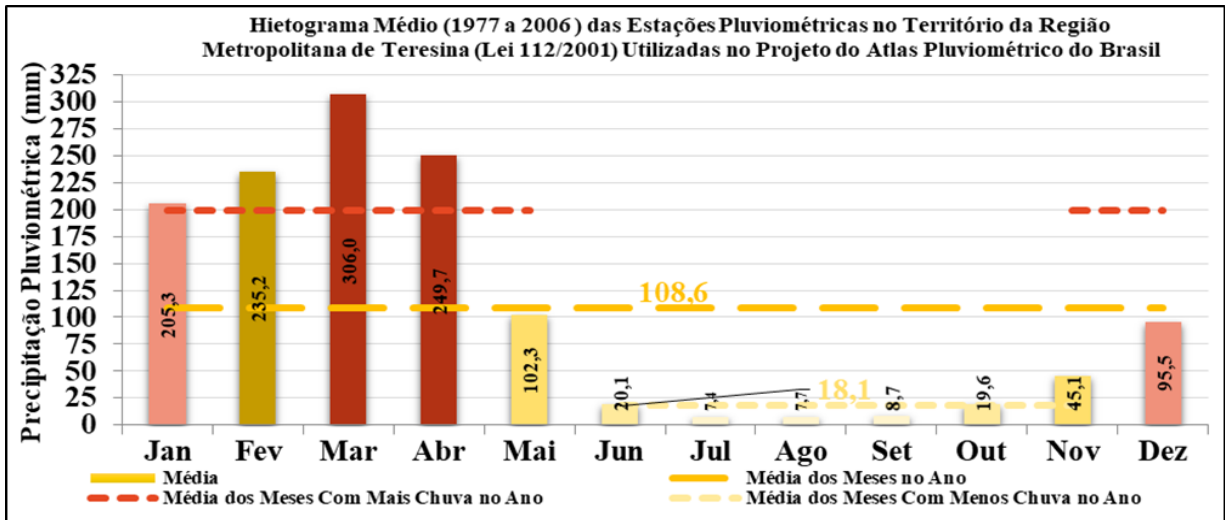
Gráfico 1 - Hietograma de médias pluviométricas mensais do Território da Região Metropolitana de Teresina (1977-2006)



Fonte: Pinto et al. (2011). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

²² Refere-se aos meses mais quentes no Piauí: setembro, outubro, novembro e dezembro. Nesses meses, a temperatura média é de 40° C, contudo já se registrou uma temperatura máxima de 44,7° C.

Gráfico 2 - Hietograma de médias pluviométricas dos meses mais chuvosos e menos chuvosos do Território da Região Metropolitana de Teresina (1977-2006)



Fonte: Pinto et al. (2011). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

O hietograma identifica as medias dos meses mais chuvosos, em torno de 200mm anuais e a média anual dos meses com menos chuvas em torno de 18,1mm anuais.

4.2 Uso e Cobertura das terras do alto curso da bacia do riacho Tingui

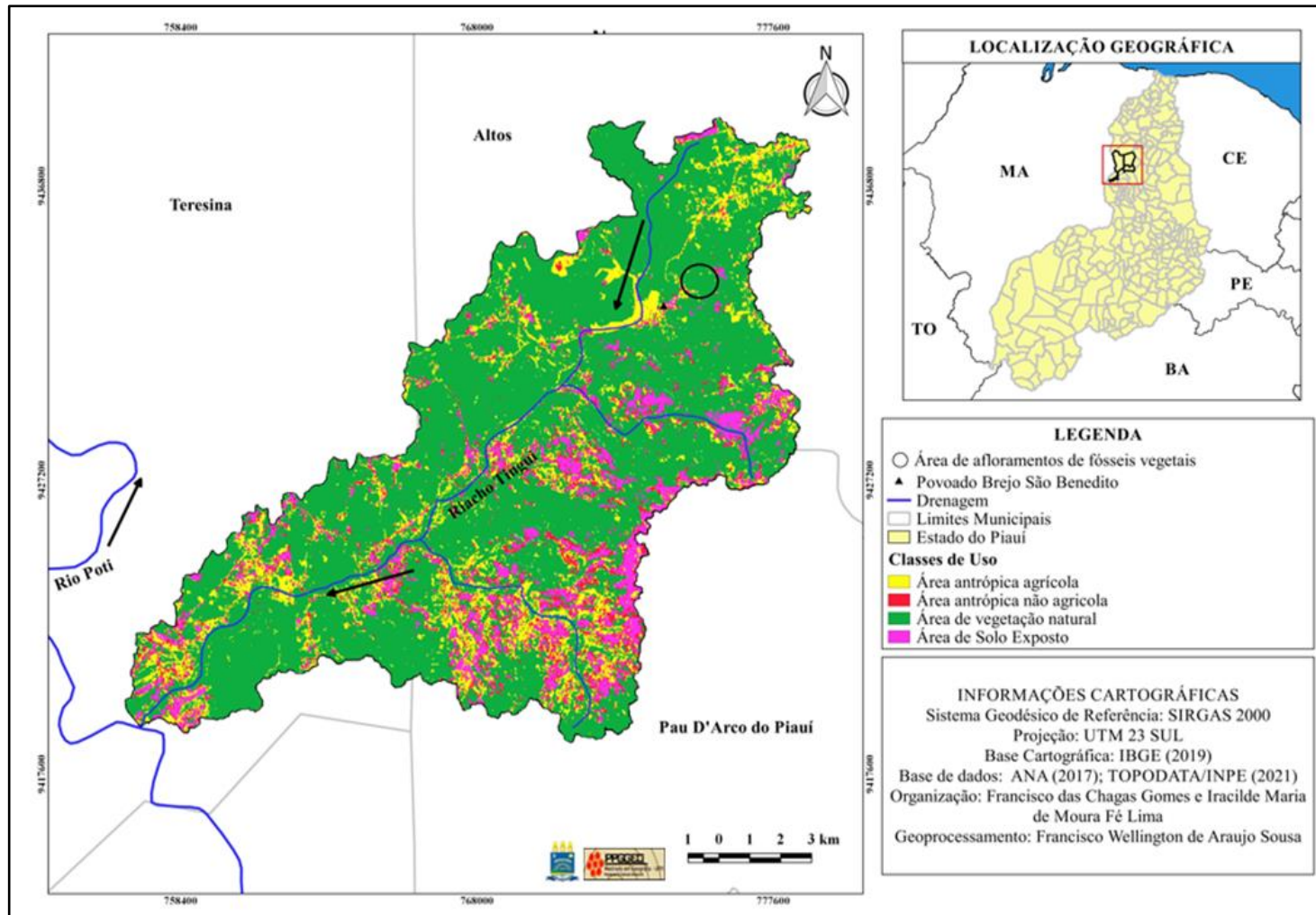
O uso da Terra pode ser entendido como a forma pela qual o espaço geográfico é ocupado pelo homem. Práticas de gestão do território e de uso da terra têm um grande impacto sobre os ecossistemas e os recursos naturais incluindo a água e o solo. O levantamento do uso da terra é importante para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Os primeiros trabalhos de levantamento do uso da terra foram feitos em trabalhos de campo. A partir da década de 1950, iniciou-se o uso de mapeamento detalhado utilizando fotografias aéreas e, posteriormente, imagens de sensores ópticos e de radar (IBGE, 2016).

O mapeamento de uso da terra tem como objetivos gerais o recobrimento da área em termos da classificação dos tipos de uso, a análise dos impactos e a definição dos indicadores da qualidade ambiental (Figura 21). Informação sobre o uso da terra pode ser usada para desenvolver soluções para a gestão de problemas relacionados a recursos naturais como, por exemplo, qualidade da água. O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que o uso desordenado do solo causa a deterioração do meio ambiente. Os processos de

erosão intensos, as inundações, os assoreamentos de reservatórios e cursos d'água são consequências do mau uso do solo.

Com base nas características naturais da área de estudo constituída em grande parte por cobertura de vegetação campestre, com fisionomia de cerrado, caracterizada pela formação de um estrato herbáceo-rasteiro formado principalmente por capim e gramíneas, de vegetação natural com cerca de 72,37 % (154,01km²) da área total da bacia, muito aproveitado para o pastoreio dos animais, principalmente bovinos e caprinos. Isto permite entender que a área possui vocação voltada para atividades econômicas primárias, neste sentido, percebeu-se que as mais importantes são a agricultura, a pecuária intensiva e extensiva e o extrativismo (Tabela 5).

Figura 21 – Mapa de uso e cobertura da bacia hidrográfica do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2019); ANA (2017); INPE (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021). Geoprocessamento: Francisco Wellington de Araújo Sousa (2021).

Na localidade Brejo as práticas de uso da terra apresentam traços rudimentares, sendo levemente mecanizada e quase sempre são aplicadas ao modo de subsistência. Como atividade indispensável aos seres humanos, a agricultura é praticada por quase todos os moradores da bacia e no alto curso, uma vez que as condições do solo e a disponibilidade e abundância de água favorece a produtividade de grãos e leguminosas, como milho, feijão, arroz, mandioca, batata e fava. Produtos que fazem parte da produção municipal (IBGE, 2019).

Tabela 8 – Classes de uso e ocupação da bacia hidrográfica do riacho Tingui

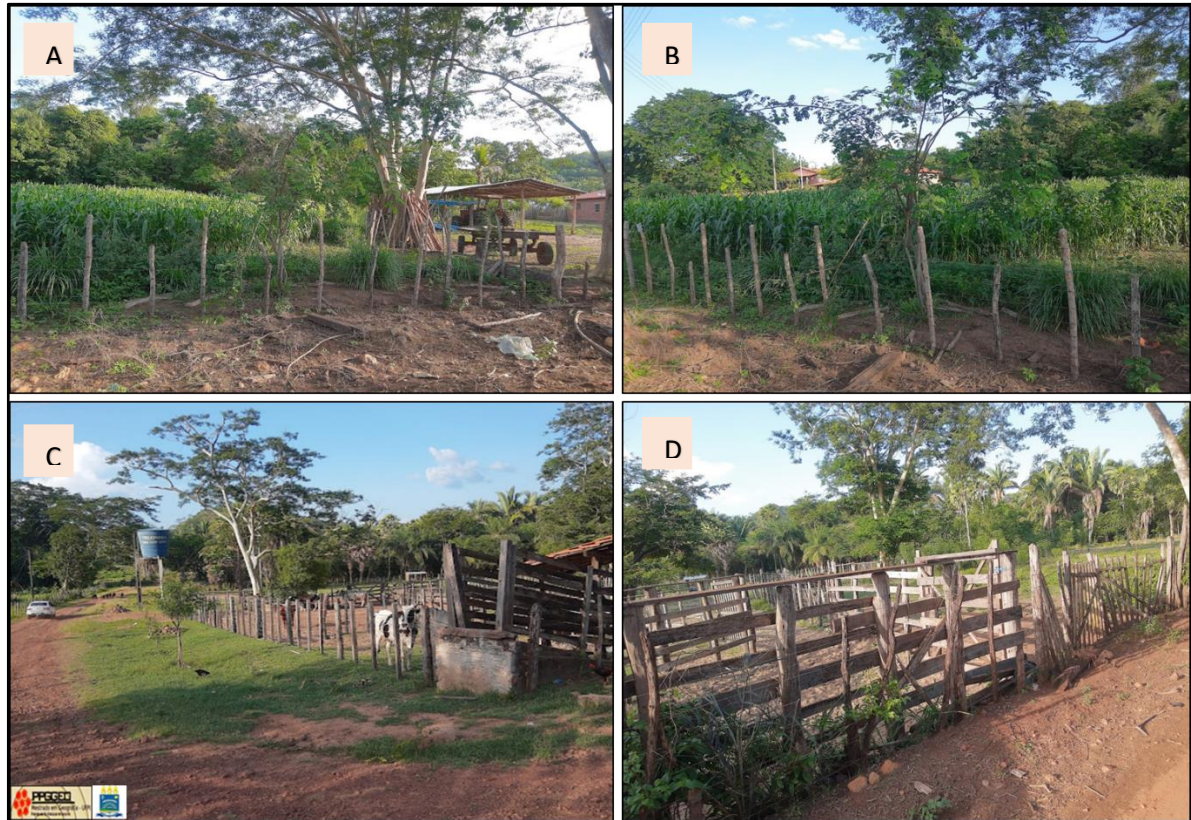
Classes de Uso	Área km²	Porcentagem (%)
Área Antrópica Agrícola	28,11	13,21
Área antrópica não Agrícola	15,84	6,05
Área de vegetação Natural	154,01	72,37
Área de Solo Exposto	17,83	8,37
Total		100%

Fonte: IBGE (2019). ANA (2017). TOPODATA/INPE (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

A pecuária é outra importante atividade econômica praticada em no alto curso da bacia do Tingui, fazendo um paralelo à agricultura, comumente praticada de maneira extensiva. Percebeu-se também que no alto curso da bacia, existem fazendas de gado de corte e leiteiro de pecuaristas que comercializam em Teresina e também em outras localidades do alto curso. Dentre os principais rebanhos estão os bovinos, caprinos, ovinos. Atualmente com expressividade a criação de suínos, por parte de pequenos criadores que utilizam das condições ambientais de solo, vegetação e abundância de água, principalmente acumuladas em lagoas denominadas “brejos” e acompanhando o curso do rio.

