

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA  
ESCOLA NORMAL SUPERIOR - ENS  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO DO ARARIPE (BACIA DO ARARIPE,  
FORMAÇÃO CRATO) NO CENTRO HISTÓRICO DE MANAUS, AMAZONAS**

MILENE DA SILVA BENTES

MANAUS - AM

2025

MILENE DA SILVA BENTES

**PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO DO ARARIPE (BACIA DO ARARIPE,  
FORMAÇÃO CRATO) NO CENTRO HISTÓRICO DE MANAUS, AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade do Estado do Amazonas como  
requisito parcial à obtenção do título de Licenciada  
em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique de Souza  
Barbosa

MANAUS - AM

2025

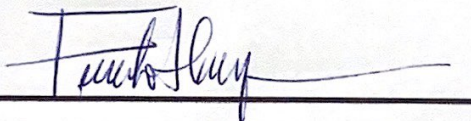
**MILENE DA SILVA BENTES**

**PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO DO ARARIPE (BACIA DO ARARIPE,  
FORMAÇÃO CRATO) NO CENTRO HISTÓRICO DE MANAUS, AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade do Estado do Amazonas como  
requisito parcial à obtenção do título de Licenciada  
em Ciências Biológicas.

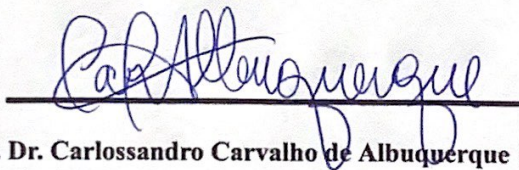
Data de aprovação: *23/05/2025*

**BANCA EXAMINADORA:**



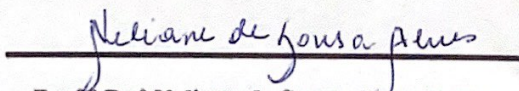
**Prof. Dr. Fernando Henrique de Souza Barbosa (UEA)**

Orientador (Presidente da banca)



**Prof. Dr. Carlossandro Carvalho de Albuquerque (UEA)**

Membro titular



**Prof.ª Dr.ª Neliane de Sousa Alves (UEA)**

Membro titular

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
**Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

B475p

Bentes, Milene da Silva

Patrimônio paleontológico do Araripe (Bacia do Araripe, Formação Crato) no centro histórico de Manaus, Amazonas / Milene da Silva Bentes . Manaus : [s.n], 2025.

39 f.: color.; 21,0 cm.

TCC - Graduação em Ciências Biológicas- Licenciatura-  
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Barbosa, Fernando Henrique de Souza .

1. Bacia do Araripe. 2. Formação Crato. 3. Fósseis. 4. Patrimônio paleontológico ex-situ. I. Barbosa, Fernando Henrique de Souza (Orient.) II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Título

CDU(1997)57

*Ao meu sobrinho Lorenzo, o primeiro a me conceder o título de bióloga.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Maria Célia e Manoel Nilson, por todo apoio e dedicação para que eu pudesse ter a oportunidade de chegar até aqui, meus irmãos e irmãs, em especial a Maisa Bentes, por sempre ter acreditado em mim e me dado todo apoio ao longo dessa caminhada e ao meu sobrinho Lorenzo Bentes, por trazer felicidade à minha vida.

Sou grata a todas as amizades que conquistei ao longo dessa jornada, pela companhia, por todas as conversas, palavras de apoio, choros e principalmente os sorrisos que traziam leveza nos momentos difíceis, vocês estarão sempre no meu coração Raissa Sarges, Diana Martins, Emilly Alves, Roberta de Andrade, Carlos Sabóia e Iago Corrêa.

A melhor pessoa que a universidade me permitiu conhecer, Jennifer Lopes, esteve desde o início ao meu lado, minha dupla, minha maior incentivadora, obrigada pelo apoio, pelo carinho, por nunca me deixar desistir, por sempre acreditar em mim e principalmente por todo amor que tem por mim, sou eternamente grata a você, minha Jen.

Um agradecimento mais que especial ao meu orientador, Fernando Barbosa, por ter me encontrado no momento que mais precisei, por me dar todo apoio e incentivo, por sempre desejar o meu crescimento e, mais do que isso, por ter se tornado um grande amigo, proporcionando momentos incríveis. Agradeço pela excelente orientação e valiosa companhia.

A Escola Normal Superior e a todos os professores e professoras que fizeram parte da minha formação durante a graduação, e a todos que de alguma maneira contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Obrigada.

## RESUMO

A cidade de Manaus, fundada em 1663, desenvolveu-se lentamente até o período da *Belle Époque*, marcado pela prosperidade da economia da borracha e pela transformação urbana e arquitetônica. Nesse contexto, a ascensão da burguesia, impulsionou a construção de grandes edificações, principalmente no atual Centro Histórico, influenciado pelo estilo europeu. Praças e edifícios foram adornadas com rochas ornamentais importadas de Portugal, com destaque para o calcário fossilífero de Lióz (Cretáceo), presentes em diversas edificações e calçadas. Ao longo do tempo, essas rochas sofreram danos significativos devido ao intemperismo e ações antrópicas. Durante a revitalização do Centro Histórico, os calcários danificados foram substituídos por calcários laminados da Formação Crato (Bacia do Araripe), que contém fósseis preservados, transferindo assim um patrimônio paleontológico *ex situ* para Manaus. Este trabalho teve como objetivo mapear e identificar taxonomicamente os fósseis preservados nas rochas calcárias da Formação Crato presentes no Centro Histórico de Manaus. A pesquisa envolveu visitas a diferentes locais do centro da cidade, onde os fósseis foram registrados com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS), fotografados e analisados taxonomicamente. Foram registrados 57 fósseis nas calçadas do entorno do Largo de São Sebastião, arredores da Praça Dom Pedro II, rua José Clemente, Avenida Sete de Setembro, Avenida Floriano Peixoto e Avenida Epaminondas. Os fósseis foram identificados como pertencentes à espécie de peixe *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910 (Actinopterygii), uma das espécies mais abundantes da Formação Crato, e *Brachyphyllum obesum* Heer, 1881. Sugestões de identificação também foram propostas, incluindo *Welwitschiophyllum brasiliense* Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, Pons & Lott, 2005 e *Araucarites vulcanoi* Duarte, 1993. A identificação de muitos fósseis foi desafiadora devido ao intenso desgaste observado provavelmente resultante do intemperismo causado pela alta pluviosidade e temperaturas da região, agravado pelas ações antrópicas em uma área de grande circulação. Os registros obtidos são importantes para divulgação científica e histórica da região, além de possibilitarem aplicações em atividades educativas e recreativas. Com o georreferenciamento e identificação desses fósseis, é possível criar roteiros acadêmicos voltados para espaços não formais de ensino, direcionados ao ensino básico e superior, promovendo a valorização do patrimônio paleontológico e sua integração em práticas pedagógicas.

Palavras-chave: Bacia do Araripe; Formação Crato; Fósseis; Patrimônio paleontológico *ex-situ*;

## ABSTRACT

Founded in 1663, Manaus developed slowly until the Belle Époque, a period of prosperity driven by the rubber economy that spurred urban and architectural transformation. During this time, a rising bourgeoisie facilitated the construction of prominent buildings in the Historic Center, heavily influenced by European architectural styles. Ornamental rocks, notably the fossiliferous Lioz limestone (Cretaceous) imported from Portugal, adorned buildings and sidewalks. Over time, weathering and anthropogenic actions significantly damaged these stones. During the revitalization of the Historic Center, damaged Lioz limestones were replaced with laminated limestones from the Crato Formation (Araripe Basin), which contain well-preserved fossils, effectively introducing an ex situ paleontological heritage to Manaus. This study maps and taxonomically identifies fossils with Crato Formation limestones in Manaus's Historic Center. Fieldwork involved visiting key sites, recording fossils locations using Global Positioning System (GPS) coordinates, photographing specimens, and conducting taxonomic analyses. I documented 57 fossils on sidewalks around Largo de São Sebastião, near Praça Dom Pedro II, and along the José Clemente Street, Sete de Setembro Avenue, Floriano Peixoto Avenue, and Epaminondas Avenue. Identified fossils include the fish species *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910 (Actinopterygii), one of the most abundant species of the Crato Formation, and the plant species *Brachyphyllum obesum* Heer, 1881. Tentative identifications also suggest the presence of *Welwitschiophyllum brasiliense* Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, Pons & Lott, 2005, and *Araucarites vulcanoi* Duarte, 1993. Identification was often hindered by significant wear, likely due to weathering from high regional rainfall and temperatures, exacerbated by anthropogenic impacts in high-traffic areas. These findings contribute to the scientific and historical documentation of Manaus's paleontological heritage. The georeferenced fossil records enable the development of academic itineraries for informal learning spaces, targeting both primary and higher education. Such initiatives promote appreciation of paleontological heritage and its integration into pedagogical practices, fostering educational and recreational engagement with the region's geological history.

