



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA

ANDRÉIA OLIVEIRA MACEDO

**O PALEOAMBIENTE E AS OCUPAÇÕES HUMANAS PRÉ-HISTÓRICAS NA
REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA: análise geoarqueológica dos depósitos
quaternários**

Recife

2023

ANDRÉIA OLIVEIRA MACEDO

**O PALEOAMBIENTE E AS OCUPAÇÕES HUMANAS PRÉ-HISTÓRICAS NA
REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA: análise geoarqueológica dos depósitos
quaternários**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Arqueologia. Área de concentração: Arqueologia e Conservação do Patrimônio Cultural

Orientadora: Prof^a. Dra. Gisele Daltrini Felice

Recife

2023

Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

Macedo, Andréia Oliveira.

quaternários / Andréia Oliveira Macedo. – 2023.

270 f. : il. ; tab. ; 30 cm.

Orientadora : Gisele Daltrini Felice.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.

Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Recife, 2023.

Inclui referências.

1. Arqueologia. 2. Parque Nacional da Serra da Capivara (PI). 3.

Paleoantropologia. 4. Geologia estratigráfica - Quaternário. 5. Calcretes.

6. Indicativos paleoambientais. I. Felice, Gisele Daltrini (Orientadora). II.

Título.

930.1 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2023-072)

ANDRÉIA OLIVEIRA MACEDO

**O PALEOAMBIENTE E AS OCUPAÇÕES HUMANAS PRÉ-HISTÓRICAS NA
REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA: análise geoarqueológica dos depósitos
quaternários**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Arqueologia. Área de concentração: Arqueologia e Conservação do Patrimônio Cultural.

Aprovado em: 15/03/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Gisele Daltrini Felice (Orientadora)
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Prof.^a Dr.^a Anne-Marie Pessis (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Maria Gabriela Martin Ávila (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Bruno de Azevêdo Cavalcanti Tavares (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Leandro Elias Canaan Mageste (Examinador Externo)
Universidade Federal do Vale do São Francisco

AGRADECIMENTOS

Aos examinadores Dra. Anne Marie Pessis, Dra. Gabriela Martin Ávila, Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa, Dr. Bruno de Azevêdo Cavalcanti Tavares e Dr. Leandro Elias Canaan Mageste, pelas inestimáveis contribuições. E aos suplentes Dra. Maria Fatima Ribeiro Barbosa e Dr. Alencar de Miranda Amaral.

À professora Gisele Daltrini Felice pela orientação e ensinamentos, que sem dúvida me acompanharão por toda a minha vida profissional e, por toda a jornada desde o mestrado até o encerramento deste ciclo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), pela bolsa de doutorado.

À Fundação Museu do Homem Americano (FUMDHAM) e ao Instituto Nacional de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido (INAPAS), pelo suporte institucional e técnico, pela viabilização das datações por Radiocarbono e LOE e pela criação do Laboratório de Sedimentologia no Centro Cultural Sérgio Motta (FUMDHAM), onde as análises granulométricas foram realizadas.

À toda equipe FUMDHAM/INAPAS.

Ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em especial a querida Luciane Borba Carvalho, secretária da Pós-Graduação, por toda gentileza e cuidado.

A todos os professores da UNIVASF, UESPI e UFPE que fizeram parte da minha história acadêmica e contribuíram com a minha formação.

Ao Senhor Valdir Costa pela autorização de acesso e coleta de amostras de sedimento no sítio Toca do Serrote das Moendas.

À Dona Catarina Santana (in memoriam) e família por viabilizarem os trabalhos na Lagoa dos Porcos.

À José Nicodemos Chagas Júnior pela realização das imagens de drone do sítio Lagoa dos Porcos.

À minha família, meus pais Ivo e Marta por acreditarem nos meus projetos de vida e em especial a minha irmã Kátia e a minha sobrinha Camila, por todo apoio e incentivo durante a caminhada.

A todos os meus amigos e colegas pelo apoio e torcida.

As pesquisadoras Dra. Anne Marie Pessis e Dra. Niède Guidon, pela idealização da criação em São Raimundo Nonato-PI, do Bacharelado em Arqueologia e Preservação Patrimonial da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), onde ingressei no mundo da Arqueologia.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigada!!

RESUMO

A presente pesquisa propôs estudar distintos ambientes onde a presença de sedimentos depositados, de vestígios arqueológicos e de formações carbonáticas foram os elementos comuns para a escolha dos sítios arqueológicos Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa do Porcos localizados no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara no sudeste do Piauí. O propósito da investigação foi o de verificar a relação entre a formação dos depósitos quaternários e os registros arqueológicos em ambientes cárstico, paleodrenagem e lacustre. Utilizando diferentes escalas de análise propostas para estudos geoarqueológicos, foi possível obter dados que auxiliam na compreensão das indissociáveis dinâmicas ambiental/cultural. Verificou-se que fluxos de lama e detritos foram os principais agentes de deposição no sítio Toca do Serrote das Moendas, tendo ocorrido a ocupação humana holocênica neste sítio após o último evento desta deposição, enquanto para o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar a ocupação também holocênica ocorre sobre a deposição do pedimento dissecado. E por fim, na Lagoa dos Porcos dois momentos formaram o registro arqueológico, o primeiro durante o Pleistoceno, quando em ambiente com grande disponibilidade de água peças líticas foram carregadas junto com ossos da paleofauna para dentro da lagoa e um segundo momento, quando após períodos de aporte de sedimentos e preenchimento da paleolagoa, eventos holocênicos pluviais e de colúvio deslocaram mais uma vez os vestígios para a porção interna superficial da lagoa. Verificou-se ainda que nos três sítios estudados, diferentes calcretes foram formados e servem como indicativos paleoambientais.