Nas áreas de vegetação natural em meio às formações de babaçuais, destaca-se a plantação de cana e capim principalmente nas áreas antrópicas agrícolas com o objetivo principal de produzir silagem, que adicionado a outros nutrientes potencializam a alimentação do gado (Figura 22).

Figura 22 - Fotografias mostrando áreas de cultivo de cana e capim no alto curso da bacia do riacho Tingui



A: Aspecto da agricultura mecanizada e plantação de cana e capim em área antrópica agrícola, com pouca presença de vegetação nativa. B: Plantação de cana e capim em área antrópica agrícola, para o gado. C: Aspecto da pecuária intensiva, com vista à produção de gado de corte e leite em área de pastagem de Floresta Estacional Semidecidual, na saída para a localidade Barrinha. D: Pecuária extensiva em área de pastagem natural em meio à vegetação aciculifoliada de Palmácea, babaçual ao fundo.

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

O extrativismo vegetal tem destaque representado no alto curso da bacia do riacho Tingui, graças às condições de solo, umidade, insolação principalmente pela grande oferta de babaçuais (*Orbignya speciosa*), onde se extrai das amêndoas o azeite de coco principalmente de forma artesanal, das cascas do coco se produz um excelente carvão vegetal muito usado pela população local e também é explorado a palha da carnaúba para a produção de cera que é largamente utilizada nas indústrias automotiva, cosméticos, farmacêutica e construção civil. Além da produção de jacás e derivados, utilizando tabocas e técnicas artesanais na produção. Além disso se produz ainda mel e doces de caju e buriti.

As palmáceas são encontradas principalmente nas áreas de Área de vegetação Natural, nas encostas dos morros residuais e nos vales e planícies inundáveis, são representadas pelo (A)

tucum (*Astrocaryum vulgare*), (B) carnaúba (*Copernicia prunifera*), (C) buriti (*Mauritia flexuosa*) e (D) babaçu (*Orbignya speciosa*) principalmente (Figura 23).

Figura 23 - Fotografias mostrando aspectos do extrativismo vegetal alto curso da bacia do riacho Tingui



Fonte: IBGE (2019). Pesquisa Direta. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

A classe de uso Antrópica Agrícola 13,21% (28,11km²), está mais concentrada no povoado Brejo de São Benedito e nos povoados próximos como Barrinha e Montanhas, devido ao maior número de habitantes estarem concentrados nessa área. Esta área passa a ficar mais concentrada na porção nordeste da bacia devido à aproximação do núcleo urbano de Altos. Em contrapartida na porção oeste fica mais densa ao se aproximar da BR 343. Na porção sudoeste da bacia nas proximidades da foz do riacho Tingui passa a ser marcante, devido à aproximação com o rio Poti e do núcleo urbano de Teresina, nas áreas de Aluviões Holocênicos.

Por outro lado, a classe de uso de Solo Exposto 8,37 % (17,83km²) predomina nas porções leste e sudeste da bacia devido à presença da vegetação de savana estépica com palmeiras (predomínio da carnaúba), onde predomina o Neossolo litólico distrófico, que se caracterizam por serem solos minerais, não hidromórficos, que possuem o mais baixo grau de desenvolvimento pedogenético. Por esta razão possui sequenciamento de horizontes muito simplificado, distribuído em pequenas profundidades, que sofrem um grau elevado de aridez e pouca umidade com vegetação pouco desenvolvida.

A Área Antrópica Não Agrícola 6,05% (15,84km²), é a que cobre a menor parcela entre as demais áreas, aparecem sempre próximas a classe de uso de Solo Exposto, o que pode estar associado a muitas divergências de dados, porém, no alto curso da bacia do riacho Tingui estão associadas à exploração de Plintita (Piçarra), material a base de mistura rica em ferro e pobre em húmus de argila com quartzo. Frequentemente se extrai no alto curso da bacia (Figura 24).

Figura 24 - Imagens de satélite e fotografias mostrando aspectos do extrativismo mineral de Plintita (Piçarra), alto curso da bacia do riacho Tingui



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

A Plintita (Piçarra) é necessária na construção de estradas pelo alto teor de resistência e compactação. Porém, a exploração ocorre em área particular. Outra importante produção é de areia para construção civil, explorada nas margens do riacho Tingui, extraída para a construção de casas, canais e projetos rurais. A Área Antrópica não Agrícola, pode também estar associada ao abandono de áreas agricultáveis, ao desmatamento e a investimentos imobiliários.

Nas áreas do alto curso principalmente em locais em que foram identificados os fósseis, percebe-se intensos processos erosivos, principalmente promovidos pelas queimadas e exploração de madeira para a construção de casas e produção de carvão vegetal, (Figura 25), tais práticas têm contribuído ao longo do tempo a desintegração de fósseis de tamanhos variados. Com o aumento do número de famílias principalmente na localidade Brejo, essas práticas aumentaram significativamente, carecendo de conscientização e controle da população.

Figura 25 – Fotografias mostrando aspectos da extração de madeira e aspectos de fogo de queimadas e deterioração dos fósseis alto curso da bacia do riacho Tingui



A: Extração de madeira caneleiro - (*Cenostigma Macrophyllum Tul*), usado na construção de casas de taipa (pau a pique), usada como matéria-prima na produção de carvão vegetal. B: caneleiro - (*Cenostigma Macrophyllum Tul*), de cortes menores para produção de carvão vegetal. C: cortes em troncos de espécies do cerrado – produção de carvão vegetal. D: aspectos de casca de vegetais (prática de queimadas). E: Quebra de material fóssil por impacto de árvores.

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

Quadro 4 – Síntese do uso e cobertura do solo no alto curso da bacia hidrográfica do riacho Tingui

Classes	Descrição
Área Antrópica Agrícola	Áreas de lavouras temporárias (sazonais). Nas áreas agrícolas se desenvolvem tanto culturas permanentes, como banana, caju, manga, coco-da-baía, laranja, tangerina, goiaba e maracujá (IBGE, 2019), cana, capim e alguns projetos de irrigação.
Área Antrópica não Agrícola	Estão associadas ao desmatamento, queimadas, sítios, espaços artificiais (residências em geral, sítios, fazendas, principalmente no povoado Brejo e seu entorno).
Área de Vegetação Natural	Extrativismo vegetal com destaque para a extração da palha da carnaúba produção do pó (cera de carnaúba) e vassouras, extração das amêndoas de coco (Figura 23 D), para a produção artesanal de óleo e sabão, produção de carvão pela casca das amêndoas. A palha serve como adubo para a plantação de verduras e leguminosas. Merece destaque ainda a produção de doces de buriti, caju e produção artesanal de castanhas de caju, além de cajuína.
Área de Solo Exposto	Extração mineral de Piçarra (Plintita), areia, seixo, abandono de áreas agricultáveis, ao desmatamento (retirada de madeira), queimadas (práticas de roças) e mais recentemente a investimentos imobiliários.

Fonte: IBGE (2019). Pesquisa Direta. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2021).

As práticas de gestão do território e formas de uso do solo tem grande impacto sobre os ecossistemas e os recursos naturais incluindo a água, o solo e no caso do alto curso da bacia hidrográfica do riacho Tingui a deterioração ou extermínio dos troncos fósseis. A informação sobre o uso da terra pode ser usada para desenvolver soluções para a gestão de problemas relacionados a recursos naturais como por exemplo qualidade da água, do ar e do solo. O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que a ocupação desordenada do solo causa a deterioração do meio ambiente. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos de reservatórios e cursos d'água são consequências do mau uso do solo.

As mudanças de uso do solo estão diretamente relacionadas a questões de mudança do clima também. Por exemplo, as queimadas afetam o clima. Por outro lado, as práticas de reflorestamento podem contribuir para o aumento de estoque de carbono.

Geralmente onde não há adequado planejamento do uso do solo ou sua execução não segue o planejado, ocorre degradação exacerbada do solo e dos demais recursos naturais, como

consequência muitas vezes há miséria em regiões onde houve esgotamento dos recursos naturais.

Contudo, muitas práticas do uso do solo encontradas nesta pesquisa são de caráter sustentável, como aquelas relacionadas ao extrativismo vegetal, com destaque para as palmáceas, a cana, produção de caju e derivados, produção artesanal de mel, silagem e outras. A população precisa ser de fato orientada continuamente quanto ao patrimônio que deve ser preservado e que outras fontes de renda podem ser exploradas pela população local de modo sustentável, promovendo a manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais.

4.3 Caracterização geral dos fósseis vegetais do alto curso do riacho Tingui

A Formação Pedra de Fogo, de idade permiana, foi mapeada sistematicamente por técnicos da PETROBRAS, que identificaram o deslocamento das áreas de subsidência para o centro e oeste da bacia (AGUIAR 1969; AGUIAR 1971; MESNER; WOOLDRIDGE 1964). As sequências sedimentares da Formação Pedra de Fogo foram objeto de trabalhos de Faria Jr. e Truckenbrodt (1980a), Faria Júnior (1984), Castelo Branco e Coimbra (1984), Hasui *et al.*, (1991) e Góes (1995). As madeiras fósseis foram estudadas por Coimbra e Mussa (1984), Mussa e Coimbra (1987) e Caldas *et al.*, (1989). Os trabalhos sobre a fauna são de anfíbio labirintodonte (PRICE, 1948), peixes (SANTOS 1946b, 1989 a e 1989b, 1990b, 1994b) e de peixes e anfíbios (COX; HUTCHINSON, 1991).

A Formação Pedra de Fogo, assenta-se sobre a Formação Piauí (neocarbonífera), e é recoberta por depósitos das formações Motuca (provavelmente de idade também permiana) e Sambaíba²³ (triássica). Estas formações compõem o Grupo Balsas (SILVA *et al.*, 2003). A Formação Pedra de Fogo é composta por camadas de arenitos e siltitos silicificados e tem como principal característica a presença de camadas de sílex e calcários, com abundantes madeiras permineralizadas, ooides e pisoides²⁴ (SANTOS; CARVALHO, 2004).