Keywords: Araripe Basin; Crato Formation; Fossils; Ex-situ Paleontological Heritage;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prospecto da Fortaleza do Rio Negro.....	10
Figura 2 - Prédios históricos da cidade de Manaus. (A) Alfândega; (B) Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição; (C) Palácio do Rio Negro; (D) Centro Cultural Palácio da Justiça; (E) Teatro Amazonas.....	11
Figura 3 - Mapa geológico simplificado da Bacia do Araripe.....	14
Figura 4 - Coluna estratigráfica da Bacia do Araripe.....	15
Figura 5 - Fósseis provenientes da Bacia do Araripe. (A) <i>Cratoavis cearensis</i> Carvalho, Novas, Agnolín, Isasi, Freitas e Andrade 2015; (B) <i>Cratopipa novaolindensis</i> Carvalho, Agnolin, Rolando, Novas, Xavier-Neto, de Freitas e de Andrade 2019; (C) <i>Arlenea delicata</i> (D) <i>Mesoproctus rowlandi</i> Dunlop 1998; (E) Fóssil de libélula <i>Cordulagomphus</i> ; (F) <i>Buerlenia araripensis</i> Martins Neto e Mezzalira 1990 (G) <i>Cladocyclus gardneri</i> Agassiz 1847; (H) Larva de <i>Protoligoneuria limai</i> ; (I) <i>Ruffordia goeppertii</i> .....	17
Figura 6 - Áreas próximas à Praça São Sebastião. (A) Sorveteria Barbarella em frente a Praça São Sebastião; (B) Boutique Hotel - casa teatro (Largo).....	24
Figura 7 - Praça Dom Pedro II.....	25
Figura 8 - Mapa de localização dos fósseis. (1) Praça Dom Pedro II; (2) Rua José Clemente e Av. Epaminondas; (3) Av. Floriano Peixoto e Av. Sete de Setembro; (4) Rua em frente ao Largo e Rua dez de julho.....	26
Figura 9 - Espécimes de <i>Dastilbe crandalli</i> Jordan, 1910.....	28
Figura 10 - Espécies fósseis identificadas no calcário laminado. (A - B) <i>Brachyphyllum obesum</i> Heer, 1881; (C) <i>Welwitschiophyllum brasiliense</i> Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, Pons & Lott 2005 (?); (D) <i>Araucarites vulcanoi</i> Duarte, 1993 (?)......	30
Figura 11 - Fósseis alterados por intemperismo químico-biológico.....	32

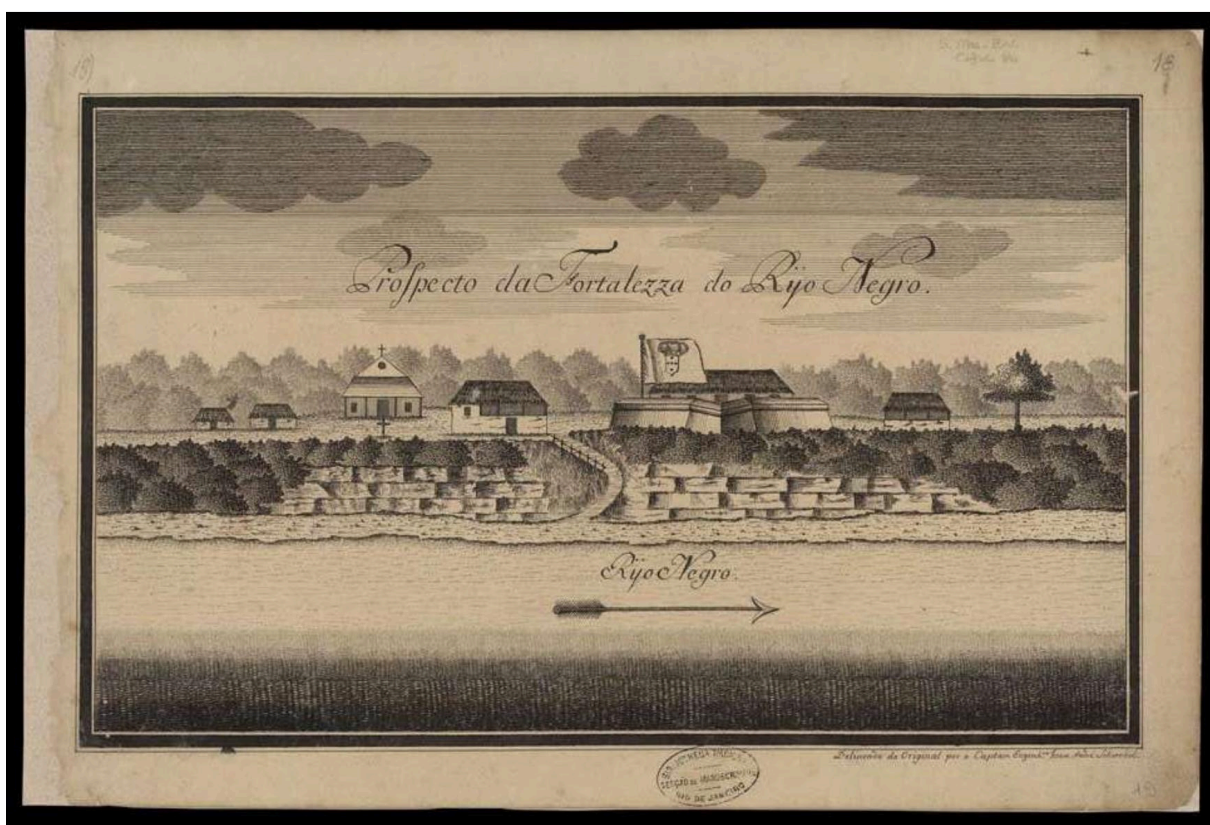
## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo geral.....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	14
3.1. Geologia da Bacia do Araripe.....	14
3.2. Paleontologia da Formação Crato.....	16
3.3. Geodiversidade.....	18
3.4. Patrimônio Paleontológico.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. Caracterização do material e da área analisados.....	22
4.2. Identificação das rochas e fósseis.....	22
4.3. Levantamento de material.....	22
4.4. Georreferenciamento.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Locais com ocorrência do calcário laminado da Formação Crato.....	24
5.2. Identificação taxonômica dos registros fossilíferos.....	26
5.2.1. <i>Dastilbe crandalli</i> Jordan, 1910.....	27
5.2.2. <i>Brachyphyllum obesum</i> Heer, 1881.....	28
5.2.3. <i>Welwitschiophyllum brasiliense</i> Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, Pons & Lott 2005 (?)... 28	
5.2.4. <i>Araucarites vulcanoi</i> Duarte, 1993 (?).....	29
5.3. A importância do patrimônio fossilífero urbano para a cidade de Manaus.....	30
5.4. Deterioração das rochas e dos registros fossilíferos.....	31
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A fundação da cidade de Manaus ocorreu no ano de 1669, quando, Antônio de Albuquerque Coelho e Francisco da Mota Falcão, colonizadores portugueses, solicitaram que fosse erguida a Fortaleza de São José da Barra do Rio Negro, a qual foi, posteriormente, demolida (Figura 1). Após a sua fundação, Manaus teve um desenvolvimento relativamente lento, vindo a ter grandes construções somente a partir do ano de 1893 sob a administração do governador, à época, Eduardo Gonçalves Ribeiro (Castro, 2006).

Figura 1 - Prospecto da Fortaleza do Rio Negro.



Fonte: Eng. João André Schwebel, 1756.

O desenvolvimento inicial da cidade foi especialmente concentrado na região principal da cidade, atualmente conhecida como Centro Histórico de Manaus. Tal desenvolvimento foi favorecido em virtude da atividade extrativista em seringais, que trouxe um significativo aporte financeiro para a região. Foi durante esse período que Manaus viveu a seu apogeu econômico e cultural, denominado de *Belle Époque*, que foi marcada por grandes reformas urbanas que modernizaram a cidade. O “embelezamento” urbano teve como

referência a cidade de Paris, destacando-se como grandes construções da época o Porto e a Alfândega, a Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição, o antigo Palácio do Governo, o Palácio da Justiça e o belo e suntuoso Teatro Amazonas (Daou, 2004; Castro, 2006; Oliveira, 2016; Neto; Nogueira, 2016) (Figura 2).

Figura 2 - Prédios históricos da cidade de Manaus. (A) Alfândega; (B) Igreja Matriz Nossa Senhora da Conceição; (C) Palácio do Rio Negro; (D) Centro Cultural Palácio da Justiça; (E) Teatro Amazonas.



Fonte: (A, C) Amazonas e mais; (B) Em visão; (D) Cultura do Am; (E) Dreamstime.

Para a construção do Centro Histórico de Manaus foram utilizados diversos materiais pétreos provenientes de outros países. Esses materiais eram escolhidos, não somente como elementos estruturais, mas também, devido ao seu valor estético, para revestimento de prédios e pisos. Um dos mais importantes materiais pétreos utilizados na modernização manauara foi o Calcário Lioz, cuja presença é, ainda hoje, marcante nas obras de urbanismos e ampliação dos serviços públicos e construção de muitos prédios públicos da cidade. Exemplos podem ser

evidenciados nas escadarias e pisos externos e internos do Teatro Amazonas, no Palácio da Justiça, nas praças São Sebastião e Dom Pedro II, entre várias outras construções (Mello *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2021).

Com o passar dos anos, essas rochas passaram a apresentar diversas manifestações “patológicas” causadas por agentes naturais e fatores antrópicos, como a perda de componentes, abrasão, sujidades, descoloração, fissuras e fraturas (Nóbrega, 2019). Devido a esses desgastes, diversas áreas do Centro Histórico de Manaus passaram por revitalizações. Nos anos 2000 foi efetivado o Programa Monumenta assim como o Programa Manaus *Belle Époque*, que tinham como objetivo a preservação do patrimônio histórico urbano. No entanto, devido à falta do Calcário Lioz e ao seu elevado valor econômico no mercado, não foi possível a revitalização utilizando o mesmo material, assim a Prefeitura e o Governo de Manaus foram em busca de um material semelhante a essa rocha portuguesa, com valor mais acessível. A alternativa encontrada estava no Nordeste do Brasil, o calcário laminado do Araripe, o qual foi adquirido em elevada quantidade (Lima *et al.*, 2021).