Palavras-chave: Serra da Capivara; depósitos quaternários; registro arqueológico; calcretes; indicativos paleoambientais.

ABSTRACT

This research proposed to study different environments where the presence of deposited sediments, archaeological remains and carbonate formations were the common elements for choosing the archaeological sites Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar and Lagoa do Porcos located in the surroundings of the Serra da Capivara National Park in southeastern of Piauí. The purpose of the investigation was to verify the relationship between the formation of Quaternary sedimentary deposits and the archaeological records in karst, paleodrainage and lake environments. Using different scales of analysis proposed for geoarchaeological studies, it was possible to obtain data that help in understanding the inseparable environmental/cultural dynamics. It was verified that flows of mud and debris were the main deposition agents in the Toca do Serrote das Moendas site, with Holocene human occupation having occurred in this site after the last event of this deposition, while for the Estrada da Lagoa do Aldemar site the occupation also Holocene occurs on the deposition of the dissected pediment. And finally, in Lagoa dos Porcos two moments formed the archaeological record, the first during the Pleistocene, when in an environment with great availability of water lithic pieces were carried along with paleofauna bones into the lagoon and a second moment, when after periods of sediment input and filling of the paleolagoon, Holocene rainfall and colluvium events once again displaced archaeological remains to the superficial internal portion of the lagoon. It was also verified that in the three sites studied, different calcretes were formed and serve as paleoenvironmental indicators.

Keywords: Serra da Capivara; quaternary deposits; archaeological record; calcretes; paleoenvironmental indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios arqueológicos do período Pleistoceno.....	40
Figura 2 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios arqueológicos dos períodos Pleistoceno/Holoceno e Holoceno antigo.....	42
Figura 3 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios arqueológicos do período Holoceno médio.....	44
Figura 4 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização das aldeias ceramistas.	46
Figura 5 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios ceramistas em abrigo arenítico.	47
Figura 6 - Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões e entorno: localização dos sítios arqueológicos com remanescentes ósseos humanos datados diretamente.	52
Figura 7 - Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões e entorno: localização dos sítios arqueológicos com remanescentes ósseos humanos datados indiretamente.	57
Figura 8 - Mapa de localização do Parque Nacional Serra da Capivara com a delimitação da área proposta para o Geoparque Serra da Capivara (limite preto).....	60
Figura 9 - A - Toca do Serrote das Moendas, em ambiente de maciço calcário, B - Estrada da Lagoa do Aldemar, em área de paleodrenagem e C - Lagoa dos Porcos, em ambiente lacustre.....	69
Figura 10 - Porção de entorno do Parque Nacional Serra da Capivara com a borda do planalto, a área cárstica (quatro ocorrências cartografadas destacadas em azul) e o pedimento.	70
Figura 11 - Localização do Sítio Toca do Serrote das Moendas (ponto vermelho) no maciço calcário.....	77
Figura 12 - Sítio Toca do Serrote das Moendas.	78
Figura 13 - Entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.....	78
Figura 14 - Perfil de elevação do topo do maciço calcário, onde está localizado o sítio Toca do Serrote das Moendas.....	79
Figura 15 - Perfil de elevação da entrada da caverna (sítio) Toca do Serrote das Moendas....	79