A área de estudo constitui-se de um afloramento da Formação Pedra de Fogo, conforme aponta o mapa geológico do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006), Formação Pedra de Fogo tem ampla distribuição nos estados do Piauí e Maranhão. Aflora na região centro-leste

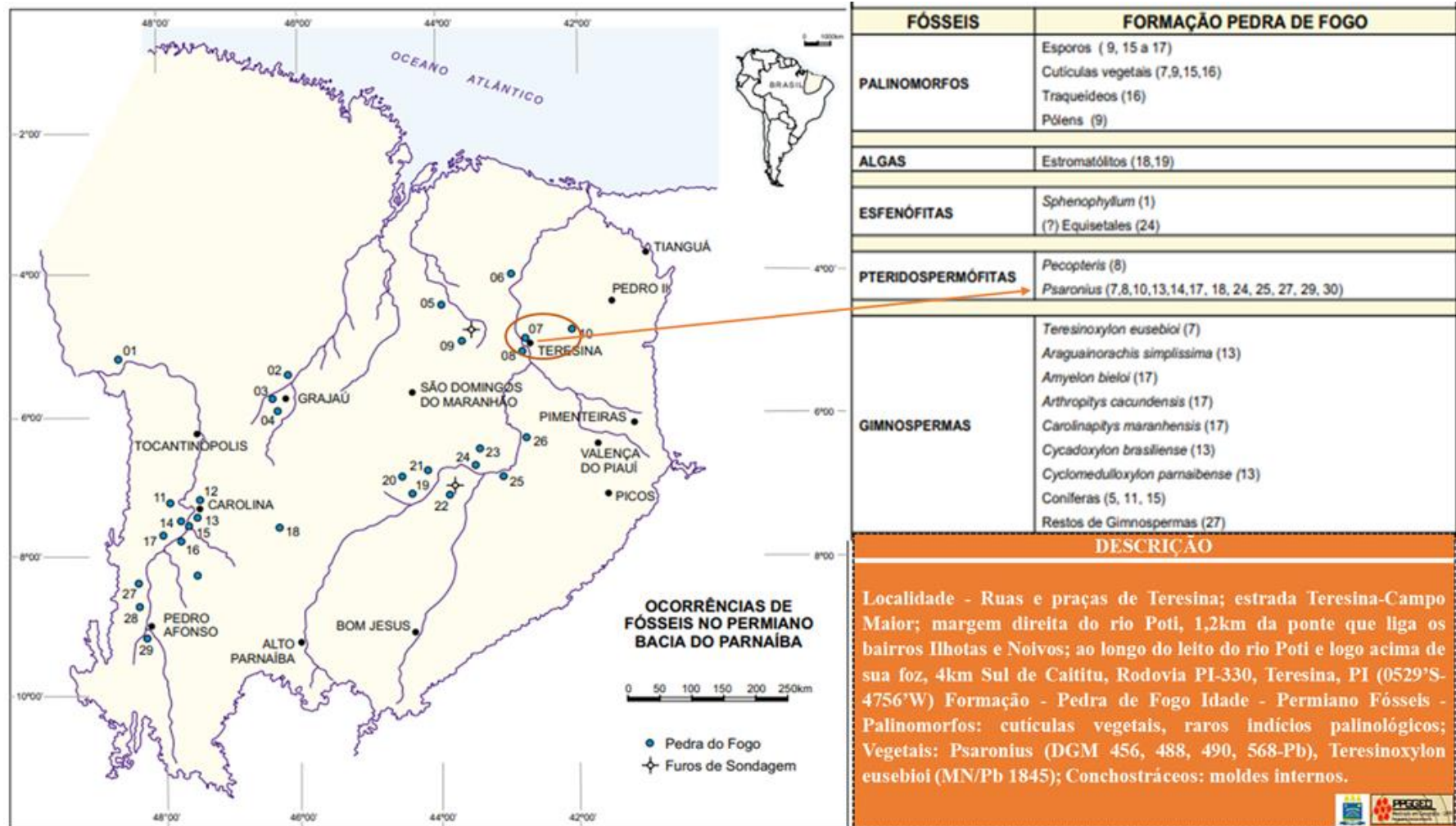
²³ Formação Sambaíba, representadas pelos derrames basálticos e arenitos fluviais e eólicos subordinados da Formação Mosquito e pelos arenitos flúvio-eólicos da Formação Corda.

²⁴ Grãos não-esqueletais são os ooides, pisoides, oncoides, clastos. A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil).

(Figura 26), centro-oeste e centro-sul da bacia, com eixo de deposição deslocado para oeste (MESNER; WOOLDRIDGE, 1964). Os afloramentos identificados na Floresta Fóssil de Altos estão inseridos no contexto dos estudos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2004).

Os fósseis da Formação Pedra de Fogo, como vistos, podem ser encontrados em áreas margeando os rios Poti e Parnaíba. Os fósseis identificados nesta pesquisa se encontram nas vertentes íngremes e no próprio leito do riacho Tingui, afluente da margem direita do rio Poti. Os sítios afloram entre as seguintes coordenadas geográficas 5° 07'53' Sul 42° 32' 01' Oeste.

Figura 26 – Ocorrência de fósseis do Período Permiano na bacia do Parnaíba

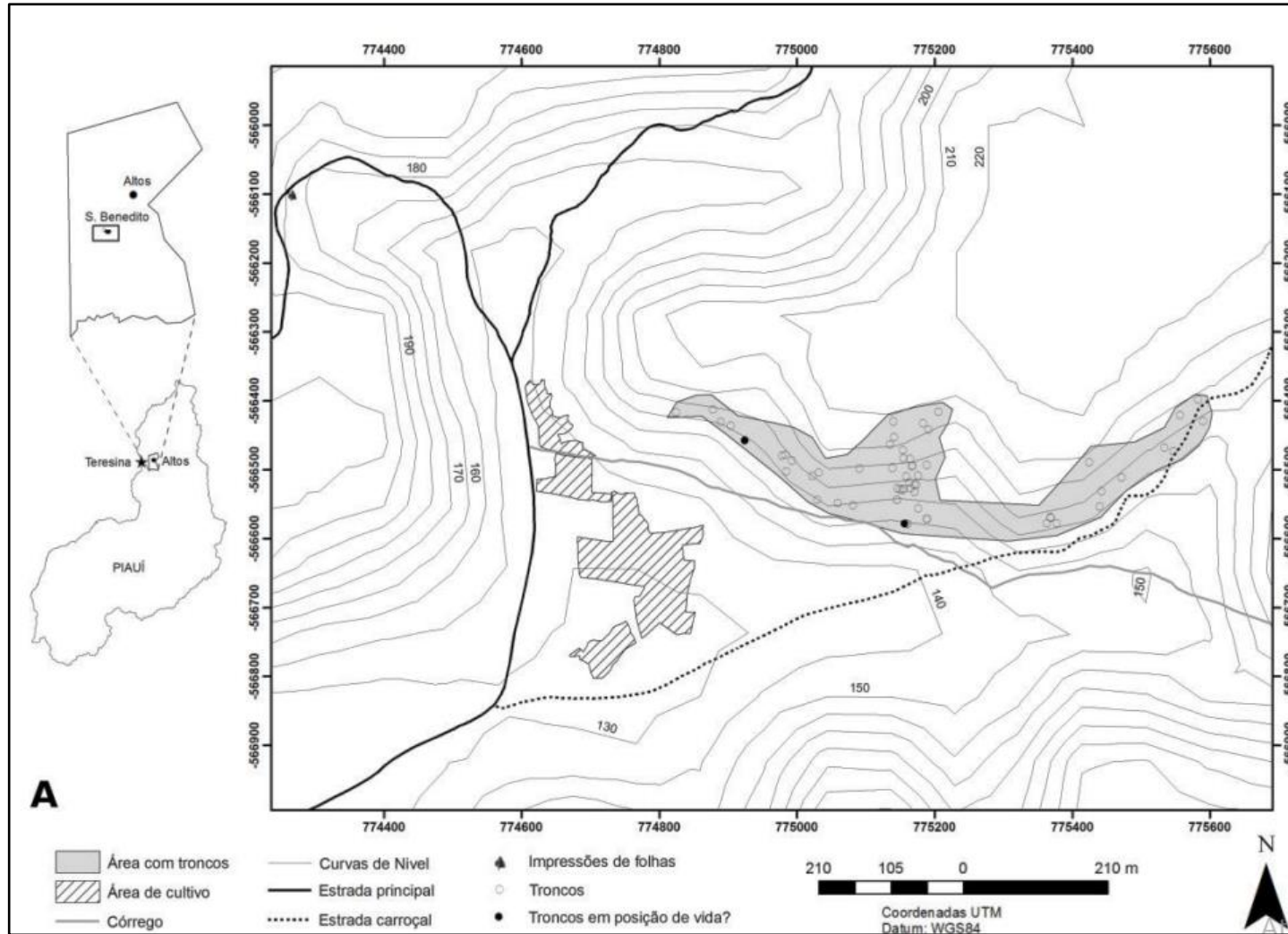


Fonte: adaptado de Santos; Carvalho (2004). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Na maioria dos casos analisados por estudos recentes na área de paleontologia constatou-se a exuberância dos fósseis do sítio encontrado na localidade Brejo, município de Altos, Piauí e muitos destes fósseis encontram-se em bom estado de conservação, precisando ser preservados, alguns destes autóctones, isto é, em posição de vida e muitos parautóctones, modificados pela ação humana ou movidos nas encostas do alto curso do riacho Tingui onde aflora uma significativa quantidade de fósseis, pertencente ao grupo das *gimnospermas*.

Os troncos fósseis encontrados da Floresta Fóssil de Altos estão em áreas frequentemente utilizadas para fins agrícolas também são encontrados nas colinas com altitudes variadas (Figura 27) onde os moradores praticam atividades que facilitam a desintegração dos fósseis por impactos oriundos do mau uso dos recursos naturais, que tendem a potencializar processos erosivos e comprometer importantes aspectos dos registros do patrimônio fossilífero.

Figura 27 – Mapa de localização dos troncos fósseis em relação ao terreno



Fonte: Adaptado de Conceição (2016).

Os fósseis identificados nesta pesquisa estão mais próximos a alta encosta, sendo que aqueles de diâmetros inferiores se encontram com frequência nas médias e baixas encostas (Figura 27), certamente rolados e acomodados aos sopés das mesmas, ou mesmo movidos pela força de gravidade, parcialmente recobertos por depósitos de sedimentos provenientes do desgaste das encostas. Constatou-se grande variedade de tamanhos e formas distribuídos nas vertentes, nas porções de média e também na baixa encosta, muitos desses foram perdidos pelos processos naturais de modelagem da paisagem e outros destruídos pela ação antrópica.

O acesso à Floresta Fóssil de Altos é feito por uma estrada carroçal por dois acessos já informados no capítulo 1 da pesquisa, quanto ao acesso à entrada da Floresta, é necessário melhores cuidados, pois não existe a delimitação da área e as trilhas não recebem os devidos cuidados, sendo que na área pode-se contar com poucos guias para fazer o percurso.

Para se chegar aos fósseis existem dois acessos principais (Figura 28), que dão acesso. Na estação chuvosa que se estende de janeiro a maio, o acesso fica praticamente inviável, principalmente pelos atoleiros, bem como os patamares da vegetação que dificulta o percurso. Já nos meses de estação seca, com baixos índices de pluviosidade, o acesso se torna melhor.

Figura 28 – Acesso aos troncos fósseis do alto curso do riacho Tingui



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

Nesta área de ambiente fluvial em que os fósseis são encontrados, os atributos da paisagem são em grande parte modificados pelo comportamento da pluviosidade e do trabalho de desgaste, transporte e sedimentação do riacho Tingui que contribui definitivamente para a dinâmica da paisagem e seguramente pela modelagem do relevo (Figura 29), no condicionamento da paisagem e na vida das pessoas. O riacho que corta o povoado Brejo são Benedito, passando por outros povoados, desempenha papel importante para o mantimento do equilíbrio hídrico de toda a bacia, no aproveitamento das águas para a população, para os animais e o mantimento das paisagens.

Figura 29 – Fotografias da nascente do riacho Tingui



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

No tocante à localização dos troncos fósseis (Figura 30), buscou-se primeiramente os trabalhos de campo, onde foram fotografados e georreferenciados e depois foram usados os atributos de sensoriamento remoto, bases de dados e por último o produto cartográfico.

Para a localização utilizou-se a metodologia de localização do tronco no terreno e se obteve como resultado as seguintes conclusões:

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.