Os calcários laminados são provenientes da Bacia do Araripe, uma das maiores bacias sedimentares interiores do Nordeste do Brasil, conhecida mundialmente devido à grande quantidade e variedade de fósseis, especialmente na unidade onde essas rochas se encontram, a Formação Crato. Entre os fósseis que são encontrados estão: ostracodes, conchostráceos, fragmentos lenhosos carbonizados, crustáceos, aracnídeos, peixes, anuros, quelônios, lagartos, pterossauros, crocodilomorfos, penas, plantas e vários insetos (Carvalho *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2012; Fambrini *et al.*, 2020).

Por ter seus calcários laminados explorados de forma artesanal e comercializados para uso na restauração de calçamentos na cidade de Manaus, possivelmente alguns fósseis presentes nessa formação foram transferidos para o Centro Histórico de Manaus, encontrados principalmente no calçamento de praças (Viana; Neumann, 2002).

Dessa forma, esse presente trabalho visa a contribuição do estudo do Calcário Laminado da Formação Crato, com o objetivo de encontrar e identificar o material fossilífero *ex-situ* presente na cidade de Manaus, pois esse é ainda desconhecido na literatura. Ao destacar e expor esse patrimônio geopaleontológico será possível ressaltar sua importância histórica, científica, ampliar o conhecimento do público em geral sobre esse patrimônio além de abrir novas possibilidades dentro do contexto educacional, tanto do ensino básico quanto superior.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

- Identificar e caracterizar elementos da geodiversidade provenientes da Formação Crato (Bacia do Araripe) presentes no Centro Histórico da cidade de Manaus, Amazonas.

### **2.2. Objetivos específicos**

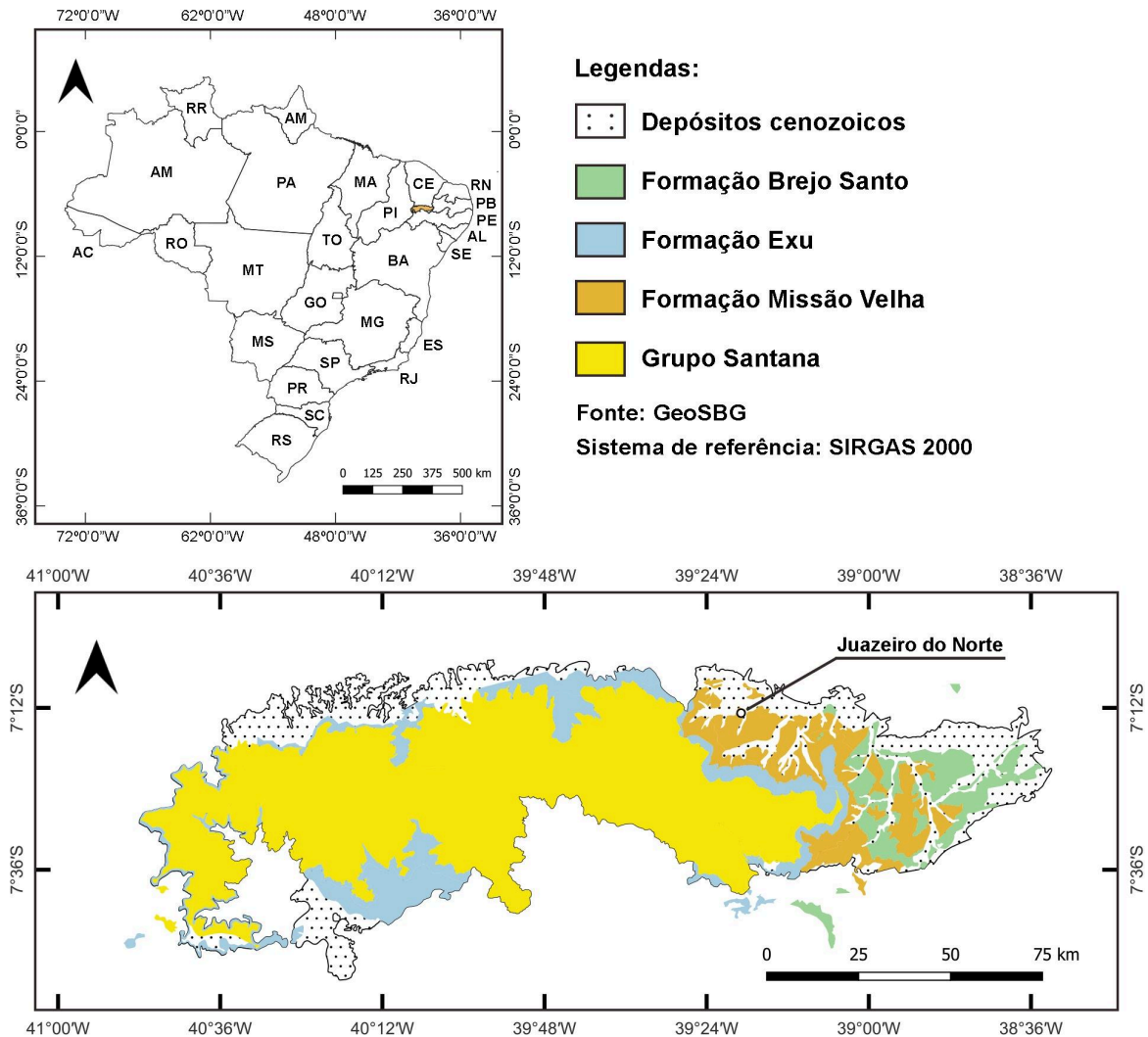
- Identificar taxonomicamente os fósseis encontrados no centro histórico;
- Georreferenciar em forma de mapa os pontos de identificação dos fósseis nos fragmentos de rocha da Bacia do Araripe;
- Apresentar os principais problemas referentes ao estado de conservação dos fósseis encontrados.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. Geologia da Bacia do Araripe

A Bacia do Araripe (Figura 3) é a maior das bacias sedimentares interiores do Nordeste do Brasil, cobrindo uma área de aproximadamente 9.000 km<sup>2</sup>, estando localizada entre os estados do Ceará, Piauí, Paraíba e Pernambuco (Fambrini *et al.*, 2020). A sua origem e evolução está relacionada a eventos tectônicos que resultaram na abertura do Oceano Atlântico Sul pelo processo de rifteamento do supercontinente Gondwana (Assine, 1992; Matos, 1992; Carvalho *et al.*, 2012; Fambrini *et al.*, 2020).

Figura 3 - Mapa geológico simplificado da Bacia do Araripe.



Fonte de dados: GeoBank SGB. Elaboração própria.

A estratigrafia da Bacia do Araripe é dividida em dez formações, as quais foram determinadas conforme os estágios tectônicos e suas características litológicas. Essas unidades litológicas fazem parte de cinco grupos, sendo eles: a Sequência Paleozóica, constituída pela Formação Cariri; Sequência Início de Rifte, que inclui a Formação Missão Velha e Formação Brejo Santo; a Sequência Clímax de Rifte, que apresenta a porção superior da Formação Missão Velha e Formação Abaiara; a Sequência pós-rifte, dividida em Pós-Rifte I, chamado de Grupo Santana, que inclui as formações Barbalha, Crato, Ipube e Romualdo; e Pós-Rifte II, caracterizada pelas Formações Araripina e Exu (Figura 4) (Fambrini *et al.* 2020).

Figura 4 - Coluna estratigráfica da Bacia do Araripe.

Cronoestratigrafia			Idade M.a.	Sequência Tectono Estratigráfica	Litoestratigrafia		
Sistema	Andar				Grupo	Formação	
	Intern.	Local					
Cretáceo	Superior	Ceno-maniano	95	Pós Rifte II	Chapada	Exu	
		Albiano	100			Araripina	
		Inferior	Aptiano	105	Pós Rifte I	Santana	Romualdo
			Alagoas	110			Barbalha
			Jiquiá	115			Crato
	Buracica		120	Ipube			
	Barre-miano		125				
	Jurássico Superior	Hauteriviano	130	Clímax de Rifte	Juazeiro do Norte	Abaiara	
		Valangiviano	135			Missão Velha Sup.	
		Berriasiano	140			Missão Velha Inf.	
Dom João		145	Brejo Santo				
Tithoniano		150					
Neo-Ordoviciano-Eossiluriano			450	Paleozoico		Cariri	
			550				
Pré-Cambriano				Embasamento			

Fonte: Modificado de Neumann e Assine (2015). Elaboração própria.