Figura 16 - Plano inicial com a delimitação dos cinco setores de escavação no sítio Toca do Serrote das Moendas.....	82
Figura 17 - Plano inicial e perfil com desnível de 10 m entre a entrada da caverna e o setor 1, Toca do Serrote das Moendas.....	83
Figura 18 - Raspador em quartzito.	84
Figura 19 - Raspador em sílex.....	84
Figura 20 - Raspador em quartzito.	85
Figura 21 - Percutor/Polidor em quartzito.....	85
Figura 22 - Bloco gravado.....	86
Figura 23 - Fragmento de borda-bojo com tratamento de superfície externa alisado e corrugado.	86
Figura 24 - Fragmentos reconstituídos formando uma base corrugada.....	87
Figura 25 - Fragmentos reconstituídos formando uma base alisada.	87
Figura 26 - Plano com a distribuição dos setores e a localização dos três esqueletos humanos.	88
Figura 27 - Esqueleto 1, criança, evidenciado no setor 2.....	89
Figura 28 - Esqueleto 2, criança, evidenciado no setor 3.....	89
Figura 29 - Esqueleto 3, indivíduo adulto evidenciado no setor 2.	90
Figura 30 - Localização do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar (ponto vermelho).....	92
Figura 31 - Área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	92
Figura 32 - Sedimento silte-argilo-arenoso de coloração avermelhada que recobre o calcrete de coloração branca.	93
Figura 33 - Plano inicial com a distribuição dos vestígios de superfície e a localização da sondagem 1, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	95
Figura 34 - Fogueira, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.....	95
Figura 35 - Raspador em arenito silicificado.....	96
Figura 36 - Raspador em quartzito.	96
Figura 37 - Raspador em quartzito.	97
Figura 38 - Ferramenta com reentrância em arenito silicificado.....	97
Figura 39 - Raspador lateral em quartzito.	98
Figura 40 - Raspador em arenito silicificado.....	98
Figura 41 - Raspador em quartzo.	99
Figura 42 - Raspador em arenito silicificado.....	99
Figura 43 - Núcleo em quartzito.....	100

Figura 44 - Núcleo em quartzito.....	100
Figura 45 - Lasca com córtex em arenito silicificado.	101
Figura 46 - Lasca com córtex em quartzito.	101
Figura 47 - Localização do Sítio Lagoa dos Porcos (ponto vermelho).	102
Figura 48 - Aérea do sítio Lagoa dos Porcos no período de inverno.	103
Figura 49 - Delimitação da Lagoa dos Porcos com a localização das sondagens, trincheiras e áreas 1 e 2 escavadas no depocentro.....	105
Figura 50 - Área de escavação no depocentro da Lagoa dos Porcos.....	106
Figura 51 - Matacões e afloramentos de gnaiss na superfície da Lagoa dos Porcos.	106
Figura 52 - Identificação de vestígios líticos na superfície da Lagoa dos Porcos.	107
Figura 53 - Plano inicial com a distribuição dos vestígios líticos na superfície do sítio Lagoa dos Porcos.....	108
Figura 54 - Localização em subsuperfície dos vestígios líticos e ossos da paleofauna nas áreas 1 e 2 escavadas no depocentro da Lagoa dos Porcos.....	109
Figura 55 - Localização das 11 peças líticas evidenciadas associadas aos ossos da paleofauna na camada mais profunda, nas áreas de escavação 1 e 2 da Lagoa dos Porcos...	110
Figura 56 - A, B e C são lascas em sílex e D, E e F são ferramentas em sílex, coletadas na área 1 da escavação da Lagoa dos Porcos.	111
Figura 57 - Lâmina de machado em gnaiss.	112
Figura 58 - Núcleo em granito.....	112
Figura 59 - Fases fluvial e lacustre da Lagoa dos Porcos.....	113
Figura 60 - Concentração de ossos da paleofauna em meio a seixos, calhaus e blocos.....	113
Figura 61 - Concentração de ossos da paleofauna em meio a seixos, calhaus e matacão.....	114
Figura 62 - Perfil estratigráfico 3 da Lagoa dos Porcos com descrição das camadas e localização das datações por LOE e ¹⁴ C.....	116
Figura 63 - Dentes de Gomphotheriidae e Toxodontidae datados por EPR.....	117
Figura 64 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos maciços calcários (círculos laranja) entre o front da cuesta e o rio Piauí, no município de Coronel José Dias.....	137
Figura 65 - Relevos cársticos no município de Coronel José Dias, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.....	138
Figura 66 - Modelos de perfis ideais de calcretes pedogênicos. (A) perfil com predomínio de horizontes com passagens bruscas, proposto por Esteban & Klappa (1983) e (B) perfil com horizontes de passagens graduais, idealizado por Wright (2007).	147

Figura 67 - Fluxograma da pesquisa.....	152
Figura 68 - Levantamento topográfico inserindo os dois perfis estratigráficos amostrados no sítio Toca do Serrote das Moendas.	154
Figura 69 - Coleta de amostras de sedimento no perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.	155
Figura 70 - Perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.	155
Figura 71 - Perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	157
Figura 72 - Coleta de amostras de sedimento do perfil estratigráfico Nordeste, no sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.....	157
Figura 73 - Coleta de amostras de sedimento no perfil estratigráfico 4, no sítio Lagoa dos Porcos.	158
Figura 74 - Amostra da camada 1A, perfil estratigráfico 1, sítio Toca do Serrote das Moendas.	164
Figura 75 - Amostra da camada 13, perfil estratigráfico 1, sítio Toca do Serrote das Moendas.	164
Figura 76 - Amostra da camada 2, perfil estratigráfico 2, sítio Toca do Serrote das Moendas.	165
Figura 77 - Amostra da camada 4, perfil estratigráfico Nordeste, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	165
Figura 78 - Amostra da camada 7, perfil estratigráfico Nordeste, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	166
Figura 79 - Amostra de sedimento com nódulos carbonáticos, camada 2 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.	166
Figura 80 - Separação dos nódulos carbonáticos da matriz do sedimento da camada 2, do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.....	167
Figura 81 - Nódulos carbonáticos, camada 2 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.	167
Figura 82 - Amostra de sedimento com nódulos carbonáticos, camada 4 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.	168
Figura 83 - Separação dos nódulos carbonáticos da matriz do sedimento da camada 4, do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.....	168
Figura 84 - Nódulos carbonáticos, camada 4 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.	169
Figura 85 - Distribuição espacial dos sítios pesquisados.	171