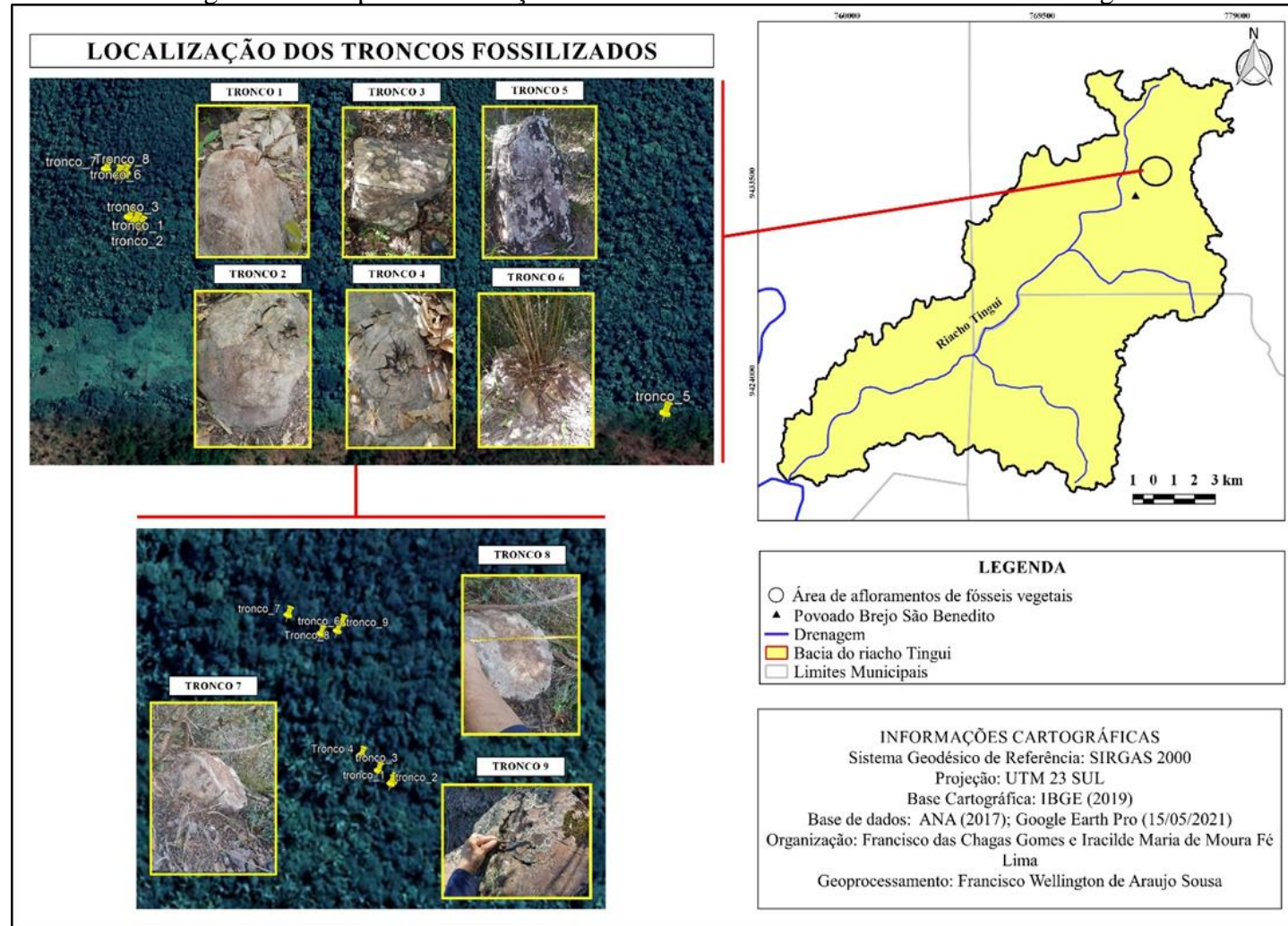
Diante das conclusões se observa que o trabalho do riacho tem sido o mais significativo na configuração da paisagem e que o que os fazem diferentes daqueles encontrados no rio Poti em Teresina pode ser o fato de estarem-nas margens e encostas das vertentes e no leito do riacho, enquanto na capital, aparecem especificamente no leito do mesmo.

O que os tornam muito diferentes daqueles encontrados em Teresina, na Floresta fóssil do Poti, é o fato de que 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.

Em muitos troncos, foram observados cristais com crescimento concêntrico na região central do caule, formando verdadeiros “geôdos²⁵” em outros, fissuras provocadas pelas várias modalidades de intemperismo.

²⁵ Constituem-se de uma massa mineral ôca, mais ou menos esférica, atapetada de cristais no seu interior

Figura 30 – 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).

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.





Os troncos mostrados na imagem a seguir foram encontrados em diferentes locais na área da floresta, Neste estudo foram selecionados 12 (doze) troncos com localização geográfica, características fisionômicas distintas foram selecionadas nove troncos com estruturas e tamanhos variados situados em variadas no alto curso da bacia.

Figura 31 – Fotografias e características dos Fósseis da Floresta Fóssil de Altos (Continua)

		
<p>Fóssil vegetal alterado pelo intemperismo biológico, em encosta íngreme, rolado, medula preservada, apresentando cerca de 90 de espessura, soterrado ao solo em grande parte, em meio a uma vegetação mista de plantas aciculifoliadas e Semidecidual, situado em média encosta. Superfície preservada. .</p>	<p>Fóssil vegetal alterado pelo intemperismo biológico e químico, apresentando grandes anéis de crescimento. Vegetal de grande porte, rolado em vertente íngreme. Desgaste no centro, com cristalização ao centro, apresentando cristais de quartzo de tamanhos variados.</p>	<p>Fóssil vegetal autóctone, em excelente estado de conservação, medindo cerca de 1,50 da base ao topo por 95 cm de espessura, cercado de vegetação estacional caducifólia, em media encosta íngreme, medula preservada presença de pigmentos, provocados possivelmente pela água e pequenos seres vivos.</p> 

 <p>Latitude -5,120425 S 5°7'13,53108"</p> <p>Longitude -42,519198 W 42°31'9,11208"</p>	 <p>Latitude -5,119864 S 5°7'11,50896"</p> <p>Longitude -42,519384 W 42°31'9,78348"</p>	 <p>Latitude -5,119902 S 5°7'11,6454"</p> <p>Longitude -42,519460 W 42°31'10,05672"</p>
<p>Fóssil vegetal com formação de geôdos permineralizantes de cristais de quartzo e areia de tamanhos variados medindo alguns centímetros,, situado na baixa encosta, nas proximidades do leito do riacho Tingui. Aparência desgastada pelos processos lixiviatórios, promovidos pelas chuvas e pelo regime fluvial.</p>	<p>Fóssil vegetal fossilizado, grande porte, aproximadamente 1,30 cm de espessura, com círculos concêntrico caracterizados como anéis de crescimento, de oólitos próximo a ele. rolado em colina, área de forte declividade e soterrado ao solo.</p> 	<p>Fóssil vegetal alterado pelo intemperismo biológico. Apresentando fraturas e rompimentos possivelmente pelo acúmulo de matéria orgânica proveniente das folhas das árvores (caducifólias). Possui cerca de 1,50 de diâmetro fortemente desgastado e fraturado em varias partes, também pelo agentes físicos e químico.</p>

 <p>7</p> <p>Latitude -5,120387 S 5°13,39284"</p> <p>Longitude -42,519251 W 42°31'9,30216"</p>	 <p>8</p> <p>Latitude -5,039891 S 5°2'23,6076"</p> <p>Longitude -42,472525 W 42°28'21,09"</p>	 <p>9</p> <p>Latitude -5,039891 S 5°2'23,6076"</p> <p>Longitude -42,472525 W 42°28'21,09"</p>
<p>Fóssil de médio porte medindo cerca de 70 cm da base ao topo, em perfeito estado de conservação, apresenta fissuras na parte externa, Vegetal para autóctone. Presença de intemperismo físico e biológico.</p>	<p>Fóssil vegetal em encosta íngreme com forte influência de agentes intempéricos. Exemplar autóctone (A), grande porte, em colina íngreme, preservado, medindo cerca de 1,20 da base ao topo e cerca de 80 cm de diâmetro. Vegetal em (B), desgastado, rolado, em encosta íngreme, em (C), fragmentos de diâmetros variados em intenso processo erosivo. Registro em plena estação seca (outubro 2020).</p>	<p>Fóssil vegetal em encosta íngreme com forte influência de agentes intempéricos. Exemplar autóctone (A), grande porte, em colina íngreme, preservado, medindo cerca de 1,50 m da base ao topo e cerca de 90 cm de diâmetro. Vegetal em (B), desgastado, rolado, em encosta íngreme, em (C), fragmentos de diâmetros variados em intenso processo erosivo. Registro no final da estação chuvosa (junho 2021).</p>

<p>10</p> 	<p>11</p> 	<p>12</p> 
<p>Fóssil vegetal alterado pelo intemperismo, se apresenta em meio a uma vegetação mista, com fortes fraturas e processos erosivos, predomínio de muita matéria orgânica e fragmento de outras rochas e /ou fósseis ao seu entorno.</p> 	<p>Fóssil vegetal alterado pelo intemperismo biológico, em encosta íngreme, rolado, medula preservada, apresentando cerca de 60 cm de espessura, aproximadamente 40 cm da base ao topo, bem preservado, desligado do solo em grande parte, situado em média encosta.</p>	<p>Fóssil vegetal fossilizado, grande porte, porém dado às fraturas apresenta apenas uma parte do círculo do caule, presença de fraturas, medindo cerca de 50 cm de comprimento. Círculos concêntrico caracterizados como anéis de crescimento, de presença de oólitos na superfície. rolado em colina, área de forte declividade, soterrado ao solo.</p>

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

Os fósseis são elementos de grande importância científica e cultural, uma vez que guardam informações sobre a evolução dos seres vivos ao longo do tempo e, na maioria das vezes, sobre o processo de formação geológica da Terra, contribuindo para o entendimento dos paleoambientes, da idade relativa das rochas e da evolução cronológica do planeta.

Os fósseis e os sítios fossilíferos e/ou os paleontológicos são elencados como pertencentes ao Patrimônio Cultural Brasileiro e são protegidos pela Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988), em seu art. 216. No contexto ambiental várias ações podem ser realizadas com vistas à conservação deste belíssimo patrimônio natural a ser conhecido e respeitado pela sociedade, podendo para tanto desenvolver o acesso a atividades econômicas e educativas, bem com a geração de renda para a população local, no intuito de instigar a necessidade de criação de unidade de conservação pelos órgãos competentes e por fim, que as instituições de ensino desenvolvam pesquisas em áreas de botânica, paleontologia, arqueologia, dentre outras.

4.4 Ações educativas como mecanismo de conscientização ecológica e promoção de práticas sustentáveis

As práticas educativas articuladas com a problemática ambiental não devem ser vistas mais como componente de um processo educativo que reforce um pensar da educação e dos educadores orientados para a sustentabilidade. Trata-se de formar um pensamento crítico, criativo e sintonizado com a necessidade de propor respostas para o futuro, capaz de analisar as complexas relações entre os processos naturais e sociais e de atuar no ambiente em uma perspectiva global, respeitando as diversidades socioculturais (JACOBI, 1997, 2005).

Entende-se que as práticas educacionais inseridas na interface dos problemas socioambientais são parte do macrossistema social, subordinando-se ao contexto de desenvolvimento existente que condiciona sua direção pedagógica e política. Referimo-nos à educação ambiental, situando-a num contexto mais amplo, o da educação para a cidadania, como elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos (JACOBI, 2000).

As práticas educativas nos apontam para propostas pedagógicas centradas na conscientização nas mudanças de comportamento e atitudes, desenvolvimento de competências, habilidades, capacidade de avaliação e participação dos educandos e envolvimento da sociedade. A escola é o centro deste processo transformador. Isso desafia a

sociedade a elaborar novas epistemologias e mecanismos que possibilitem o que Morin (2003), denomina de “uma reforma do pensamento”.

Refletir sobre a complexidade ambiental abre um estimulante espaço para compreender a formação de novos atores sociais que se mobilizam para a apropriação da natureza, para um processo educativo articulado e comprometido com a sustentabilidade e a participação, apoiado no diálogo de áreas do conhecimento. Mas também questiona valores e premissas que norteiam as práticas sociais prevalentes, o que implica uma mudança na forma de pensar, uma transformação do conhecimento e das práticas educativas (MORIN, 2007).

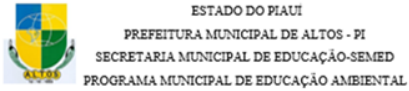
O Plano Municipal de Educação Ambiental - PMEA, estabelece algumas Diretrizes sobre a educação Ambiental, com ênfase: Promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino de forma transversal, interdisciplinar e transdisciplinar e o engajamento da sociedade na conservação; recuperação e melhoria do meio ambiente; Promover a formação continuada de professores e dos educadores ambientais; Facilitar o acesso à informação do inventário dos recursos naturais, tecnológicos, científicos, educacionais, equipamentos sociais e culturais do Município de Altos (PMEA, 2017).

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 nas aulas síncronas e assíncronas, sensibilizando os mesmos sobre a importância do tema trabalhado, apresentando ferramentas para a aplicação do conhecimento em sala de aula, que mesmo no contexto da pandemia da Covid-19, a internet e os grupos de interação do *Whatsapp* estreitaram as relações do professor com os alunos e possibilitaram o desenvolvimento de suas turmas.