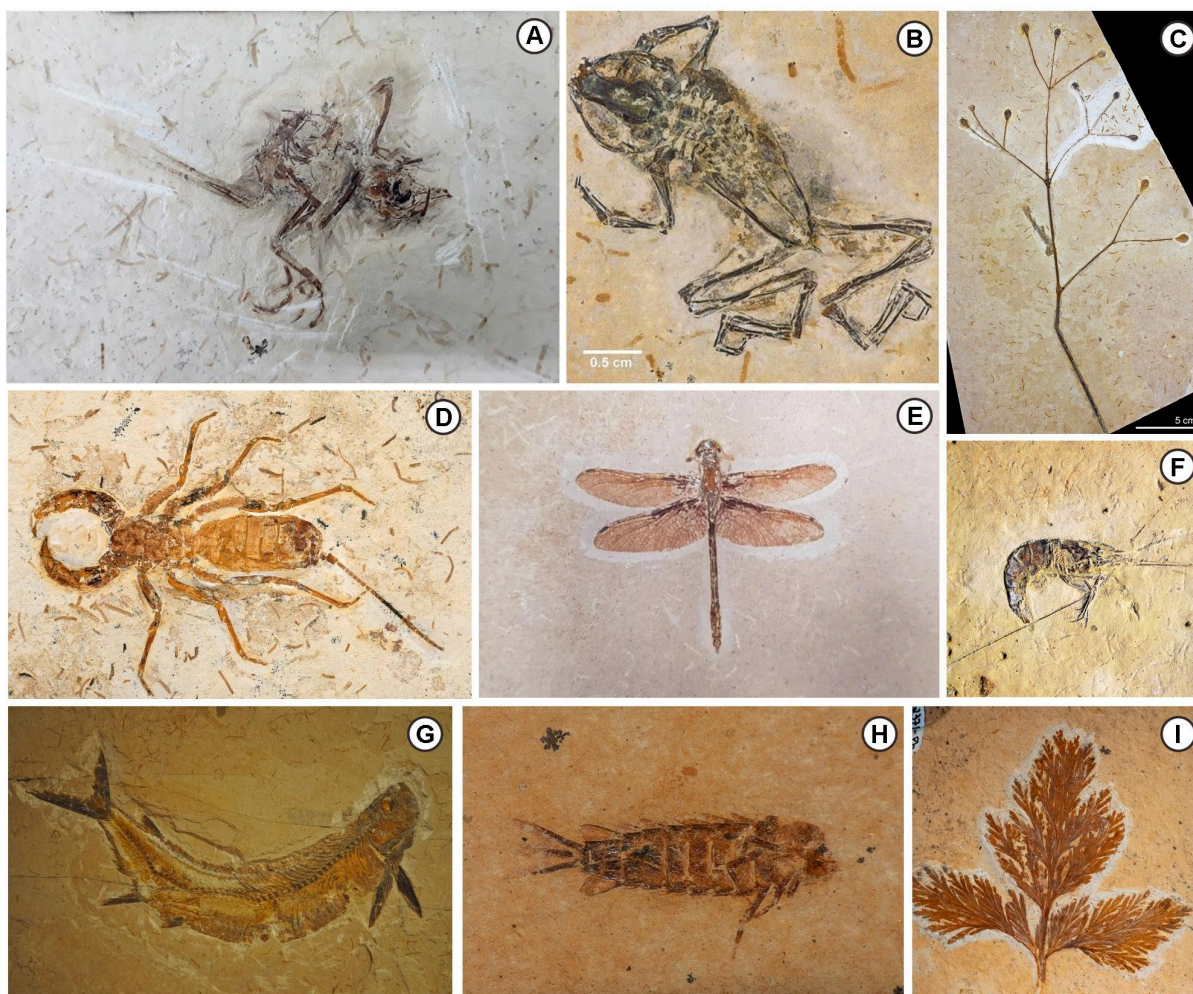
A Formação Cariri tem como característica a predominância de arenitos de coloração clara e grossos, sendo sotoposta pela Formação Missão Velha, caracterizada por uma sedimentação em ambientes lacustres bem oxidados e fluviais, composta também por arenitos intercalados por siltitos e argilitos vermelhos. A Formação Brejo Santo possui depósitos predominantemente pelíticos, sendo eles argilitos e folhelhos argilosos calcíferos, siltitos e arenitos. A Formação Abaiara é composta pela alternância de arenitos médios a finos, siltitos argilosos e folhelhos que podem possuir a coloração de vermelho-arroxeadado a verde-oliva (Fambrini *et al.*, 2020).

A Formação Barbalha, apresenta uma composição litológica psamítica e pelítica, folhelhos betuminosos e arenitos. A Formação Crato possuía ligação com o mar, que é caracterizada pela assembleia de peixes a depósitos com elevada salinidade. Apresenta sequência de calcários laminados, folhelhos e argilas. A Formação Ipubi é representada por depósitos de gesso. A Formação Romualdo é a última unidade do Grupo Santana, composta por arenitos interstratificados com intervalos de folhelhos. A Formação Araripina possui arenitos finos argilosos e argilitos com cores que podem variar de amarelo ao roxo, corpos lenticulares de arenitos médios a grossos intercalados. A Formação Exu, unidade mais superior da bacia, é constituída de arenitos vermelhos que são conglomeráticos na base e evoluem para arenitos grossos (Carvalho *et al.*, 2012; Fambrini *et al.*, 2020).

### **3.2. Paleontologia da Formação Crato**

A Bacia do Araripe é conhecida mundialmente por apresentar uma extraordinária quantidade de fósseis, preservados em condições excepcionais. A paleobiota preservada na Bacia do Araripe é composta por uma grande diversidade de organismos incluindo invertebrados, vertebrados, plantas, microfósseis, icnofósseis e palinomorfos (Lima *et al.*, 2012; Polck *et al.*, 2015; Fambrini *et al.*, 2020) (Figura 5).

Figura 5 - Fósseis provenientes da Bacia do Araripe. (A) *Cratoavis cearensis* Carvalho, Novas, Agnolín, Isasi, Freitas e Andrade 2015; (B) *Cratopipa novaolindensis* Carvalho, Agnolin, Rolando, Novas, Xavier-Neto, de Freitas e de Andrade 2019; (C) *Arlenea delicata* (D) *Mesoproctus rowlandi* Dunlop 1998; (E) Fóssil de libélula *Cordulagomphus*; (F) *Buerlenia araripensis* Martins Neto e Mezzalira 1990 (G) *Cladocycclus gardneri* Agassiz 1847; (H) Larva de *Protoligoneuria limai*; (I) *Ruffordia goeppertii*.



Fonte: (A - I) Saraiva *et al*, 2021.

Dentro do Grupo Santana, a Formação Crato, originada durante o Aptiano (125 a 113 milhões de anos) (Silva *et al.*, 2021). As condições ambientais dessa formação eram um clima predominantemente árido a semiárido, sistema lacustre raso, possivelmente com influência marinha, caracterizado por águas calmas e de baixa energia, possuindo águas salobras ou hipersalinas. A presença de condições anóxicas (baixo teor de oxigênio) no fundo do lago contribuiu para a excepcional preservação de fósseis, outro fator importante que contribuiu

para a preservação dos fósseis foram os tapetes microbianos nos sedimentos, colaborando também para a estruturação dos carbonatos. Esse ambiente favoreceu a sedimentação de calcários micríticos laminados e folhelhos, típicos da Formação Crato (Bardola, 2015).

Nessas rochas carbonáticas laminadas é possível encontrar a presença de ostracodes, conchostráceos, fragmentos lenhosos carbonizados, crustáceos, aracnídeos, anuros, quelônios, inclusive espécies juvenis raras, lagartos, pterossauros, crocodilomorfos, penas, plantas, vários insetos e peixes (Fambrini *et al.*, 2020).

A paleoictiofauna da Formação Crato possui um grande importância, devido a sua grande abundância é composta por 11 gêneros registrados, mas ainda com essa diversidade de gênero a ictiofauna é dominada pelo gênero *Dastilbe*. Essa paleoictiofauna se destaca ainda por apresentar uma excelente conservação, os fósseis encontrados possuem esqueletos totalmente articulados, com escamas intactas, alguns são encontrados também com partes parcialmente articuladas. Ossos e escamas isoladas também ocorrem. São encontrados com mais frequência peixes preservados em vista lateral esquerda ou direita, porém, é possível encontrar exemplares com a vista dorsal ou ventral (Martill *et al.*, 2007; Polck *et al.*, 2015).

Registros feitos dessa Formação apresenta palinomorfos, incluindo esporos pteridófitos e grãos de pólen de gimnospermas, fitoclastos e abundante matéria orgânica amorfa, além da recuperação revestimentos microforaminíferais (*microforaminiferal linings*). A presença de parte desses fósseis, traz a sugestão de que a Formação Crato inferior teve seu depósito sob condições marinhas, porém, tal afirmação ainda é discutida (Fambrini *et al.*, 2020).

Devido à sua composição geológica e a fenomenal presença de fósseis, a Formação Crato é considerada uma das mais importantes unidades fossilíferas do mundo. Suas características geológicas e paleontológicas são indicadoras de mudanças ambientais que ocorreram durante a sua deposição. Devido a essas características singulares, a ela é agregado um enorme valor, tanto dos pontos de vista científico, quanto turístico, educativo e cultural (Schobbenhaus *et al.*, 2002; Fambrini *et al.*, 2020).

### **3.3. Geodiversidade**

A Geodiversidade foi um termo utilizado pela primeira vez na década de 1990, para descrever a diversidade existente na natureza abiótica (Gray, 2004). O conceito apresentado ao termo ainda não apresenta um significado sólido, pois pesquisadores da área utilizam diferentes definições, alguns sendo mais amplos e outros mais restritos (Gray, 2004).

Nieto (2001) considera a geodiversidade como uma variedade de estruturas, formas e processos geológicos presentes no substrato de uma região, as quais servem como base para diversas atividades orgânicas, incluindo as antrópicas. Dixon (1996), Eberhard (1997), Sharples (2002) e a *Australian Heritage Commission* (2002), por sua vez, definem a geodiversidade como a diversidade de características geológicas, geomorfológicas e de solo, sistemas e processos. Já Stanley (2001), descreve a geodiversidade como a diversidade de ambientes geológicos, incluindo os fenômenos e processos que compõem as paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos, que constituem a base estrutural para a vida na Terra.

No entanto, a definição mais frequentemente utilizada é a proposta pela *Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido*, a qual conceitua a geodiversidade como uma variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra (Brilha, 2005). Assim, considera-se que a geodiversidade é um conceito relacionado tanto com a formação das paisagens naturais, devido a diversos processos que ocorrem, quanto com a evolução geológica e biológica do planeta, devido a presença dos fósseis (Brilha, 2005).