Figura 86 - Crista de calcário metamórfico e entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.	175
Figura 87 - Cristas e afloramentos de rocha calcária metamorfozizada em meio ao latossolo vermelho.	176
Figura 88 - Contexto ambiental do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	177
Figura 89 - Pavimento detrítico na superfície do pedimento dissecado.	178
Figura 90 - Processos erosivos expondo o calcrete pedogênico na área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	178
Figura 91 - Ravina na área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	179
Figura 92 - Sondagem realizada no terraço lacustre expondo o solo arenoso.	181
Figura 93 - Detalhe do perfil estratigráfico com sedimentos arenosos de coloração clara. ...	181
Figura 94 - Sondagem expondo o pedimento dissecado com matriz de sedimento silte-argiloso e com a presença de clastos de gnaiss e exposição de parte do gnaiss do embasamento rochoso.	182
Figura 95 - Detalhe do perfil estratigráfico com o pedimento dissecado de coloração avermelhada.	183
Figura 96 - Localização do sítio arqueológicos e paleontológico Lagoa dos Porcos, do sítio Oficina Lítica Lagoa dos Porcos e das sondagens.	184
Figura 97 - Contexto ambiental do sítio Lagoa dos Porcos.	185
Figura 98 - Localização do sítio Lagoa dos Porcos na rede de drenagem.	185
Figura 99 - Blocos calcários abatidos ou desmoronados na entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.	188
Figura 100 - Blocos calcários abatidos ou desmoronados evidenciados na entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.	189
Figura 101 - Primeiro piso no interior da caverna.	189
Figura 102 - Resquícios de sedimentos incrustados constituindo no teto formando uma brecha.	190
Figura 103 - Espeleotema do tipo couve-flor parcialmente recoberto por sedimentos.	191
Figura 104 - Porções da caverna com superfície inclinada.	191
Figura 105 - Perfis estratigráficos 1 e 2 localizados nos setores 2 e 3.	192
Figura 106 - Localização do perfil estratigráfico 1 no setor 2.	192
Figura 107 - Localização do perfil estratigráfico 2 no setor 3.	193
Figura 108 - Síntese das análises do perfil 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.	197
Figura 109 - Síntese das análises do perfil 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.	200

Figura 110 - Setores 2 e 3 após a retirada da camada 1 e topo da camada 2 sendo evidenciado.	206
Figura 111 - Escorrimento que tem origem na parede da caverna e forma o espeleotema do tipo véu de noiva.	207
Figura 112 - Antiga brecha na porção de contato entre o teto rebaixado e os sedimentos depositados.	208
Figura 113 - Ossos da paleofauna em conexão anatômica evidenciados no setor 1.	210
Figura 114 - Fragmentos de cerâmica evidenciados na decapagem 1 dos setores 2 e 3.	211
Figura 115 - Fragmentos de cerâmica evidenciados na decapagem 2 do setor 2.	211
Figura 116 - Localização dos esqueletos humanos.	212
Figura 117 - Esqueleto 1 sendo evidenciado no setor 2.	213
Figura 118 - Esqueleto 3 recoberto por sedimentos com deposição de carbonato.	214
Figura 119 - Esqueleto 2 evidenciado no setor 3.	214
Figura 120 - Perfil Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	216
Figura 121 - Síntese das análises do perfil Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	220
Figura 122 - Vestígios líticos em meio ao pavimento detrítico em superfície.	225
Figura 123 - Estrutura de fogueira evidenciada em subsuperfície.	225
Figura 124 - Escavação e retirada dos sedimentos que recobriam a estrutura de fogueira.	226
Figura 125 - Fogueira in situ recoberta por sedimentos.	227
Figura 126 - Sondagem 2 expondo o perfil de pedimento dissecado.	228
Figura 127 - Sondagem 2 expondo o calcrete subjacente ao pedimento dissecado.	228
Figura 128 - Perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.	230
Figura 129 - Síntese das análises do perfil 4 do sítio Lagoa dos Porcos.	234
Figura 130 - Defesa e ossos da paleofauna, seixos e blocos na mesma camada.	240
Figura 131 - Vestígio lítico na mesma camada dos ossos da paleofauna.	241
Figura 132 - Detalhe do vestígio lítico.	241
Figura 133 - Matakão arredondado depositado na base camada 5.	242
Figura 134 - Conjuntos de ossos da paleofauna.	243
Figura 135 - Conjunto de ossos da paleofauna.	243
Figura 136 - Identificação e coleta de vestígios líticos na superfície.	246
Figura 137 - Perfis compostos dos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos.	249