Durante a realização das palestras como parte metodológica do projeto, nos dias 3 e 10 de maio de 2021 (Figura 32), respectivamente, foram realizadas as Formações docentes no modo remoto, por videoconferência, utilizando como aplicativo *Google Meet*, com os seguintes temas: 1. Formação: Atitudes Mais Sustentáveis No dia a dia 2. Floresta Fóssil do Município de Altos/PI, Patrimônio a Ser Preservado. Essas formações tiveram como público alvo, os professores, coordenadores da Rede Municipal e Estadual de Ensino, com o objetivo de divulgar atitudes e práticas sustentáveis com ênfase à Floresta Fóssil de Altos, como Palestra de Abertura do evento.

Figura 32 – Projeto de Rede: Sustentabilidade Para Todos – Ações Coletivas e Educativas no Ambiente Escolar



PROJETO: SUSTENTABILIDADE PARA TODOS – AÇÕES COLETIVAS E EDUCATIVAS NO AMBIENTE ESCOLAR.



*"Sustentabilidade para todos é um benefício à família, ao próximo e a nós mesmos."
¹(Supervisores de Ensino 6º ao 9º ano e EJA)*

¹ Francisco das Chagas Gomes – Licenciado em Geografia – UESPI – Pós-graduação em Geografia e Meio Ambiente – UFPI Mestrando em Geografia – UFPI.
² Rafaela de Almeida Alves da Silva – Licenciatura em Letras Português – UESPI e Pós-graduação em Letras – UESPI.
 Maria do Socorro Alves Ferreira – Licenciatura em Pedagogia – UESPI, Licenciatura em Matemática-UFPI, Pós-Graduação em Psicopedagogia – ISFPIRO.
 Maria de Jesus Alves de Sousa e Silva - Licenciatura em Pedagogia - UESPI; Licenciatura em Geografia - UFPI; Pós-graduação em Educação - UNIA FAP.
 Diadema Freitas Miranda - Licenciatura em Pedagogia -UESPI; Licenciatura em Matemática – UFPI; Pós-graduação em Metodologia do Ensino - UFPI; Pós-graduação em ABA (FAVE).

DATAS	ATIVIDADES	CARGA HORÁRIA	PALESTRANTES CONVIDADOS (AS)
23/04/21	APRESENTAÇÃO DO PROJETO AO PÚBLICO-ALVO DE FORMA ONLINE	2H	SUPERVISORES DA SEMED
26/04/21	PALESTRA COM O TEMA: SUSTENTABILIDADE PARA TODOS, DE FORMA ONLINE	4H	OSVALDO LUÍS BARBOSA COSTA
27/04/21 A 30/04/21	PRODUÇÃO DE TEXTOS PELOS PARTICIPANTES SOBRE A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE PARA ALTOS - PI (IDEIA DE CONTRIBUIÇÃO PARA ALTOS)	8H	PROFESSORES ENVOLVIDOS
03/05/21	FORMAÇÃO: ATITUDES MAIS SUSTENTÁVEIS NO DIA A DIA ONLINE	4H	FRANCISCO DAS CHAGAS GOMES
10/05/21	FORMAÇÃO: FLORESTA FÓSSIL DO MUNICÍPIO DE ALTOS-PI - PATRIMÔNIO A SER PRESERVADO - FORMAÇÃO ONLINE	4H	FRANCISCO DAS CHAGAS GOMES
17/05/21	FORMAÇÃO: PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO ÂMBITO ESCOLAR DE FORMA ONLINE	4H	ANGÉLICA E LAÍANNA RAFAELLA MORAIS DOS ANJOS
24/05/21	FORMAÇÃO: RECLAMAR E SUSTENTABILIDADE DE FORMA ONLINE	2H	MANOEL SEVERINO DA SILVA
25/05/21 A 28/05/21	PRODUÇÃO PELOS PARTICIPANTES: A ARTE DE REPRESENTAR O MEIO AMBIENTE COM RECLAMAGEM	8H	PROFESSORES ENVOLVIDOS
31/05/21	CULMINÂNCIA DO PROJETO COM A APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS PRODUZIDOS PELOS PROFESSORES DA DISCIPLINA DE GEOGRAFIA	2H	PROFESSORES ENVOLVIDOS
07/06/21	CULMINÂNCIA DO PROJETO COM A APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS PRODUZIDOS PELOS PROFESSORES DA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS	2H	PROFESSORES ENVOLVIDOS

Fonte: SEMED (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021)

Em continuidade às ações educativas, no tocante às formações realizadas conforme cronograma (Figura 32) 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 33).

Figura 33 – Fotografias mostrando a 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).

Tendo em vista o contexto da Covid-19, alguns métodos de pesquisas conforme já mencionado na metodologia não puderam ser executados. 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. 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.

Folders, folhetos ou panfletos com dobras são, segundo Moreira (2008, p.264), “[...] um meio de baixo custo e que podem conter os principais pontos onde é interessante realizar a interpretação. Além disso, os *folders* podem ter mais informações do que as disponíveis nos painéis interpretativos e serem relacionados a diversos temas”. De acordo com Meira (2016), para que cumpram a sua função de informar, este tipo de material impresso deve apresentar clareza e concisão, tendo em vista que o usuário (turista), pode não ter como esclarecer dúvidas que surjam durante o seu uso. Porém o *Folders* compartilhado nesta pesquisa apresenta clareza e objetividade, atendendo todos os públicos, principalmente nas escolas do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental (Figuras 33 e 34).

Figura 34 – *Folder* utilizado durante as palestras e nos grupos de Whatsapp nas escolas da zona urbana e nas escolas do campo. (Frente)



Fonte: Pesquisa Direta (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021)

Figura 35 – *Folder* utilizado durante as palestras nas escolas e nos grupos de Whatsapp da zona urbana e nas escolas do campo. (Verso)

<p style="text-align: center;">APRESENTAÇÃO</p> <p>No município de Altos, estado do Piauí, região nordeste do Brasil, ocorre um significativo afloramento de troncos petrificados que remontam ao final da estruturação da primeira unidade geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, na formação Pedra de Fogo, datada do período Permiano, que existiu acerca de aproximadamente 230 milhões de anos.</p> <p>Assim, torna-se importante, o estudo destes sítios de troncos vegetais fósseis ainda pouco estudados em Altos, na localidade Brejo, zona rural de Altos, distante aproximadamente 19 Km da sede do referido município. Isto porque boa parte desses afloramentos tem estado no anonimato perante a sociedade, ou seja, a grande quantidade de sítios existentes ainda está por ser reconhecida, estudada e valorizada.</p> <p>A Palestra Educativa sobre a Floresta Petrificada de Altos-Piauí, intitulada:</p>	<p>“Ambiente Fluvial Patrimônio Natural Brasileiro” tem por finalidade levar ao conhecimento da comunidade estudantil e local, a existência dos troncos fossilizados que afloram no alto curso do rio Tingui e a necessidade de conservação e preservação dos mesmos para o mantimento patrimonial e sustentável do geossítio.</p> <p style="text-align: center;">OBJETIVO GERAL</p> <p>Proporcionar aos alunos uma aprendizagem consciente e crítica, fortalecendo práticas sustentáveis no ambiente escolar.</p> <p style="text-align: center;">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Compreender os conceitos relacionados ao meio ambiente, sustentabilidade, preservação e conservação ambiental;</p> <p>Apresentar aspectos da geodiversidade e patrimônio e suas características geoambientais;</p> <p>Promover ações educativas para a preservação e conservação ambiental do geossítio, com vistas à sustentabilidade.</p>	<p style="text-align: center;">PÚBLICO ALVO</p> <p>Alunos do 6º ao 9º ano da rede municipal e estadual de ensino de Altos-PI, das escolas do campo e zona urbana.</p> 
--	--	---

Fonte: Pesquisa Direta (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2021)

O objetivo principal deste *folder* é apresentar ao público aspectos da geodiversidade e do patrimônio geológico/geomorfológico e sustentabilidade, por meio da difusão das principais características dos fósseis presentes na região, sempre com o intuito de conscientizar para a necessidade de conservação destes. Espera-se ainda que se possa entender a evolução geológica/geomorfológica da área. Os fósseis apresentados no *folder* correspondem àqueles selecionados conforme quantificação apresentada no capítulo 3. Os mesmos podem ser usados sempre que preciso não somente pela população local, mas por aqueles que visitam, podendo estes serem distribuídos antes mesmo do passeio.

No tocante ao ciclo de palestras, estas foram realizadas com o intuito de divulgar o patrimônio natural, a necessidade de conservação e práticas sustentáveis e foi intitulada “1ª Palestra Educativa sobre a Floresta Petrificada de Altos – Ambiente Fluvial, Patrimônio Natural Brasileiro”. As palestras ocorreram nas escolas e teve como público alvo alunos, professores, gestores escolares, famílias e demais colaboradores (Figura 36). Em ambas as escolas, a duração foi de aproximadamente 50 minutos, seguindo um cronograma de objetos do conhecimento que

abordaram a temática ambiental com questões interdisciplinares como economia verde, geoturismo, geoconservação, turismo ecológico e ecoturismo. Como recursos didáticos foram utilizados Projetor, computador, slides e o *folder* contendo as principais discussões relacionadas ao tema em curso.

Figura 36 – Ciclo de Palestra sobre a Floresta Fóssil de Altos da zona urbana e nas escolas do campo



1: Palestra com alunos, funcionários e pais de alunos do 9º ano do Ensino fundamental-Ginásio Municipal Antonio Inácio de Oliveira (zona urbana); 2, 3 e 4: Palestra com alunos, funcionários e pais de alunos dos anos iniciais da Escola da Barrinha (Escola do Campo); 5: Alunas do 9º ano Ensino Fundamental, Unidade Escolar César Augusto Leal Pinheiro.

Fonte: Pesquisa Direta (2021). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022)

Com o intuito de difundir informações sobre a Floresta Fóssil de Altos foi criada uma página na internet, na rede social *Facebook* vinculado à conta do autor, intitulada: Floresta Petrificada de Altos, dado à importância e o poder de comunicação da internet, além disso, a mesma é uma excelente ferramenta de ensino-aprendizagem. Usar esse potencial que a rede mundial de computadores oferece para a valorização e divulgação da geodiversidade e do patrimônio geológico de Altos, Piauí.

Contudo sugere-se a criação de *websites*, que sejam gerenciados pela gestão de preferência municipal, com participação da secretaria de Meio ambiente da cidade, para que

sejam divulgados trabalhos, pesquisas e visitas no ambiente em que se encontram os fósseis na tentativa de criação de Unidade de Conservação – UC.

Figura 37 – Página da Floresta Fóssil de Altos na rede social *Facebook*



Fonte: Francisco das Chagas Gomes (2021).

Uma educação ambiental efetiva não pode ser concebida em partes, sua abrangência deverá contemplar ao espaço construído, o natural e ao social. Ele deve também ser vinculado à realidade das pessoas como um bem comum, de base local e ao mesmo tempo universal, pois o homem tem a capacidade de escolher e decidir sobre suas ações, o que aumenta a sua responsabilidade em relação à natureza e às outras pessoas. A proposta de educação ambiental deve gerar ações transformadoras, objetivando ações coletivas, respeitando as diferenças, levando em conta as percepções, emoções e sentimentos da comunidade, grupo ou população envolvidos e trabalhar na perspectiva do futuro, não somente nas esferas racionais como também nas emocionais, autoestima, da afetividade e solidariedade.

A efetivação das propostas de educação ambiental deve surgir tanto pela iniciativa direta da gestão pública, das escolas e pelas pessoas de forma a traduzir as necessidades da comunidade. Devem ser implantados de forma pontual e articulado com as instituições capaz de influenciar positivamente as pessoas, respeitando as suas diferentes manifestações, atitudes e decisões. Assim, a prática da educação ambiental nas escolas responderá às necessidades e contribuirá para a solução dos problemas ambientais a partir do momento em que houver a consciência da urgência destas questões pelos agentes que nela atuam.

A educação para o meio ambiente é um assunto que deve ser tratado de maneira integrada, englobando a prática pedagógica e a representação social dos sujeitos envolvidos, colocando as pessoas como participantes de um mesmo processo, na tentativa de solucionar os problemas ambientais.

Dentro da escola deveremos encontrar meios efetivos para que cada aluno compreenda os fenômenos naturais, as ações humanas e sua consequência para consigo, para sua própria espécie, para os outros seres vivos e o ambiente. É fundamental que cada aluno desenvolva as suas potencialidades e adote posturas pessoais e comportamentos sociais construtivos, colaborando para a construção de uma sociedade socialmente justa, em um ambiente saudável.