A conservação da geodiversidade é importante, pois parte dos elementos que a compõem apresentam valores mensuráveis, sendo eles intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo (Gray, 2004). Esses elementos de importância são subdivididos na geodiversidade como patrimônio geológico, geomorfológico ou paleontológico (Manosso e Ondicol, 2012).

### **3.4. Patrimônio Paleontológico**

O patrimônio geológico ou geopatrimônio é entendido como um conjunto de recursos naturais não-renováveis, que possuem valor científico, cultural ou educativo de forma que permitem o entendimento sobre a história evolutiva da Terra e os processos que a modelam (Sharples, 2002).

O patrimônio geológico é composto por outros tipos de patrimônios, dentre eles o patrimônio geomorfológico, espeleológico, e o patrimônio paleontológico (Nascimento *et al*, 2008;). Este último é composto pelos fósseis, sendo reconhecidos por apresentar características insubstituíveis (Sharples, 2002). Tais características se dão em virtude dos seus processos geradores não poderem ser repetidos, além de dependerem do contexto ecológico, geológico e climático em que os organismos estavam inseridos. Dessa forma, cada fóssil

individualmente possui informações únicas que contribuem para pesquisas científicas relacionadas à evolução biológica e geológica do planeta (Cristin; Perrilliat, 2011; Lopes; Araújo, 2011).

O patrimônio paleontológico pode ser caracterizado quanto a sua localização de duas formas: *in situ* e *ex situ* (Brilha, 2016). O patrimônio paleontológico *in situ* se trata daqueles que estão presentes em seu depósito original, enquanto o patrimônio paleontológico *ex situ* é referido ao material que foi retirado do seu local original de afloramento (Brilha, 2016; Borba *et al.*, 2019). Quando localizados *in situ*, são chamados de “sítio de geodiversidade” e quando *ex situ* são “elementos da geodiversidade” (Brilha, 2016).

Os fósseis são considerados de valor cultural, podendo ser utilizados para promover o turismo da localidade em que estão inseridos ou valor científico e educativo, pois com eles são realizados diferentes estudos que ajudam a revelar o conhecimento da biodiversidade pretérita do planeta, além de contribuir para a reconstrução dos ambientes em que esses seres viveram (Brilha, 2005).

Para a legislação brasileira os fósseis podem ser vistos, simultaneamente, como “propriedade da nação”, “patrimônio cultural brasileiro” e “bens da união”. A primeira legislação a tratar sobre fósseis refere-se ao Decreto-lei nº 4.146, de 4 de março de 1942, depósitos fossilíferos “são propriedade da nação dependendo a extração de espécimes de autorização prévia e fiscalização (...)” (Brasil, 1942; Rei; Mandelbaum, 2024). A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 216, que trata do que constitui o patrimônio cultural brasileiro, em seu inciso V incorpora os fósseis como parte dessa categoria quando diz “os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico” (Brasil, 1988). O artigo 20 da constituição em seus incisos I, IX e X, atribui aos fósseis a qualidade de bem da união, “I – os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vieram a ser atribuídos; IX – os recursos minerais, inclusive os do subsolo; X – as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos” (Brasil, 1988).

Quando se tratando da proteção do patrimônio fossilífero a Constituição Federal possui os artigos 23, 24 e 30. No artigo 23, que se refere a competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em seus incisos III e IV elenca “ III - proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos; IV - impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico ou cultural;(…) (Brasil, 1988). Em seu artigo 24, a competência dos Estados e do Distrito Federal, em seu inciso VII “proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e

paisagístico;” e seu inciso VIII “responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico; (...) (Brasil, 1988). Em seu artigo 30, no que se refere a competência protetiva dos municípios, em seu inciso IX diz “promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual” (Brasil, 1988). Qualquer ação que viole de alguma maneira o patrimônio fossilífero, pode ter consequências dentro do âmbito criminal, por se tratar de crime contra o patrimônio (Rei e Mandelbaum, 2024)

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Caracterização do material e da área analisados**

O material analisado foi o calcário laminado do Araripe, popularmente conhecido como "Pedra Cariri", que está instalado em calçadas do Centro Histórico da cidade de Manaus. Essa rocha é proveniente da Formação Crato (Bacia do Araripe), essa região possui uma atividade de mineração que se iniciou nos anos 40 e a partir de 1970 o calcário laminado passou a ter, efetivamente, a sua exploração comercial, sendo utilizadas como pedra de construção, lajes de pavimentação e tampos de mesa. Essa atividade passou a ser uma das principais fontes de renda da população local, pois o material é comercializado para todo o país (Vidal; Padilha, 2003; Corecco *et al.*, 2022). A cidade de Manaus adquiriu esse material em grande quantidade durante a revitalização da cidade nos anos 2000, por meio do Programa Monumenta e do Programa Manaus *Belle Époque*.

### **4.2. Identificação das rochas e fósseis**

As rochas foram identificadas a partir da observação, a olho nu, de suas características principais. De acordo com as descrições feitas por Viana; Neumann, 2002; Lima, 2013; Fambrini *et al.*, 2020; e Corecco *et al.*, 2022, essas rochas apresentam variações da cor bege, amarelo e avermelhado, além da presença de algas filamentosas nesse calcário laminado.

A identificação taxonômica dos fósseis foi realizada por meio de observação direta a olho nu, tanto durante a atividade de reconhecimento das rochas quanto com o apoio das imagens obtidas por meio de registro fotográfico digital. Todos os espécimes encontrados foram comparados com a literatura paleontológica da área, reunindo descrições morfológicas e critérios taxonômicos utilizados por diferentes autores (Duarte, 1985; Duarte, 1993; Neumann e Cabrera, 2002; Kunzmann *et al.*, 2004; Dilcher *et al.*, 2005; Polck *et al.*, 2015; Saraiva *et al.*, 2021).

### **4.3. Levantamento de material**

O levantamento de material foi realizado após a inspeção *in loco* em praças e ruas do Centro Histórico da cidade de Manaus, Amazonas, por meio de visitas técnicas aos diferentes locais. Os fósseis encontrados foram fotografados, utilizando câmera fotográfica digital de um

*smartphone* da marca Apple, modelo iPhone 11, com sistema de câmera traseira dupla com as seguintes especificações técnicas: uma lente grande-angular de 12 MP (abertura f/1.8) e uma lente ultra-angular de 12 MP (abertura f/2.4, com campo de visão de 120°).

#### **4.4. Georreferenciamento**

Para a realização dos registros dos materiais fósseis identificados durante o trabalho de campo, foi realizado o georreferenciamento dos pontos de observação por meio da obtenção de coordenadas geográficas, utilizando recursos de localização pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS) disponíveis no aparelho celular da marca Apple, modelo iPhone 11. As coordenadas registradas foram posteriormente organizadas e inseridas em ambiente digital para a construção de um mapa de localização. A produção do mapa de georreferenciamento foi realizada com o uso da plataforma *Google Earth*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Locais com ocorrência do calcário laminado da Formação Crato

Durante o levantamento de campo realizado no Centro Histórico de Manaus, foram identificadas ocorrências do calcário laminado, provenientes da Formação Crato da Bacia do Araripe, nos seguintes locais:

- Praça de São Sebastião ( $3^{\circ}07'48.2''S$ ;  $60^{\circ}01'20.0''W$ ) - localizada na Rua 10 de Julho, nas imediações do Teatro Amazonas. As rochas foram encontradas mais especificamente nas proximidades da praça, sendo a Rua 10 de Julho o ponto principal. Neste ponto foram encontrados 26 registros fossilíferos, sendo 14 fósseis de peixes e 11 de fragmentos vegetais (Figura 6);

Figura 6 - Áreas próximas à Praça São Sebastião. (A) Sorveteria Barbarella em frente a Praça São Sebastião; (B) Boutique Hotel - casa teatro (Largo)



Fonte: Autoria própria.

- Praça Dom Pedro II ( $3^{\circ}08'03.7''S$ ;  $60^{\circ}01'42.4''W$ ) - situada na Rua Bernardo Ramos, 283, em frente ao Museu da Cidade de Manaus. O calçamento do entorno da praça é constituído pelo calcário laminado associado ao calcário Lioz (rocha cretácea

proveniente da região de Lisboa, Portugal). Doze fósseis foram encontrados nesta localidade, sendo oito registros de peixes e quatro fragmentos vegetais. (Figura 7).

Figura 7 - Praça Dom Pedro II.

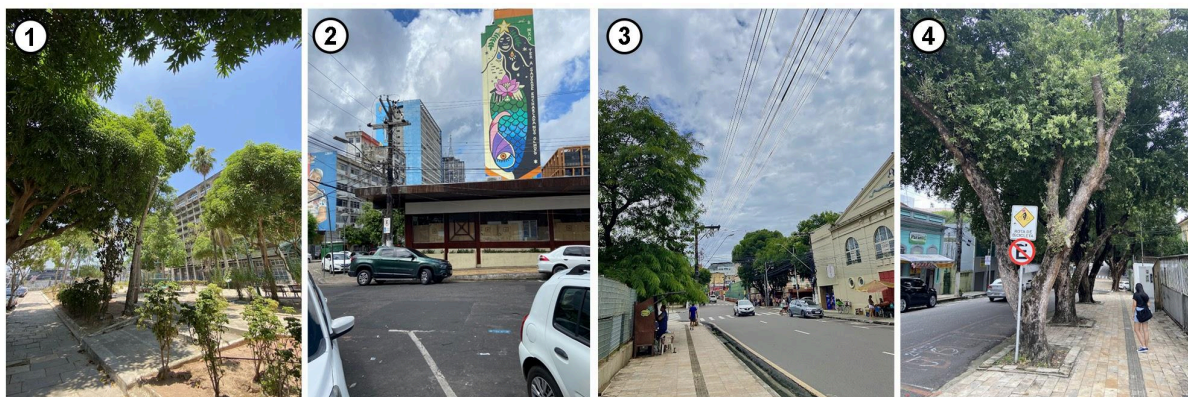


Fonte: Autoria própria.