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.....	194
Gráfico 2 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.....	194
Gráfico 3 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.....	198
Gráfico 4 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.....	198
Gráfico 5 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	217
Gráfico 6 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.....	217
Gráfico 7 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico 4 do sítio Lagoa dos Porcos.	231
Gráfico 8 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico 4 do sítio Lagoa dos Porcos.	231

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização dos sítios pesquisados nos municípios de Coronel José Dias e São Lourenço do Piauí, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.....	59
Mapa 2 - Geologia da área de estudo, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, com a localização dos sítios pesquisados.	62
Mapa 3 - Formação Barra Bonita aflorando da cidade de São Raimundo Nonato até São João do Piauí, se expondo pelo vale do rio Piauí.	65
Mapa 4 - Padrões de relevo do Estado do Piauí com destaque para a região de estudo.	67
Mapa 5 - Solos da área de estudo no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.....	71
Mapa 6 - Hidrografia da região de entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.	73
Mapa 7 - Localização dos sítios arqueológicos pesquisados.....	76
Mapa 8 - Localização do sítio Toca do Serrote das Moendas em relação a hidrografia.	81
Mapa 9 - Localização do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar em relação a hidrografia.....	94
Mapa 10 - Localização do sítio Lagoa dos Porcos em relação a hidrografia.	104
Mapa 11 - Geologia e elementos estruturais da área de estudo, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, com a localização dos sítios pesquisados.....	172

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Proposta crono-cultural elaborada por Parenti (2001).	38
Quadro 2 - Proposta tecnocultural elaborada por Lourdeau & Pagli (2014), Pagli et al. (2016) e Lucas (2020).	38
Quadro 3 - Sítios arqueológicos localizados na região da Serra da Capivara, Serra das Confusões e entorno com remanescentes ósseos humanos datados diretamente.	49
Quadro 4 - Sítios arqueológicos localizados na região da Serra da Capivara, Serra das Confusões e entorno com remanescentes ósseos humanos datados indiretamente.	53
Quadro 5 - Sítios em áreas cársticas, cadastrados pela Fumdhm, nos municípios de São Raimundo Nonato e Coronel José Dias, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.	138
Quadro 6 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico 1, no sítio Toca do Serrote das Moendas.	156
Quadro 7 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico 2, no sítio Toca do Serrote das Moendas.	156
Quadro 8 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico Nordeste, no sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	158
Quadro 9 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico 4, no sítio Lagoa dos Porcos.	159
Quadro 10 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.	195
Quadro 11 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose do perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.	199
Quadro 12 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose dos sedimentos do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	218
Quadro 13 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose dos sedimentos do perfil estratigráfico 4 do sítio Lagoa dos Porcos.	232

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Correlação dos dados sedimentológicos, geocronológicos e paleovegetacionais obtidos para o sítio Toca do Serrote das Moendas.	202
Tabela 2 - Correlação dos dados sedimentológicos, geocronológicos e paleovegetacionais obtidos para o perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.	222
Tabela 3 - Correlação dos dados sedimentológicos, geocronológicos e paleovegetacionais obtidos para o perfil 4 do sítio Lagoa dos Porcos.	236

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	PALEOAMBIENTE NO SEMIÁRIDO NORDESTINO E ARQUEOLOGIA DA REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA	24
2.1	O PALEOAMBIENTE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO	25
2.1.1	Depósito sedimentar como indicador paleoambiental	25
2.1.2	Paleovegetação como indicador paleoambiental	28
2.1.3	Espeleotema como indicador paleoambiental	30
2.1.4	Paleofauna como indicador paleoambiental	31
2.2	PALEOAMBIENTE NA REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA	32
2.3	O CONTEXTO DAS OCUPAÇÕES HUMANAS PRETÉRITAS NA REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA.....	36
2.3.1	As ocupações humanas dos caçadores-coletores do Pleistoceno	39
2.3.2	As ocupações humanas dos caçadores-coletores da transição Pleistoceno/Holoceno e Holoceno antigo	41
2.3.3	As ocupações humanas dos caçadores-coletores do Holoceno médio.....	42
2.3.4	As ocupações humanas dos grupos ceramistas do Holoceno recente e Holoceno final	45
2.4	REMANESCENTES ÓSSEOS HUMANOS	47
3	ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO	59
3.1	LOCALIZAÇÃO	59
3.2	ARCABOUÇO GEOLÓGICO	61
3.3	COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA.....	66
3.4	COBERTURA PEDOLÓGICA	70
3.5	ASPECTOS CLIMÁTICOS E REDE DE DRENAGEM	71
3.6	COBERTURA VEGETAL	74
4	CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SÍTIOS PESQUISADOS.....	76
4.1	SÍTIO TOCA DO SERROTE DAS MOENDAS	76