Dessa forma, surge a necessidade da formação permanente e constante dos professores, isto é, que estes tenham como meta aprofundar seu conhecimento em relação à temática ambiental. Deve-se também considerar as experiências acumuladas dos participantes, sua realidade social, econômica, política e social, para evitar a atuação, de forma distante da realidade, bem como discordâncias entre o discurso ambiental e sua prática.

4.5 Propostas de criação de unidade de conservação e roteiro geoturístico como fator de conservação ambiental e desenvolvimento econômico

4.5.1 Unidades de conservação

A crescente pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais tem causado uma série de prejuízos sociais, ambientais e paisagísticos. Isso se reflete de maneira marcante no espaço geográfico ocasionando uma relação desequilibrada entre sociedade e natureza. Diante dos paradigmas do desenvolvimento econômico, os quais estimularam a exploração descontrolada dos recursos naturais e a ocupação humana do território, a paisagem natural, especialmente expressa pela modificação da cobertura vegetal original, foi bastante transformada. No entanto, as mudanças em uma paisagem são decorrentes do efeito combinado

das interferências humanas presentes e também do passado que resultam numa constante mudança no espaço, o qual determina uma qualidade ambiental.

Para Tilman (2000), existe uma relação conflituosa entre homem e meio e isso acarreta em alterações nos ecossistemas e na sua capacidade em contribuir com bens e serviços para a sociedade. Para amenizar esse descontrole no uso dos recursos naturais, foram criadas as Unidades de Conservação. Estas são áreas importantes para a conservação da biodiversidade sob a perspectiva de representatividade dos ambientes naturais, garantindo a preservação de determinadas áreas e além delas a abordagem dos corredores ecológicos.

Uma marcha de bilhões de anos de evolução culminou num planeta capaz de sustentar vida em vários sistemas ecológicos. Estes ecossistemas, foram (e são) a base para o desenvolvimento e continuada evolução das mais variadas espécies existentes, sejam bacterianas, vegetais ou animais. A existência do meio ambiente, portanto, é condição indissociável à vida. E, como a própria vida, um direito fundamental a todo o ser humano.

No Brasil, este direito fundamental é garantido aos cidadãos pela Constituição Federal de 1988 no art. 225: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações."

As UCs (Unidades de Conservação) têm a função de salvaguardar a representatividade de porções significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. Além disso, garantem às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais de forma racional e ainda propiciam às comunidades do entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis.

Sendo a proteção do meio ambiente uma competência que concorre a todas as esferas do Poder Público, à iniciativa privada e toda sociedade civil, coube ao SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) disponibilizar a estes entes, os mecanismos legais para a criação e a gestão de UCs (no caso dos entes federados e da iniciativa privada) e para participação na administração e regulação do sistema (no caso da sociedade civil), possibilitando assim o desenvolvimento de estratégias conjuntas para as áreas naturais a serem preservadas e a potencialização da relação entre o Estado, os cidadãos e o meio ambiente. As unidades de conservação da esfera federal do governo são administradas pelo Instituto Chico Mendes de

Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Nas esferas estadual e municipal, por meio dos Sistemas Estaduais e Municipais de Unidades de Conservação.

O SNUC agrupa as unidades de conservação em dois grupos, de acordo com seus objetivos de manejo e tipos de uso: Proteção Integral e Uso Sustentável. As Unidades de Proteção Integral têm como principal objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou dano aos recursos naturais: recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outras. As Unidades de Uso Sustentável, por sua vez, têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos, conciliando a presença humana nas áreas protegidas. Nesse grupo, atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, desde que praticadas de uma forma a manter constantes os recursos ambientais renováveis e processos ecológicos (Quadro 4).

Entre as categorias de UC's incluídas nos dois grupos, somente a de Proteção Integral de Monumento Natural seria uma alternativa de preservação adequada e viável a ser aplicada no referido sítio. Conforme o artigo 12 do SNUC, o Monumento Natural (Quadro 4), tem como objetivo fundamental preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica e pode ser aplicado em pequenas áreas. Esta categoria de unidade de conservação, diferentemente das demais, as quais estão voltadas de forma mais direta para locais ou áreas com características de natureza biológica (fauna e flora), apresenta atributos que se aplicam mais comumente aos sítios paleontológicos, já tendo sido, por isso mesmo, aplicada ao Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins – Filadélfia/TO (DIAS BRITO *et al.*, 2009).

Entre outras possíveis alternativas legais de proteção estão: a criação de um geoparque (UNESCO, 2010), ou ainda, o tombamento da área, ao se considerar os fósseis como um patrimônio cultural (BRASIL, 1988), por meio de ação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN (BRASIL, 1937).

Não obstante, estas alternativas podem ser consideradas como procedimentos menos adequados, no caso da Floresta Fóssil de Altos, pelas razões expostas a seguir. Inicialmente, a criação de um geoparque está vinculada a uma grande área geográfica e a um conjunto de sítios geológicos (UNESCO, 2010), características ausentes na área. O geoparque deve ser autossustentável, o que, pelo menos no presente caso, parece inviável. Em relação à segunda alternativa, geralmente quando se promove o tombamento de um patrimônio, especialmente paleontológico, as possibilidades de acesso e de estudo se tornam mais complexas e

burocráticas. As diretrizes que regem um bem tombado devem estar de acordo com o Decreto-lei 25/1937 (BRASIL, 1937), que previne quaisquer ações que não visem a conservação e/ou a restauração do patrimônio.

Dessa forma, em caso de um tombamento, o prosseguimento às pesquisas científicas nesse sítio, o qual necessita de análises em coletas de amostras de troncos fósseis, tornar-se-ia inviável devido aos impedimentos supracitados pelo referido decreto-lei. Além disso, não se pode esquecer que a área de estudo se encontra dentro de um assentamento do INCRA, o que por si só seria um complicador legal para obtenção do tombamento do sítio, pois tal situação impediria o livre acesso dos assentados à área por ventura demarcada pelo IPHAN.

Deste modo, a única medida legal que permite a existência pacífica entre população local (incluindo assentados) e os fósseis, é a instalação do Monumento Natural prevista no SNUC. Problema semelhante existe na área hoje abrangida pelo Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins, pois as ocorrências fossilíferas situam-se em sua grande maioria dentro de propriedades rurais (DIAS-BRITO *et al.*, 2009).

A única solução legal para se estabelecer uma proteção efetiva dos fósseis, sem gerar uma desapropriação de terras ou restrição de acesso à área, foi optar pela categoria de Monumento Natural. Esta categoria permitiria a não desapropriação das famílias e a produção racional dos recursos naturais compensando os danos já provocados na área do alto curso, local onde se encontram os troncos fossilizados.

Além disso, se atribui investimentos governamentais para a área contribuindo para o crescimento da economia local em várias atividades econômicas, na geração de empregos, na melhoria das condições de vida da população, com investimentos nas áreas de turismo, ecoturismo e o reconhecimento da economia sustentável.

Quadro 5 – Classes de Unidades de Conservação no Brasil – SNUC (continua)

UCs de Proteção Integral	
Categoria	Objetivo
Estação Ecológica	Preservação da natureza e realização de pesquisas científicas
Reserva Biológica	Preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais.
Parque	Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas

	científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico
Monumento Natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
Refúgio de Vida Silvestre	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
UCs de Uso Sustentável	
Área de Proteção Ambiental	Área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas, tendo como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
Área de Relevante Interesse Ecológico	Área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, tendo como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
Floresta	Área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, tendo como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.
Reserva Extrativista	Área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, tendo como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.
Reserva de Fauna	Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre manejo econômico sustentável de recursos faunísticos

Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica
Reserva Particular do Patrimônio Natural	Área privada, gravada com perpetuidade, tendo o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Fonte: SNUC (2000). Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Neste contexto no dia 29 de junho de 2021 foi realizada a primeira visita técnica que contou com chefe do poder executivo municipal prefeito Maxwell Pires Ferreira, vereadores, Secretário da Secretaria de Estado do meio ambiente e recursos Hídricos SEMAR, secretário de meio ambiente de Altos PI, professores e lideranças locais, para tratar dentre outras questões da criação de Unidade de Conservação da Floresta Fóssil de Altos. Segundo a reportagem, o objetivo da visita técnica para discutir uma saída para evitar a degradação da área e delimitar a área de preservação ambiental que deverá ser gerida pelo município após entrega da titularidade da terra, que hoje pertence à União. Desta reunião foi gerado um relatório técnico que até o final desta pesquisa se encontra em análise.

Cabe lembrar que as Unidades de conservação são administradas pelo executivo a nível nacional (ICMBio), municipal e estadual (Secretarias Estaduais e Municipais). Sugere-se que a partir da criação da Unidade de conservação, no caso da Floresta Fóssil de Altos, seja gerida pelo poder público do Estado com estreita ligação com o poder público municipal e o Governo Federal.

Os usos permitidos para cada unidade variam conforme sua categoria. As diferentes categorias de manejo reúnem inúmeras possibilidades de conservação e uso sustentável, contribuindo de maneira significativa com a oferta de serviços ecossistêmicos, como turismo, conservação do solo, uso racional dos recursos madeireiros e não madeireiros (sementes, frutos, resinas, entre outros), proteção de mananciais de abastecimento público, preservação de conhecimentos tradicionais, manutenção *in loco* do maior e conservação de locais de belezas cênicas singulares, como é o caso específico de Altos, dentre outros.

A consolidação do SNUC é uma oportunidade de expansão e diversificação econômica, calcada na sustentabilidade e no respeito às diferenças e com espaços criados para a interação e integração dos cidadãos.

4.5.2 Roteiros geoturísticos

O debate sobre corredores ecológicos teve início nos anos 1980, estimulado pelo aumento expressivo da fragmentação dos ecossistemas e pela discussão em torno do paradigma das ilhas de biodiversidade. Na década seguinte, a Resolução CONAMA 09/96 (CONAMA, 1996) definiu legalmente pela primeira vez o conceito de corredor ecológico. No entanto, foi a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, que regulamentou o conceito mais atual adotado no Brasil (BRASIL, 2000). Nos termos do art. 2º da citada Lei, entende-se por corredores ecológicos

[...] porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais. (BRASIL, 2000).

Segundo Ayres *et al.*, (2005), um corredor ecológico é uma unidade de planejamento de abrangência regional de ações integradas que permite o fortalecimento do sistema de unidades de conservação em vista à conservação de um determinado bioma por meio da manutenção da sua diversidade biológica.

Como parte integrante das parcerias e do conhecimento das reais situações em que se encontram as áreas que podem ser inseridas no Projeto da Criação da criação dos Corredores Ecológicos, no dia 02 de novembro de 2021, na Floresta Nacional de Palmares ocorreu a primeira reunião que teve como tema: “Mosaicos e Corredores Ecológicos” e teve como uma de suas pautas, a criação da Unidade de Conservação da Floresta Fóssil de Altos. A reunião foi proferida pelo Gestor da Unidade Conservação Senhor Gaspar da Silva Alencar, (Gerente da Flona Palmares e representante do ICMBio), participaram da reunião, Prof. Mestrando Francisco das Chagas Gomes (UFPI), Prof. Me Werton Costa (UESPI), Prof. Mestrando Pedro Alves (IFPI), (Figura 38) e, vários representantes das localidades do entorno da Flona Palmares, dentre as quais Soturno, Nossa Esperança, Gávea, Vista Alegre, Corte do Meio, Mucum Atalaia e Barrinha.

Na ocasião foi sugerido que as localidades do entorno da Flona Palmares fossem contempladas, tendo em vista, as características geoambientais com grande semelhança, principalmente no que se refere à biodiversidade e o interesse coletivo de mantimento e conservação da natureza. Todas as comunidades próximas aprovam a proposta, por isso, outras reuniões serão realizadas com esse intuito.

Figura 38 – *Folder* e Registro fotográfico da primeira reunião ocorrida em novembro de 2021 na Floresta Nacional de Palmares Altos/PI



Fonte: Adaptado de Alencar (2021), O Autor (2021). Organização. Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Entre os instrumentos de gestão previstos pelo SNUC, está o plano de manejo. Trata-se de um documento técnico mediante o qual, fundamentado nos objetivos gerais da unidade de conservação, estabelece-se o zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade. Após a data de sua criação, toda unidade de conservação deve dispor de um plano de manejo que deve ser elaborado no prazo de cinco anos. Esse plano, segundo o SNUC, deve abranger também a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos. Medidas para promover a integração das UCs à vida econômica e social das comunidades vizinhas devem também ser incluídas.