- Rua José Clemente (3°07'50.4"S; 60°01'27.1"W) - foram realizados sete registros de fósseis, destes registros cinco são de peixes e dois de fragmentos vegetais;
- Avenida Sete de Setembro (3°08'05.2"S; 60°01'13.1"W) - foram realizados sete registros fósseis, destes dois são de fósseis de peixes e cinco de fragmentos vegetais;
- Avenida Floriano Peixoto (3°08'06.3"S 60°01'13.8"W) - foram realizados cinco registros fósseis, sendo um de peixe e quatro de fragmentos vegetais;
- Avenida Epaminondas (3°07'50.6"S; 60°01'35.6"W) - foi encontrado apenas um registro de fóssil, representado por um peixe.

Foram totalizados 57 registros fossilíferos nos calcários laminados ao longo da inspeção nas seis localidades acima descritas no Centro Histórico de Manaus, desses 23 foram possíveis de realizar a identificação, a partir dos registros encontrados e identificados foi elaborado o mapa de localização (Figura 8).

Figura 8 - Mapa de localização dos fósseis. (1) Praça Dom Pedro II; (2) Rua José Clemente e Av. Epaminondas; (3) Av. Floriano Peixoto e Av. Sete de Setembro; (4) Rua em frente ao Largo e Rua dez de julho.



Fonte de dados: Google Earth. Elaboração própria.

## 5.2. Identificação taxonômica dos registros fossilíferos

Os fósseis encontrados no calcário laminado instalados nas seis localidades anteriormente descritas são representados, principalmente, por restos de peixes e plantas. Há

também a existência de fósseis que não foram possíveis realizar uma identificação taxonômica precisa devido ao elevado estado de deterioração.

### 5.2.1. *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910

Reino Animalia

Classe: Actinopterygii

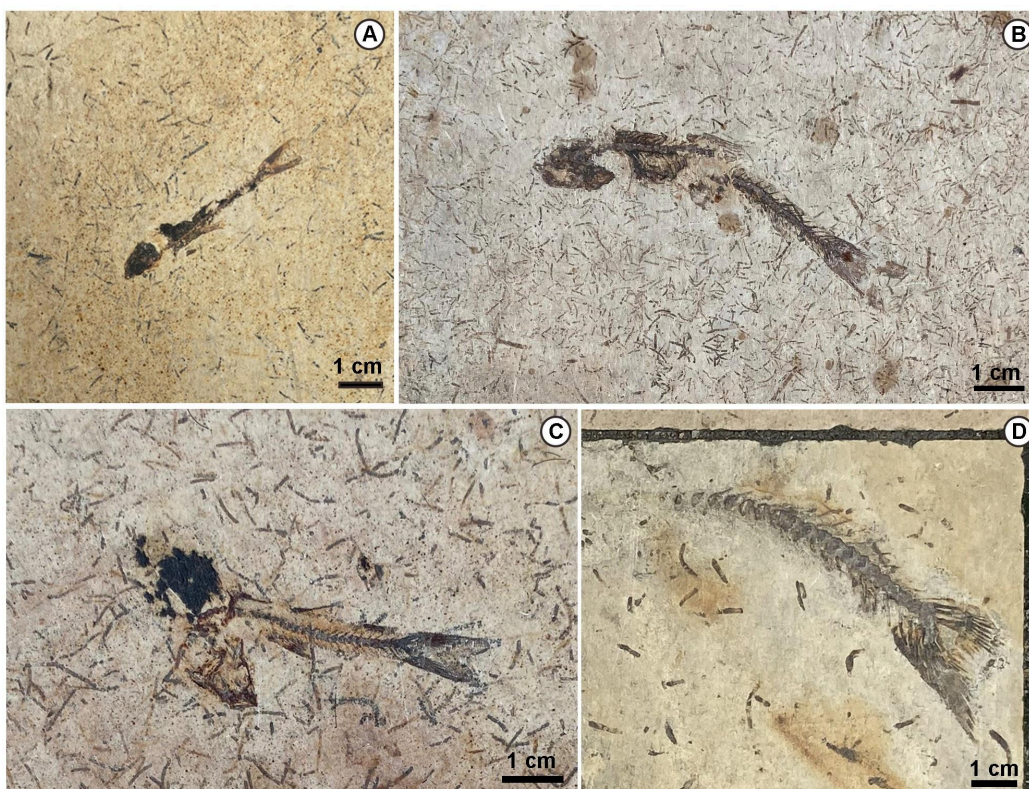
Ordem: Gonorynchiformes

Família: Chanidae

Gênero: *Dastilbe* Jordan, 1910

Os fósseis de peixes encontrados foram identificados como pertencentes à espécie *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910 (Actinopterygii) (Figura 9), devido às suas seguintes características morfológicas: tamanho médio, podendo atingir cerca de 21 cm de comprimento total, corpo ligeiramente alongado, cabeça grande e pontuda, boca pequena, opérculo grande e liso (Polck *et al.*, 2015). Esta é uma das mais abundantes espécies preservadas na rochas da Formação Crato, correspondendo a cerca de 90% dos fósseis coletados nessa unidade sedimentar, o que faz com que as demais espécies de peixes sejam menos comumente encontradas (Neumann; Cabrera, 2002).

Figura 9 - Espécimes de *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910.



Fonte: Autorial própria.

### 5.2.2. *Brachyphyllum obesum* Heer, 1881

Reino Plantae

Classe: Pinopsida

Ordem: Pinales

Família: Araucariaceae

Gênero: *Brachyphyllum* Brongniart, 1828

Foi identificada também a nível de espécie, a espécie *Brachyphyllum obesum* Heer, 1881 (Figura 10). Essa é uma espécie de conífera, que apresenta ramos alternos, râmulos numerosos, agregados, espessos, curtos, seus ramos laterais são opostos e seis baixos são alinhados no plano horizontal (Duarte, 1985; Kunzmann *et al.*, 2004).

### 5.2.3. *Welwitschiophyllum brasiliense* Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, Pons & Lott 2005 (?)

Reino: Plantae  
Classe: Gnetopsida  
Ordem: Welwitschiales  
Família: Welwitschiaceae  
Gênero: *Welwitschiophyllum*

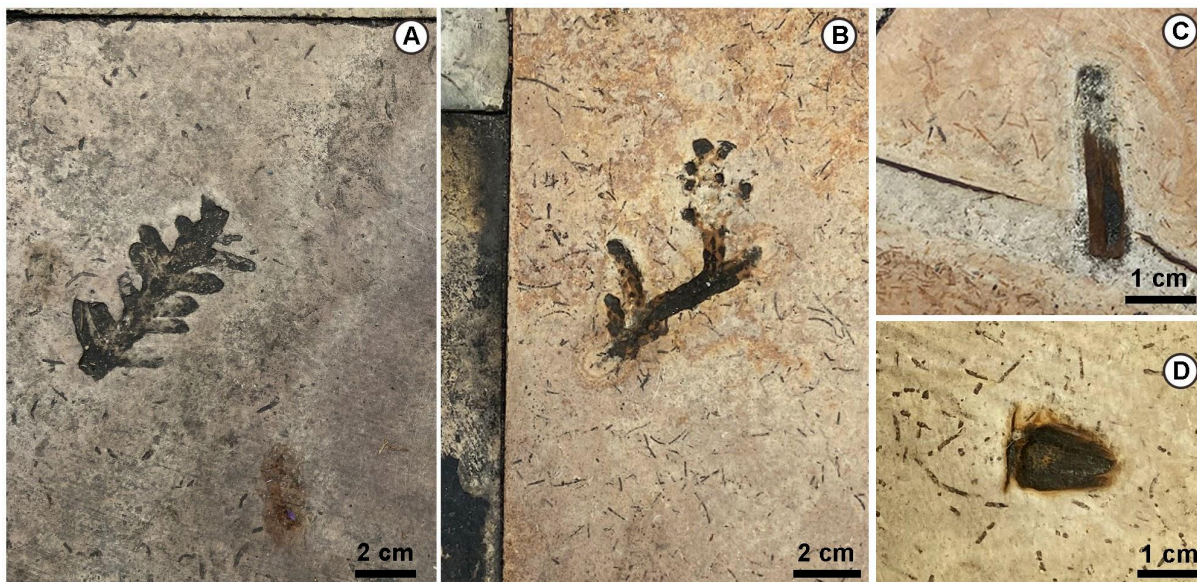
Alguns fósseis vegetais encontrados apresentaram características morfológicas que se assemelham à espécie vegetal *Welwitschiophyllum brasiliense*. Essa espécie possui folhas alongadas em formato triangular, são espessas e possuem textura coriácea. Suas nervuras são formadas por feixes vasculares convergentes perto do ápice (Dilcher *et al.*, 2005). Entretanto, em virtude do seu alto estágio de deterioração, esta atribuição deve ser considerada com cautela.

#### 5.2.4. *Araucarites vulcanoi* Duarte, 1993 (?)

Reino Plantae  
Classe: Coniferopsida  
Família: Araucariaceae  
Gênero: *Araucarites*

A espécie *Araucarites vulcanoi*, apresenta como características morfológicas uma forma trapezoidal, sua base é cuneiforme com margens curvadas e mais estreitas que o ápice. Possui na sua porção central uma cavidade obovada em que a semente deve estar inserida, sendo percorrida por uma quilha de forma longitudinal. A superfície é fibrosa e marcada por estrias longitudinais (Duarte, 1993). Novamente, esta atribuição deve ser considerada com cautela devido a baixa qualidade de preservação.