4.1.1 Contexto Ambiental	76
4.1.2 Contexto Arqueológico e Paleontológico.....	82
4.2 SÍTIO ESTRADA DA LAGOA DO ALDEMAR.....	91
4.2.1 Contexto Ambiental	91
4.2.2 Contexto Arqueológico	94
4.3 SÍTIO LAGOA DOS PORCOS	102
4.3.1 Contexto Ambiental	102
4.3.2 Contexto Arqueológico e Paleontológico.....	104
5 APORTES TEÓRICOS E CONCEITUAIS	118
5.1 A INTERFACE ENTRE A ARQUEOLOGIA E AS CIÊNCIAS DA TERRA	118
5.2 DINÂMICA DOS PROCESSOS FORMADORES DE CONTEXTO: DEPÓSITO SEDIMENTAR E REGISTRO ARQUEOLÓGICO	121
5.2.1 Principais etapas de formação de depósitos sedimentares	122
5.2.2 Processos de formação do registro arqueológico: dinâmicas culturais e naturais	125
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE CÁRSTICO DE CAVERNA	132
5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS PALEODRENAGENS E AMBIENTES LACUSTRES	140
5.5 CALCRETES: FORMAÇÕES CARBONÁTICAS INDICADORAS DE VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS	143
6 MATERIAIS E MÉTODOS.....	149
6.1 PROCEDIMENTOS DE CAMPO.....	153
6.2 MÉTODO PARA ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA.....	159
6.2.1 Análise Granulométrica.....	159
6.2.2 Luminescência Opticamente Estimulada - LOE	161
6.2.3 Radiocarbono (AMS) e Isótopos de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$).....	162
7 CORRELAÇÃO DOS DADOS E INTERPRETAÇÕES GEOARQUEOLÓGICAS	170
7.1 OS ENFOQUES MACRO E MESO DA ÁREA DE PESQUISA	170

7.2	ENFOQUE MICRO - CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO TOCA DO SERROTE DAS MOENDAS	187
7.2.1	Caracterização sedimentológica	192
7.2.2	Caracterização geocronológica	200
7.2.3	Caracterização paleovegetacional.....	209
7.2.4	Formação do registro paleontológico e arqueológico	209
7.3	ENFOQUE MICRO - CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO ESTRADA DA LAGOA DO ALDEMAR	216
7.3.1	Caracterização sedimentológica	217
7.3.2	Caracterização geocronológica	220
7.3.3	Caracterização paleovegetacional.....	224
7.3.4	Formação do registro arqueológico	224
7.4	ENFOQUE MICRO - CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO LAGOA DOS PORCOS	229
7.4.1	Caracterização sedimentológica	230
7.4.2	Caracterização geocronológica	234
7.4.3	Caracterização paleovegetacional.....	239
7.4.4	Formação do registro paleontológico e arqueológico	239
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	248
	REFERÊNCIAS.....	253

1 INTRODUÇÃO

A área arqueológica da Serra da Capivara, localizada no semiárido piauiense, apresenta uma paisagem com diversidade de recursos e ambientes propícios para ocupação humana desde a pré-história, sendo que o atual clima semiárido tem permitido que informações paleoambientais fiquem registradas nos diferentes ambientes de depósitos sedimentares quaternários, onde a presença da paleofauna associada a vestígios antrópicos tem sido gradativamente recorrente, demonstrando tanto mudanças climáticas, quanto coexistência entre grupos humanos e fauna pleistocênica.

A diversidade ambiental da região semiárida do nordeste brasileiro e sua longa ocupação humana, desde o pleistoceno final até os dias atuais, têm permitido a realização de pesquisas que verifiquem tanto as mudanças ambientais ocorridas, quanto a formação do registro arqueológico, que estudados de forma conjunta permitem obter dados que auxiliem no conhecimento do paleoambiente, na reconstituição da paisagem e na compreensão sobre a ocupação humana pretérita. As mudanças, principalmente climáticas, refletem nas dinâmicas de sedimentação e ficam registradas nas diferentes áreas de recepção de sedimentos, como nos sítios arqueológicos, nas paleolagoas e nas cavernas, que guardam em suas estratigrafias informações sobre a indissociável história ambiental/cultural.

A pesquisa desenvolvida no âmbito desta tese de doutorado, tem como objetivo principal verificar a relação entre a formação dos depósitos sedimentares e os registros arqueológicos em ambientes cárstico, de paleodrenagem e lacustre, com as condições paleoambientais vigentes no final do Pleistoceno e Holoceno, na região da Serra da Capivara.

Com o intuito de realizar esta verificação, a seguinte questão arqueológica foi formulada para ser investigada no decorrer da pesquisa: Como as mudanças ambientais influenciaram na formação dos depósitos sedimentares arqueológicos em ambientes cárstico, de paleodrenagem e lacustre na região da Serra da Capivara?