A Portaria nº 259, de 5 de abril de 2022, em seu Art. 1º. Aprovou o Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares, localizada no estado do Piauí, constante no processo nº 02123.001396/2020-01. Art. 3º. O Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares foi

aprovado pelo Comitê Gestor do ICMBio, conforme estabelecido pela Portaria n° 298, de 26 de junho de 2019 (BRASIL, 2022).

Com a aprovação do plano de manejo da Flona Palmares, como instrumento norteador da gestão e com a previsão estabelecida no SNUC 2000, sobre criação destes Corredores Ecológicos com objetivo de ampliar a área de proteção das espécies da biodiversidade pertencente a este Bioma. Com a provável criação do Monumento Natural da Floresta Fóssil de Altos, PI. Se tem um ponto de partida para iniciar os estudos de viabilidade, perspectivas e proposições na delimitação e estabelecimento da área de conectividade entre as áreas, favorecendo o intercâmbio entre as instituições de modo a favorecer o surgimento de novas áreas preservadas seja no âmbito público ou particular, favorecendo a proteção de espécies e o uso econômico dos recursos naturais.

Os Roteiros geoturísticos são itinerários que englobam um conjunto de locais que apresentam interesse geocientífico e turístico. Esses roteiros podem envolver tanto o patrimônio cultural como o patrimônio geológico, sendo que ambos possuem enorme potencial de divulgação e popularização das mais variadas ciências. Os roteiros que envolvem o patrimônio geológico são geralmente elaborados em geoparques, em trilhas em áreas naturais (SWEET, 2012; ROMÃO, 2014; PINTO *et al.*, 2015) e em estradas (VELÁZQUEZ, 2013).

Alguns roteiros geoturísticos abordam tanto o patrimônio cultural como o patrimônio geológico. Todos estes roteiros têm por objetivo a divulgação das Geociências bem como também podem ser utilizados como instrumento de desenvolvimento do turismo e ecoturismo, além de práticas pedagógicas voltadas para a Educação ambiental.

Os roteiros propostos foram elaborados com base na conceituação descrita por Arouca (2011) que define o Geoturismo como “o turismo que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, patrimônio e o bem-estar dos seus residentes”. A proposta leva em conta a identidade cultural de forma a promover a geração de renda para a população local e integra um modelo de desenvolvimento capaz de fomentar o interesse da gestão patrimonial destes locais raros.

Neste capítulo foi elaborada uma Proposta de roteiro geoturístico. A proposta tem como objetivo principal proteger e divulgar as riquezas destes patrimônios brasileiros, a Floresta Fossilizada do Poti em Teresina, Floresta Nacional de Palmares (FLONA) e a Floresta Fóssil de Altos. Para divulgar os aspectos do patrimônio geológico e cultural sugerem-se que as visitas sejam desenvolvidas com frequência por parte das escolas, universidades e outras

instituições, com diversas finalidades, desde o desenvolvimento científico, educacional e recreativo, para o conhecimento das origens e das transformações que alicerçam a história geológica do planeta.

Visando obter recursos para sua manutenção, as parcerias devem ser realizadas com as prefeituras municipais e secretarias de turismo de modo a garantir a execução desses roteiros. Para divulgar o roteiro, sugere-se a elaboração e instalação de painéis explicativos, folders e websites (MUCIVUNA, 2016). Como suporte financeiro, sugere-se a produção de geoprodutos e produtos artesanais a serem produzidos e comercializados pela população local ou gestão local dessas Unidades de Conservação como produto da conservação e preservação desse ambiente.

A distância e as condições estruturais de deslocamento entre as Unidades de Conservação é um fator que pode contribuir para a frequência das visitas uma vez que as condições de infraestrutura sejam favoráveis, para tanto, as condições de infraestrutura dessas áreas devem oferecer condições básicas para recepção das pessoas. Isto inclui por exemplo, ponto de recepção, com pessoal de apoio técnico, áreas de estacionamento e outros.

Desde o início dessa pesquisa percebeu-se na área de estudos, que alguns progressos foram salutares, como a chegada de fibra óptica (conexão de banda larga de internet), na localidade Brejo de São Benedito, a expansão imobiliária da cidade de Altos, que vem trazendo investimentos de infraestrutura, como a ampliação da atividade comercial e com essa prática acredita-se que a atividade turística seja também impulsionada.

O roteiro geoturístico contemplará três pontos de visitação entre duas cidades, Altos e Teresina, onde o acesso será feito pelas Rodovias (343, 222 e 116). Os pontos de saída variam de acordo com o local em que se encontram as pessoas (Figuras 39 e 40). Como dito anteriormente, a referida BR é a principal rodovia que liga algumas das grandes cidades nordestinas. Principalmente a Fortaleza (CE) e São Luís (MA). As distancias já foram descritas no capítulo 1 dos resultados dessa pesquisa.

Figura 39 – Roteiro 1 - Teresina –Altos (UFPI – Universidade Federal do Piauí - Floresta Fóssil de Teresina - Floresta Nacional de Palmares - Altos/PI - Floresta Fóssil de Altos – Altos/PI)



Fonte: Google Earth. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Figura 40 – Roteiro 2 - Altos – Teresina – Altos/PI (Floresta Fóssil de Altos - Floresta Nacional de Palmares Altos/PI – Floresta Fóssil do Poti – Teresina/PI)



Fonte: Google Eart. Organização: Francisco das Chagas Gomes (2022) e Iracilde Maria de Moura Fé Lima (2022).

Os roteiros geoturísticos apresentam uma valorização e o reconhecimento dos espaços. A atividade turística pode modificar a o modo de vida das pessoas que vivem nessas áreas, além do entendimento teórico, vivenciam na prática a transformação não só espacial, mas, sobretudo social, onde as pessoas passam a fazer parte indissolúvel destes ambientes. Os laços de pertencimentos se estreitam e o valor às coisas da natureza podem trazer sérias mudanças na vida das pessoas, pois um ambiente equilibrado e socialmente sustentável pode ser a solução para o equilíbrio da temática sociedade, natureza.

Por fim, espera-se que a criação de Unidade de conservação possa de fato ser criada e que o poder público atue de forma séria e comprometida com o bem-estar dos cidadãos para que as práticas sustentáveis não sejam exemplos apenas desses ambientes de riqueza patrimonial, mas sobretudo um caminho a ser seguido pela humanidade.

5 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 *gymnospermas* 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. Pode-se também verificar processos de permineralização principalmente por Sílica. Alguns foram encontrados soterrados junto ao solo, o que não se pode afirmar com certeza sua estrutura, outros são de uma exuberante beleza.

Os impactos ambientais nas áreas de ocorrência dos fósseis, principalmente aqueles situados na baixa encosta são perceptíveis. As práticas de apropriação dos recursos da bacia principalmente as práticas agrícolas de subsistência, as queimadas, o desmatamento (aproveitamento de madeira) e conseqüentemente o mau uso do solo junto as áreas aflorantes, vem contribuindo para a destruição de fósseis vegetais, fato que pode provocar a diminuição de fósseis exuberantes ou até mesmo a extinção dos mesmos na área.

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 ínfima 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.

As visitas técnicas com as autoridades municipais, as secretarias de meio ambiente, as instituições de ensino, representantes da Flona (Floresta de Palmares) podem promover a inserção da comunidade nas discussões competentes sobre o reconhecimento da área para a provável criação da Unidade de Conservação e a construção de roteiro geoturísticos, bem como discutir ações para a preservação do sítio, o que pode trazer grandes benefícios à comunidade, como a inserção da atividade turística, a dinamização das atividades econômicas como o artesanato, a produção local de geoprodutos, o que poderá promover a geração de empregos diretos e indiretos, além da valorização do ambiente material como patrimônio geológico e cultural brasileiro.

Uma vez protegidos os fósseis e o alto curso da bacia do riacho Tingui, admite-se que os sítios poderão vir a ser contemplados por estudos minuciosos por parte de instituições acadêmicas e/ou centros de excelência interessados. Dentre os possíveis estudos que poderão ser realizados, citamos: classificações taxonômicas, datações radiométricas, palinologia e análises bioestratigráficas. Tais trabalhos, uma vez realizados, contribuirão para o avanço no conhecimento dos aspectos paleoclimáticos, paleoambientais e da diversidade florística do Continente da Gondwana.

A partir do entendimento das instituições, os fósseis possam se tornarem patrimônios públicos do município e regidos pelas leis ambientais vigentes, para a preservação e o conhecimento da população como um todo integrado, para que assim seja concedido como produto da sustentabilidade ecológica, possibilitando que ações de natureza ecológica sejam realizadas sem o risco para os sítios arqueológicos. Daí a importância para preservação e conservação para sua valorização pela população local, favorecendo uso científico e a aprendizagem ambiental para estas e as próximas gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. **Os Domínios da Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALENCAR, W.J.; SANTOS, F.E.P.; CISNEROS, J.C.; DA SILVA, J.H.; FREIRE, P.T.C.; VIANA, B.C. Spectroscopic analysis and X-ray diffraction of trunk fossils from the Parnaíba Basin, Northeast Brazil. *Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 135: 1052-1058, 2015.
- ALTOS. Lei nº 339, de 23 de junho de 2015. Cria o Plano Municipal de Educação – **PME do Município de Altos – PI**. Altos, PI: Diário Oficial dos Municípios, 2015.
- ALTOS. Lei nº 363, de 07 de março de 2017. **Dispõe sobre a política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente e dá outras providências**. Altos, PI: Diário Oficial dos Municípios, 16 de março de 2017.
- ALVES, A. L.; COLESANTI, M. T. M. A importância da educação ambiental e sua prática na escola como meio de exercício da cidadania. **Horizonte Científico**, 1(1). Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/3878/2883>. Acesso em: 5 nov. 2020.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacia hidrográfica ottocodificada do rio Parnaíba**. Brasília: geonetwork, 2017. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.N. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 36, n. 2, mai/ago., 2005, p. 143-151. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279508552_Classificacao_climatica_e_regionalizacao_do_semi-arido_do_estado_do_Piaui_sob_cenarios_pluviometricos_distintos.2008/. Acesso: fev. de 2014.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. de. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Documentos 101. Teresina, PI: EMBRAPA-Meio Norte, 2004a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/885291/atlas-climatologico-doestado-do-piaui>. Acesso: 14 abr. 2022.
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. **Classificação climática do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004b. 86p, Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86. Disponível em: https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/finep/metas-fisicas/meta-fisica17/publicacoes/01%20-%20cpamn_documentos_86.pdf. Acesso: fev. de 2022.
- ANDRADE, D. F. Implementação da Educação Ambiental em escolas: uma reflexão. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 4.out/nov/dez, 2000.

ARAÚJO, M. M; ROCHA, R. M. P; SILVA. B. G.. Gestão Ambiental Participativa: O Planejamento Urbano-Ambiental Sustentável a partir das Bacias Hidrográficas. **Fórum de Direito Urbano e Ambiental**, de março/ abril de 2007. v. 32, pg. 34-43.

AROUCA. Declaração de Arouca. *In: Congresso Internacional de Geoturismo*. 2011.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Global: esquisse méthodologique, **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, v. 39, n.3, p. 242-272, 1968.

BRASIL. 2000. Lei nº 9.985, de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: jun. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

BRASIL. Congresso. Senado. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. LEI No 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999. Da Política Nacional De Educação Ambiental. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988** – artigo 23, incisos III e IV.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. Ministério da Infraestrutura. **Dados de Rodovias**. 2015. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/vgeo>. Acesso em: 22 ago. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.433. 8 de janeiro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, bol. Nº 137/ 1954)**.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, bol. Nº 147/ 1954)**.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (**ICMBio**). Brasília, portaria nº 259, de 5 de abril de 2022. Publicado em: 08/04/2022 | edição: 68 | seção: 1 | página: 111. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/caatinga/lista-de-ucs/flona-depalmares/arquivos/portaria_259_2022_palmars.pdf. Acesso em: mai. 2022.

CALDAS, L. H. O.; CORIOLANO, A. C.; DANTAS, E. P., JARDIM DE SÁ, E. 1997. Os beachrocks no litoral do Rio Grande do Norte: Potencial como marcadores neotectônicos. *In: XVII SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 1997, Fortaleza. **Anais do XVII Simpósio de Geologia do Nordeste**, p.369-374.