Figura 10 - Espécies fósseis identificadas no calcário laminado. (A - B) *Brachyphyllum obesum* Heer, 1881; (C) *Welwitschiophyllum brasiliense* Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, Pons & Lott 2005 (?); (D) *Araucarites vulcanoi* Duarte, 1993 (?).



Fonte: A autoria própria.

### 5.3. A importância do patrimônio fossilífero urbano para a cidade de Manaus

A identificação do patrimônio paleontológico presente no Centro Histórico de Manaus representa uma ampliação na compreensão da geodiversidade presente dentro do ambiente urbano e também uma conexão com a história, cultura e memória da cidade. Assim, este registro tem significativo potencial para ser explorado de diferentes formas.

Dentro do contexto educacional esses fósseis podem ser utilizados para a realização de diversas atividades. A partir da criação de um roteiro, por exemplo, é possível que alunos possam visitar os locais e observar esses fósseis, sendo, portanto, caracterizado como um espaço não formal de ensino e educação. Esses espaços permitem que os estudantes se envolvam de maneira mais ampla no processo de ensino-aprendizagem (Araújo *et al.*, 2011).

A utilização desses locais como espaços não formais educativos abre também a possibilidade de uma educação interdisciplinar, considerando que os fósseis do calcário laminado, presentes no Centro Histórico de Manaus, apresentam caráter científico, biológico, geográfico e histórico, podendo assim ser facilmente utilizados dentro do ensino básico.

Esses materiais podem também ser utilizados para a criação de um roteiro geoturístico, a partir do entendimento de que o geoturismo vai além do caráter estético, e está relacionado a experiências interpretativas, compreensão desses elementos, conhecendo fatos geológicos e

evolutivos (Queiroz *et al.*, 2019). Esse roteiro, sendo criado de maneira didática, de forma que possa atingir diferentes públicos, pode promover a conscientização sobre a importância da geoconservação. Com a valorização desses elementos da geodiversidade é possível que haja iniciativas que possam contribuir para a preservação do patrimônio geológico e paleontológico da cidade de Manaus.

#### **5.4. Deterioração das rochas e dos registros fossilíferos**

Infelizmente, parte significativa dos fósseis encontrados no calcário laminado instalados nas calçadas do Centro Histórico apresentam alto nível de deterioração, fazendo com que a identificação macroscópica desse material não seja possível de ser realizada (Figura 11). Essa deterioração está associada a diferentes agentes naturais e antrópicos, aos quais esses fósseis estão expostos, constantemente, desde sua instalação, no início dos anos 2000, Frascá (2003) em seu trabalho comprova que as rochas tendem a se alterar devido a exposição a às novas condições ambientais.

Figura 11 - Fósseis alterados por intemperismo químico-biológico.



Fonte: Autoria própria.

Entre os agentes naturais que atuam sobre essas rochas, o intemperismo parece ser particularmente agressivo ao calcário instalado no Centro Histórico. É possível observar que muitas das lajes encontradas possuem fraturas, fissuras e a perda de algumas partes, o que pode estar relacionado ao intemperismo físico, através da expansão e contração das rochas, devido ao aquecimento que é causado pela incidência de energia solar durante o dia e o resfriamento noturno. Na cidade de Manaus esse é um problema importante, pois a cidade possui um clima equatorial, sendo caracterizado por altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar ao longo de todo o ano. Em seu trabalho com o calcário lioz Oliveira (2022) observou as mesmas alterações nas rochas, associando também as ações do intemperismo causado pelas condições climáticas diferentes do país de origem desse calcário.

Em parte dessas rochas, foi possível observar também a alteração cromática (descoloração), que se trata da mudança da cor original da rocha. Por ser uma característica importante, essa alteração pode dificultar a identificação da rocha, . Isso ocorre devido ao

intemperismo químico, que pode ser causado pelas águas ácidas das chuvas associadas aos poluentes atmosféricos, que possuem substâncias que provocam alteração na coloração. Além disso, as alterações cromáticas ocorrem também devido a ações antrópicas, sendo a poluição ambiental a principal causa. Há uma grande quantidade de lixo descartado nos locais em que essa rocha está presente, com o tempo esses fatores exercem forte influência na degradação tanto da rocha quanto do fóssil presente nela. A alteração cromática também foi observada nos estudos de Nóbrega (2019) em que associou a perda dessa característica ao intemperismo químico. Dessa forma, há um prejuízo no valor estático que é perdido, assim como no próprio registro presente nela. As alterações químicas também podem provocar a destruição dos fósseis, além de intensificar a destruição de natureza física.

Foi possível observar ainda que, em alguns casos, a área onde o fóssil estava presente possuía retenção de água e desenvolvimento de lodo. Essa mistura de substâncias pode ter causado intenso intemperismo químico-biológico, em que ocorre a atividade de microorganismos que formam o biofilme sobre esses fósseis, já que nestes pontos os fósseis estão completamente apagados, a formação de biofilme causando essa alteração significativa nas rochas também foi descrita por Frascá (2003). Todas as degradações observadas acabam dificultando a identificação, e são também uma grande ameaça a conservação do patrimônio paleontológico *ex situ*, que com o tempo poderá ser completamente perdido.

## 6. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada no Centro Histórico de Manaus permitiu a identificação de rochas calcárias laminadas, possibilitando a análise de registros fossilíferos, que caracterizam um patrimônio paleontológico *ex situ*.

Foram registrados 57 fósseis nestes calcários, incluindo 31 de peixes e 26 de fragmentos vegetais, sendo 23 utilizados para realizar a identificação. Dentre esses, destacam-se as espécies identificadas *Dastilbe crandalli* e *Brachyphyllum obesum*, além de possíveis fósseis das espécies *Welwitschiophyllum brasiliense* e *Araucarites vulcanoi*.

A identificação de parte significativa dos fósseis foi desafiadora devido ao intenso desgaste observado decorrente do intemperismo causado pela alta pluviosidade e temperaturas da região, agravado por ações antrópicas intensas em um espaço urbano de grande circulação. Esse cenário evidencia a necessidade de uma maior atenção à conservação desse patrimônio paleontológico localizado no Centro Histórico de Manaus.

Os registros identificados possuem relevância não apenas para divulgação científica e histórica, mas também para o uso em atividades educativas e recreativas. Por meio do georreferenciamento e da caracterização desses elementos é possível desenvolver roteiros acadêmicos voltados para o ensino básico e superior, promovendo aulas práticas em espaços não formais de ensino e contribuindo para a valorização e preservação desse patrimônio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, E. S. N. N.; SOMAN, J. M.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. Ensino e aprendizagem de Biologia em trilhas interpretativas: o modelo contextual do aprendizado como referencial. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 31 - 56, 2011.
- ASSINE, M. L. **Análise Estratigráfica da Bacia do Araripe**. **Revista Brasileira de Geociências**. Rio de Janeiro, v. 22, p 289-300, 1992.
- AUGUSTO, W. C. B.; DEL LAMA, E. A. Roteiro geoturístico no centro da cidade de São Paulo. **Terra e Didática**, v 7(1):29-40, 2011.
- Australian Heritage Commission. **Australian Natural Heritage Charter**. 2nd ed. Australian Heritage Commission, Canberra, 2002.
- BARDOLA, T. P. **Caracterização paleoambiental dos carbonatos microbiais do Membro Crato, Formação Santana, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BORBA, A. W.; GUADAGNIN, F.; MATTÉ, V.; CARON, F.; FERREIRA, P. F.; KUMAIRA, S.; LOPES, R. P.; SELL, J. C.; DEGRANDI, S. M.; CORRÊA, A. P. S.; SILVA, E. L.; SOUZA, L. P. M.; URBAN, C.; SIMON, A. L. H.; BALDUÍNO, E.; VARGAS-PEIXOTO, D. Geoturismo na área de abrangência do COREDE Campanha ('metade sul' do Rio Grande do Sul, Brasil), parte II: elementos geopatrimoniais ex situ, contextos e identidades. **Terra Plural**, v. 13, n. 2, p. 496–512, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/13578>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm) Acesso em: 12 março 2025.
- BRASIL. Decreto-Lei no 4.146, de 4 de março de 1942. Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos. Coleção das Leis da República dos Estados Unidos do Brasil: Rio de Janeiro, DF, 31 dez. 1942. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Atos/del/1942/Del4256.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos/del/1942/Del4256.htm). Acesso em: 12 março. 2025.
- BRILHA, J. **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review**. The European Association for Conservation of the Geological Heritage, Braga, Portugal, 2016.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage editora, 2005.
- CARVALHO, I. S.; MELO, J. H. G. **Bacias Interiores do Nordeste. Chapada do Araripe**. In: HASUI, I.; CARNEIRO, C.D.R; ALMEIDA, F.F.M. & BARTORELLI, A. (orgs.) **Geologia do Brasil**. Editora BECA, São Paulo, p. 502-509, 2012.

CASTRO, M. H. N. **Reconstruindo a Belle Époque Manauara: Projeto de Revitalização do Entorno do Teatro**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2006.

Coleção de Prospectos da aldeia. João André Schwebel, 1756. Url: [http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo\\_digital/div\\_manuscritos/mss1095066/mss1095066.pdf](http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_manuscritos/mss1095066/mss1095066.pdf). acesso em: 25.03.2025.