A hipótese levantada para elucidar o problema da presente pesquisa é que o processo de formação dos depósitos sedimentares arqueológicos foi influenciado pelas corridas de lama nos ambientes cársticos, pela formação de calcários secundários nas paleodrenagens e pelas deposições de cascalheiras, sedimentos arenosos e argilas nas paleolagoas, tendo ocorrido nesses ambientes reflexos das mudanças climáticas, que resultaram nos eventos responsáveis pelo soterramento dos materiais arqueológicos em pelo menos dois períodos cronológicos

distintos: o mais antigo, que corresponde ao final do Pleistoceno, entre 25.000 e 15.000 anos atrás e, o mais recente, a partir de 10.000 anos.

Através da análise dos depósitos sedimentares quaternários, utilizando uma metodologia de estudos geoarqueológicos, foram analisados os contextos ambientais e culturais e verificados os processos que influenciaram na formação dos registros arqueológicos nos ambientes cárstico, de paleodrenagem e lacustre, especificamente nos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos, o que permitiu obter dados que auxiliaram na compreensão dos processos dinâmicos paleoambientais e da ocupação humana nestes ambientes.

Os vestígios arqueológicos destes sítios são formados por materiais de superfície e ou subsuperfície, coletados durante as prospecções e escavações, realizadas pela equipe de pesquisadores e técnicos da Fundação Museu do Homem Americano (FUMDHAM) e fazem parte do acervo desta instituição.

O estudo da relação entre a formação do registro arqueológico em ambientes cárstico, de paleodrenagem e lacustre e as condições paleoambientais vigentes no final do Pleistoceno e Holoceno, requer uma abordagem teórica, que abranja os processos atuantes na formação e na transformação de depósitos sedimentares e do registro arqueológico. Para Araújo (2008), os processos de formação de qualquer sítio arqueológico se desenvolvem dentro de um arcabouço formado por dois componentes básicos: acumulação e transformação. São dois processos interdependentes, haja vista que no registro arqueológico só há transformação sobre algo acumulado, e tudo o que se acumula acaba por se transformar.

Portanto, os processos envolvidos na formação e transformação são agentes ativos na configuração dos depósitos e dos registros arqueológicos pesquisados, onde a análise destes processos é fundamental para a compreensão destes complexos fenômenos de deposição natural e cultural, formadores do contexto arqueológico.

Os objetivos específicos incluem:

- Analisar e comparar as estratigrafias dos três sítios arqueológicos localizados em ambientes cárstico, paleodrenagem e lacustre;
- Caracterizar os sedimentos dos ambientes deposicionais;
- Estabelecer a cronologia dos eventos de deposição dos depósitos sedimentares e sua relação com os vestígios arqueológicos e paleontológicos;

- Definir a cronologia do processo de carbonatação nos depósitos sedimentares;
- Identificar indicativos paleoclimáticos e paleovegetacionais.

A presente tese está estruturada em oito capítulos:

No capítulo **Introdução** são apresentados o problema, a hipótese e os objetivos.

No capítulo **Paleoambiente no semiárido nordestino e arqueologia da região da Serra da Capivara** é apresentada uma revisão bibliográfica com foco nas pesquisas paleoambientais realizadas no semiárido e o cenário das ocupações humanas pretéritas na área arqueológica da Serra da Capivara.

O capítulo **Aspectos geoambientais da área de estudo** traz a perspectiva macro com a caracterização geoambiental da região da Serra da Capivara, especificamente onde estão situados os três sítios arqueológicos abordados nesta pesquisa.

O capítulo **Contextualização dos sítios pesquisados** consiste, sob a perspectiva da escala meso, na contextualização ambiental, arqueológica, paleontológica e cronológica dos sítios pesquisados.

No capítulo **Aportes teóricos e conceituais** são apresentadas as abordagens teóricas sobre o estudo dos processos de formação do depósito sedimentar e do registro arqueológico, discutindo seus conceitos e demonstrando como a Geoarqueologia vem contribuindo significativamente para o conhecimento destes temas. Em sequência, é realizada uma discussão sobre os ambientes cárstico, de paleodrenagem e lacustre e os processos de formação de calcretes nos depósitos quaternários.

No capítulo **Materiais e métodos** são tratados os aportes metodológicos da pesquisa, aplicados no estudo do processo de formação dos depósitos arqueológicos.

O capítulo **Correlação dos dados e interpretações geoarqueológicas** consiste na apresentação dos resultados e interpretações construídas a partir das análises com enfoque em diferentes escalas, conforme a proposta metodológica de investigação geoarqueológica, para a formação dos depósitos quaternários e dos registros arqueológicos.

E por fim, nas **Considerações finais** é apresentada uma síntese sobre as formações dos depósitos quaternários e dos registros arqueológicos.