CÂMARA MUNICIPAL DE ALTOS - **LEI ORGÂNICA, DE ABRIL 1990**. DISPÕE SOBRE A LEI ORGÂNICA do Município de Altos-Piauí. 119 páginas (Edição atualizada em 03/06/2010, com as alterações adotadas pelas emendas constitucionais nº 1/1995 a 13/2010 - versão atualizada 2017).

CARTA DA TERRA, 1992, Organização das Nações Unidas. Disponível em: www.cartadaterra.com.br. Acesso em: 8 dez. 2020.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec/Edusp: 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CNUMAD. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, 1992, seções 36.3 a 36.5.

CONCEIÇÃO, D. M. da. **Novo registro de floresta petrificada em Altos, Piauí: relevância e estratégias para Geoconservação**. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 43 (3): 311-324, set./dez. 2016.

CONCEIÇÃO, D.M., Cisneros, J.C., Iannuzzi, R., in press. Novo registro de uma floresta petrificada em Altos, Piauí: relevância e estratégias para a geoconservação. *Pesquisas em Geociências*.

Currículo do Piauí: **Um marco para a educação do do nosso estado** / Carlos Alberto Pereira da Silva et.al. - Teresina: SEDUC, 2019.

Currículo do Piauí: **um marco para a educação do nosso estado** / Carlos Alberto Pereira da Silva et.al. - Teresina: SEDUC, 2019. p. 22-23.

DIAS-BRITO, D.; ROHN, R.; CASTRO, J. C. de.; DIAS, R. R., RÖSSLER, R. **Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional**. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e

Paleobiológicos, Brasília. 2007. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitio104/sitio104_impreso.pdf. Acesso em: 11 jan. 2021.

DIAS-BRITO, D.; ROHN, R.; CASTRO, J.C.; DIAS, R.R.; RÖBLER, R. Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional: O mais exuberante e importante registro florístico tropical-subtropical permiano no Hemisfério Sul. *In*: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E.T.; CAMPOS, D.A.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S. (eds.), **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM. 2009.

DOLIANITI, E. **A Paleobotânica no Brasil**. Divisão de Geologia e Mineralogia, **Boletim**, Rio de Janeiro, n. 123, 1948, p. 1-87.

DSG, 1984 – **Divisão do Serviço Geográfico do Exército** – Folha 1:100.000

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Brasília, Embrapa. Produção de Informações; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006 (no prelo).

FLORESTA PETRIFICADA DE ALTOS. Facebook. Patuta Francisco. Altos/PI, 2021. Disponível em: <https://www.facebook.com/Floresta-Petrificada-de-Altos-Piau%C3%AD-106150481910517>. Acessado em mai. 2022.

GÓES, A. M. **A Formação Poti (Carbonífero Superior) da Bacia do Parnaíba**. 171 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 7.3.3. 2020. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 10 out. 2021.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 7.3.3. 2020. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 10 out. 2022.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 7.3.3. 2020. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

GRACIANI, J. S. Ações e estratégias para a atuação na gestão participativa sócio-ambiental. **Educação Continuada à distância** – NOAL. C – 2003.

GUERRA, J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: bases-cartograficas/cartas.html. Acesso em: 15 mai. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geologia da Folha SB.23 Teresina**. IGC, 2018. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geomorfologia da Folha SB.23 Teresina**. IGC, 2018. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Solos da Folha SB.23 Teresina**. IGC, 2018. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação da Folha SB.23 Teresina**. IGC, 2018. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/>
IBGE – INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **Perfil Municipal de Altos Unidade de Políticas Públicas e Desenvolvimento Territorial**. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/pi/Altos.pdf>. Acesso: 14. abr. 2022.

IBGE. **Malha municipal e estadual digital do Brasil: situação em 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/. Acesso em: 04 abr. 2018.

IBGE. **Sedes dos municípios do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 abr. 2018.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - **Informativo Meteorológico Nº 15 (18/04/2022)**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/informativo-meteorol%C3%B3gico-n%C2%BA-15-18-04-2022>. Acessado em: abr. 2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados SRTM**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 05 jun. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE - Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2016. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d56de925-d890-4fc9-8ab1-15ecd1b6d8c7#/search?keyword=Cobertura%20da%20Terra>. Acessado em: abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População Estimada. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/altos/panorama>. Acesso em: abr. 2022.

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

JACOBI, P. Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão. *In*: CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. São Paulo: Cortez Editora, 1997.

JACOBI, P. **Políticas Sociais e Ampliação da Cidadania**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2000.

JORGE, M. C. O. **Solos: conhecendo sua história**. 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2021.

LA NINA "La Niña" **pode antecipar chegada das chuvas durante "BR-Ó-BRÓ" no Piauí.** [S.I.:s.n], 2020 1 vídeo (2 min). Publicado TVCidadeVerde. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TjDDRTZt9CI&t=15s>. Acesso em Abr. 2022.

LIMA, E. de A. M.; LEITE, J. F. **Projeto estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba:** integração Geológico-Metalogenética. Etapa III. Relatório Final. Recife: DNPM/CPRM, 1977.

LIMA, I. M. de M. F.; MORAES, M. V. A. R.; VASCONCELOS, M. V. de. Floresta Fóssil do rio Poti em Teresina, Piauí: Porque não preservar? **Revista Equador** (UFPI), Vol. 5, Nº 3 (Edição Especial 02), p. 239 – 259, 2016.

LIMA, I. M. M. F. Geomorfologia do Estado do Piauí. *In:* Claudino-Sales, Vanda; FALCÃO SOBRINHO, J. (org.). **Geomorfologia do Nordeste Brasileiro. No prelo.**

LIMA, L.F.G.; BARROS, R.F.M.; CABRAL, O.S.; SILVA, M.B.C. Levantamento Florístico da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares, Altos, Piauí, Brasil. *In:* SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.F.C.L.; ALMEIDA JUNIOR, E.B. **Biodiversidade do Piauí:** pesquisas e perspectivas.vol. 2- Teresina, PI: EDITORA CRV, 2013.

LINS, R. C. **Bacia do rio Parnaíba.** Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1970.

LUCATTO, L. G.; TALAMONI, J. L. B. A construção coletiva interdisciplinar em educação ambiental no ensino médio: A microbacia hidrográfica do ribeirão dos peixes como tema gerador. **Revista Ciência & Educação.** 13, 2007, p. 389-398.

MEIRA, S. A. "Pedras que Cantam": **O Patrimônio Geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil.** Fortaleza, 2016. 173f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará.

MENDES, J. C. **Geologia do Brasil.** Rio de Janeiro. Nacional, 1982.

MESNER, J. G.; WOOLDRIDGE, L. C. - 1964 – Estratigrafia das bacias Paleozóica e cretácea do Maranhão. **Boletim Tecn. Petrobrás** 7 (2): 137-164 (Tradução de C.W.M. CAMPOS).

Ministério da Educação e do Desporto, 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.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio geológico em Unidades de Conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas.** Florianópolis, 2008. 428f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MORIN, Edgar et al. **Educar na era planetária.** São Paulo: Cortez Editora, 2003.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MUCIVUNA, V.C.; DEL LAMA, E.A.; GARCIA, M.G.M. Aspectos geológicos, históricos e estado de conservação das fortificações da Baixada Santista, litoral paulista. *Revista do Instituto Geológico*, Vol. 37(2016) p. 29-48.

NASCIMENTO, W. M. & VILAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. *Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Três Lagoas, n. 7, maio de 2008.

Pereira, B. A. D. S., Venturoli, F., & Carvalho, F. A. (2011). Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. *Pesq. Agropec. Trop.* 41: 446-455. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v41n3/a19v41n3.pdf>. Acessado em abril de 2022.

PEREIRA, R. G. F. A., BRILHA, J. B. R. 2010. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. Escola de Ciências, Universidade do Minho. (Tese de doutoramento). 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/10879>. Acesso 11 jan. 2021.

PICKETT, E.; YOUNG, B.; LAWRENCE, D.; CLARKE, S.; EVEREST, J.; THOMPSON, G.; YOUNG, R. *Ancient frontiers: Exploring the geology and landscape of the Hadrian's Wall area*. London: **British Geological Survey**, 2006. 64 p.

PINTO, A.B.C.; RIOS, D.C., PINTO, A. de A., QUADROS, A. **Guia Geoturístico Digital de Salvador**. Aplicativo Web. 2015.

PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília: CPRM, 2011. SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade.

PLUMMER, F. B. **Estados do Maranhão e Piauí**. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1948, 47 p. (Relatório Interno).

QUADROS, A. HOPPE, J. **Educação ambiental: iniciativas populares e cidadania**. Santa Maria: Curso de especialização em educação ambiental (cpgea), UFSM. 2007. 46 p.

QUARESMA, R. L. S, CISNEROS, J. C. O Parque Floresta Fóssil do rio Poti como ferramenta para o ensino de paleontologia e educação ambiental. **Terra**, São Paulo, v. 10. n. 2, jul. 2015, p. 47-55.

RAMOS; M. S.; RAMOS, R. S. Educação Ambiental e a construção da Sustentabilidade: Pequenas escolas na construção da Eco responsabilidade local. **Revista Visões**. 4 Edição, n. 4, v. 1 - Jan/Jun 2008. Disponível em: http://fsma.edu.br/visoes/edicoesanteriores/docs/4/4ed_Educacao_Margarete_Ronaldo.pdf. Acesso em: 20. abr. 2021.

READ, C. B. **Paleontologia**. (DNPM, bol. Nº 156/ 1941).

RIBEIRO K. V.; ALBUQUERQUE E. L. S. **Estudos geográficos [recurso eletrônico]:** Um olhar para o estado do Piauí / Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2020.

ROMÃO, R.M.M.; MAZOCA, C.E.M.; GARCIA; M.G.M. Trilhas em ambientes naturais: levantamento de metodologia de divulgação e aplicação ao litoral norte paulista. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 47. Salvador. **Anais** do 47º Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador, 2014, p. 1164.

RÖSLER, O. 1978. The Brazilian Eogondwanic Floral Succession. **Boletim IG/**, Inst. Geociências, USP, v. 9, p. 57-152, 1978.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI:** desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Nobel, 1993.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos - 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, M. E. de C. M.; CARVALHO, M. S. S. de. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.** Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Rio de Janeiro: CPRM Serviço Geológico do Brasil/DIEDIG/DEPAT, 2004, p.11-96.

SANTOS, M. **Técnica espaço tempo:** Globalização e meio técnico-científico-informacional. Editora Hucitec, 1994.

SATO, M. **Educação Ambiental.** São Carlos, SP: RiMa, 2002.

SEMED - Secretaria Municipal de Educação de Altos/PI. **Projeto:** Sustentabilidade Para Todos – Ações Coletivas e Educativas no Ambiente Escolar. Versão impressa, 2021.

SEMPPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento de Teresiana/PI. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/ride-teresina/>. Acesso em: 12/04/2022.

SILVA, M. A. R. **Economia dos recursos naturais.** In: Economia do meio ambiente: Teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2003.

SOUSA, C.A.V. O Parque Municipal da Floresta Fóssil do Rio Poti. **Cadernos de Teresina.** Fundação Cultural Monsenhor Chaves, 1994. p. 25-28.

SOUZA, E. R. de; FERNANDES, M. R.. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.15-20, nov./dez. 2000.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia física e geomorfologia:** uma releitura. Porto Alegre: Compasso Lugar Cultura, 2018.

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

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M. **Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas**. 1999. Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, 2000, Brasília. *In*: Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, 2000. Disponível em: Acesso em: fev. 2022.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, 15(2), 2007, p. 253-263.

VELÁZQUEZ, V.F.; AZEVEDO SOBRINHO, J.M.; PLETSCH, M.A.J.S.; GUEDES, A.C.M.; ZOBEL, G. Geotourism in the Salesópolis Caraguatatuba trail, São Paulo, Brazil: a possibility to utilize geological elements for sustainable development. **Journal of Environmental Protection**, Vol. 4 (2013), p. 1044-1053.

WAGNER, Wolfgang. Descrição, explicação e método na pesquisa das representações sociais. *In*: GUARESCHI, Pedrinho; JOVCHELOVITCH, Sandra. (Orgs.). **Textos em representações sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.