CORECCO, L.; BEZERRA, F. I.; FILHO, W. F. S.; JÚNIOR, D. R. N.; SILVA, J. H.; FELIX, J. L. Petrological meaning of ethnostratigraphic units: Laminated Limestone of the Crato Formation, Araripe Basin, NE Brazil. **Pesquisas em Geociências**, v. 49, n. 1., 2022. doi.org/10.22456/1807-9806.121139 .

CRISTÍN, A.; PERRILLIAT, M. C. **Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico**, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 2011.

DAOU, A. M. L. **A Belle Époque Amazônica**. 3a. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004.

DILCHER, D. L.; OLIVEIRA, M. E. O.; PONS, D.; LOTT, T. T. Welwitschiaceae from the lower Cretaceous of northeastern Brazil. **American Journal of Botany**, v.92(8): p. 1294-1310, 2005.

DIXON, G. **Geoconservation: An International Review and Strategy for Tasmania**. Occasional Paper 35, Parks & Wildlife Service, Tasmania, 1996.

DUARTE L. **Vegetais fósseis da Chapada do Araripe, Brasil**. Coletânea de trabalhos paleontológicos do VIII Congresso de Paleontologia. Brasília, p 557-563, 1985.

DUARTE L. Restos de Araucariáceas da Formação Santana - Membro Crato (Aptiano), NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 65, 357-362, 1993.

EBERHARD, R. **Pattern & Process: Towards a Regional Approach to National Estate Assessment of Geodiversity**. Australian Heritage Commission, Canberra, 1997.

FAMBRINI, G. L., SILVESTRE, D. da C., BARRETO, A. M., SILVA-FILHO, W. F. da. **Estratigrafia da Bacia do Araripe: estado da arte, revisão crítica e resultados novos**. Geologia USP. Série Científica, v. 4, n. 20, p. 169-212, 2020. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v20-163467>.

FRASCÁ, M. H. B. O. **Estudos experimentais de alteração acelerada em rochas graníticas para revestimento**. 2003 Tese (Doutorado em Recursos minerais e Hidrogeologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley & Sons Ltd., 2004.

ICOMOS. **International council on Monuments and sites**. 2008. illustrated glossary on stone deterioration patterns. champigny/Marne, França: ICOMOS. 80p. Url: [https://openarchive.icomos.org/id/eprint/434/1/Monuments\\_and\\_Sites\\_15\\_ISCS\\_Glossary\\_Stone.pdf](https://openarchive.icomos.org/id/eprint/434/1/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf) . Acesso em: 25 março 2025.

KUNZMANN, L.; MOHR, B.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 2004. Gymnosperms from the lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). I Araucariaceae and Lindleycladus (incertae sedis). *Mitteilung aus dem Museum für Naturkunde zu Berlin, Geowissenschaftliche Reihe*. 155-175p.

LIMA, F. J.; SARAIVA, A. F.; SAYÃO, J. M. **Revisão da paleoflora das formações Missão Velha, Crato e Romualdo, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil**. *Estudos Geológicos* v.22, 2012.

LIMA, F. J. **Taxonomia e posicionamento estratigráfico de vegetais fósseis da Formação Romualdo, cretáceo inferior da Bacia do Araripe**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 94. 2013.

LIMA, R. H. C.; BARBOSA, R. C. M.; SILVA, L. L. C. **O Patrimônio Pétreo Cretáceo do Centro Histórico de Manaus**. In *Patrimônio em Pedra - São Paulo: Instituto de Geociências da USP, CAPES, CNPq, FAPESP*, 2021.

LOPES, L. S. O.; ARAÚJO, J. L. L. **Princípios e Estratégias de Geoconservação**. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v.3, n.7, p. 66-78, out. 2011.

MARTILL, D. M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. F. **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World**. Cambridge, Cambridge University Press. p. 625, 2007.

MATOS, R. M. D. The Northeast Brazilian rift system. *Tectonics*, 11(4), p.766-791, 1992. <https://doi.org/10.1029/91TC03092>.

MELLO, I. S. C.; CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. **Atlas de rochas ornamentais da Amazônia brasileira**. CPRM, 2011.

MANOSSO, F. C.; ONDICOL, R.P. **Geodiversidade: Considerações Sobre Quantificação e Avaliação da Distribuição Espacial**. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 35, p.90-100, 2012.

NASCIMENTO, M.; AZEVEDO, Ú. R.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a conservação do patrimônio geológico**. Rio de Janeiro: edição SBGeo, 2008.

NETO, T. O.; NOGUEIRA, R. J. B. Sociedades entre igarapés: as duas faces da bela Manaós. *Revista Labirinto*, Porto Velho, v. 24, n. 2, p. 392-415, 2016.

NEUMANN, V. H.; CABRERA L. 2002. **Características hidrogeológicas gerais, mudanças de salinidade e caráter enderréico do sistema lacustre Cretáceo do Araripe, NE Brasil**. *Revista de Geologia*, 15: 43-54.

NIETO, L. M. **Patrimonio Geológico, Cultura y Turismo**. Boletín del Instituto de Estudios Ginnenses, 2001.

NÓBREGA, T. S. **Avaliação de Patologias em Rochas de Edificações e Monumentos do Centro Histórico de Manaus/AM**. Trabalho Final de Graduação/UFAM. 56p, 2019.

OLIVEIRA, M. M. D. Sobre pedra, arquitetura e restauro. **Revista geonomos**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, p. 21-29, 2016.

POLCK, M. A. R.; CARVALHO, M. S. S.; GALLO, V.; MIGUEL, R. **Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe**. CPRM, Rio de Janeiro. 72p, 2015.

Prédios históricos da cidade de Manaus. [Imagem] Disponível em: <<https://www.amazonasemais.com.br/manaus/predio-da-alfandega-o-primeiro-pre-moldado-d-e-manaus-portao-de-entrada-da-borracha/>>. Acesso em: 01 maio 2025.

Prédios históricos da cidade de Manaus. [Imagem] Disponível em: <<https://emvisao.com/catedral-metropolitana-de-manaus-nossa-senhora-da-conceicao/>>. Acesso em: 01 maio 2025.

Prédios históricos da cidade de Manaus. [Imagem] Disponível em: <<https://www.amazonasemais.com.br/manaus/palacio-rio-negro-um-simbolo-de-poder-dos-ba-ros-da-borracha/>>. Acesso em: 01 maio 2025.

Prédios históricos da cidade de Manaus. [Imagem] Disponível em: <<https://cultura.am.gov.br/marco-na-preservacao-do-patrimonio-cultural-do-amazonas-centro-cultural-palacio-da-justica-celebra-18-anos/>>. Acesso em: 01 maio 2025.

Prédios históricos da cidade de Manaus. [Imagem] Disponível em: <<https://pt.dreamstime.com/%C3%B3pera-de-manaus-teatro-amazonas-no-rio-brasil-casa-%C3%A9-belle-epoque-inaugurada-em-maior-parte-dos-materiais-constru%C3%A7%C3%A3o-foram-image166010346>>. Acesso em: 01 maio 2025.

QUEIROZ, D. S.; DEL LAMA, E. A.; GARCIA, M. G. Proposta de roteiro geoturístico pelos prédios históricos do centro de Santos (SP). *Terra e Didática*, v. 15, p. 5 – 11. 2019. DOI: [doi.org/10.20396/td.v15i0.8654686](https://doi.org/10.20396/td.v15i0.8654686).

REI, F.; MANDELBAUM, D. Tráfico internacional de fósseis brasileiros: marco regulatório paleontológico. **Revista de Estudos e Comunicações da Universidade Católica de Santos**, p. 121 - 136, 2024. <https://doi.org/10.58422/releo2024.e1542>.

**Royal Society for Nature Conservation**. Online. Disponível em: <http://www.rscn.org.jo/orgsite/ContactUs/tabid/269/language/enUS/default.aspx>. Acesso em: 12-2023.

SARAIVA, A. A. F.; LIMA, F. J.; BARROS, O. A.; BANTIM, R. A. M. **Guia de fósseis da Bacia do Araripe**. Câmara Brasileira do Livro: São Paulo, 2021.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), 2002.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. 2002.

SILVA, D. T. C.; ALMADA, N. B.; MATIAS, L. V. S.; MACAMBIRA, A. C. S.; COSTA, G. B. C.; SOUSA, J. T. R. S.; HEIDEMANN, M. A. Caracterização Climatológica da Cidade de Manaus/AM. **Biodiversidade Brasileira**, 11(4): 60-71, 2021.

SILVA, I. V. **As Rochas Ornamentais Externas do Teatro Amazonas: Um Roteiro Geoturístico na Belle Époque Manauara**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

SILVA, N. S.; DANTAS, M. A. T.; RODRIGUES, A. C. C. Fósseis da macroflora do Crato, Bacia do Araripe (Eocretáceo) depositados na coleção científica do Laboratório de Ecologia e Geociências (UFBA), em Vitória da Conquista (BA). **Scientia Plena**, v. 17 (3), 2021. doi: 10.14808/sci.plena.2021.035301.

STANLEY, M. **Geodiversity Update**. Abstract for Natural And Cultural Landscapes Conference. Royal Irish Academy, Dublin, 2001.

TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B.; MELFI, A. J. "**Da rocha ao solo: intemperismo e pedogênese**". In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Orgs.) *Decifrando a Terra*. São Paulo, SP: Companhia Editora Nacional, 2009, 2ª ed. p. 134-157.

VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V. H. L. **Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE**: Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. SIGEP 5: 2002.

VIDAL, F. W. H.; PADILHA, M. W. M. **A indústria extrativa da pedra cariri do Estado do Ceará: problemas x soluções**. Fortaleza, IV Srone, 2003.