2 PALEOAMBIENTE NO SEMIÁRIDO NORDESTINO E ARQUEOLOGIA DA REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA

Inicialmente, acreditava-se que a presença de populações humanas mais antigas na América, estaria vinculada aos sítios da cultura Clóvis encontrados na América do Norte. No entanto, as evidências cronológicas obtidas com as pesquisas realizadas em diversos sítios como Meadowcroft, Texas Streert, Calico Mountains e Pendejo Cave nos Estados Unidos, Valsequillo no México e Old Crow no Canadá, bem como pelas evidências cronológicas obtidas com as pesquisas realizadas em diversas regiões da América do Sul como nos sítios Monte Verde no Chile (Dillehay & Collins, 1988), Taima-Taima na Venezuela, Alice Boer (Beltrão, 1974), Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Guidon, 1981; Parenti, 2001), Santa Elina (Vialou et al., 2017) e Lapa Vermelha VI (Prous, 1992) no Brasil entre outros sítios, demonstram ocupações humanas no Pleistoceno final.

No Nordeste do Brasil, especificamente na região atualmente semiárida do sudeste do Piauí, a área arqueológica da Serra da Capivara apresenta além do sítio Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Guidon, 1981; Parenti, 2001), o sítio do Meio (Guidon & Andreatta, 1980; Aimola, 2008; Boeda et al., 2016), o Vale da Pedra Furada (Felice, 2006; Boeda et al., 2014; Boeda et al., 2021) e a Toca do Tira Peia (Lahaye et al., 2013), como sítios com grande diversidade de vestígios para ocupações pleistocênicas.

Os vestígios arqueológicos fizeram parte da dinâmica social, econômica e cultural das sociedades pretéritas, onde o ambiente teve influência nas escolhas dos locais ocupados e modificados pelos grupos caçadores-coletores e ceramistas ao longo do tempo. Portanto, o ambiente desempenhou um papel importante na dinâmica destes grupos, resultando em ocupações de longa e curta duração, que podem ser verificadas nas sequências estratigráficas que refletem o paleoambiente.

O estudo do conjunto das condições pretéritas que compõem o paleoambiente fornece importantes dados que auxiliam no conhecimento dos diferentes contextos arqueológicos, sendo uma interessante ferramenta de pesquisa. Deste modo, no intuito de contextualizar a paisagem ocupada e modificada pelos grupos humanos pré-históricos ao longo do espaço e do tempo, é apresentada a seguir uma revisão sobre as principais pesquisas paleoambientais voltadas para o semiárido do Nordeste do Brasil, em especial, para o semiárido piauiense, bem como uma compilação de dados sobre as ocupações humanas pretéritas na região da Serra da Capivara.

2.1 O PALEOAMBIENTE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

Os estudos paleoambientais representam importantes fontes de dados para a compreensão dos diferentes ecossistemas e de suas alterações no decorrer do tempo geológico, bem como para a reconstrução dos contextos arqueológicos no que se refere ao entendimento dos processos ocupacionais na pré-história, os períodos de abandono de sítios em escala regional e as possibilidades de interação entre grupos humanos e meio.

Estes estudos têm sido realizados por meio de registros sedimentares, grãos de pólen, esporos, isótopos do carbono da matéria orgânica, fragmentos de carvão encontrados no solo, espeleotemas, testemunhos de gelo, anéis de crescimento de árvores entre outros indicadores, que através de uma abordagem interdisciplinar permitem obter dados que auxiliam na compreensão do ambiente pretérito que foi habitado pelos grupos humanos (SUGUIO, 2008).

A partir do levantamento bibliográfico verifica-se que os estudos sobre paleoambiente no semiárido brasileiro concentram-se em pesquisas sobre depósitos sedimentares, paleovegetação, fitólitos, espeleotema e paleofauna.

2.1.1 Depósito sedimentar como indicador paleoambiental

De acordo com Guerra (1993), os depósitos sedimentares são resultantes do acúmulo de materiais desagregados de diferentes rochas. Estes depósitos são importantes por registrarem informações que revelam a intensidade, duração e frequência tanto de momentos úmidos quanto secos, demonstrando a relevância dos mesmos para as pesquisas arqueológicas, paleontológicas e paleoambientais.

Ao estudar a gênese e ocupação do Sítio Pedra do Alexandre a partir da caracterização paleoambiental do Vale do Rio Carnaúba, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, por meio de análises sedimentológicas, difratometria de raios-X da fração argila e datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), Mutzenberg (2007), concluiu que ocorreram diversos episódios de deposição no vale do rio Carnaúba desde pelo menos o Último Máximo Glacial¹ (UMG), onde os eventos deposicionais ligados ao UMG estariam relacionados a um clima mais frio e seco, já o período de transição entre Pleistoceno/Holoceno seria representado por um ambiente bem mais úmido. Houve ainda, de acordo com o autor, uma retomada da

¹ O Último Máximo Glacial refere-se ao período correspondente à maior extensão dos mantos de gelo durante o último período glacial, há aproximadamente 20.000 anos. Fonte - Clark et al., 2009.

umidade no Holoceno Inferior, um clima quente e úmido no Holoceno Médio e períodos de extrema aridez seguidos de períodos com muita precipitação durante o Holoceno Superior.

Estudos sobre a evolução paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, município de Brejo da Madre de Deus (PE), foram realizados por Silva (2007), baseados em análise morfoestratigráfica e datação por Luminescência Opticamente Estimulada, demonstrando que durante o penúltimo interestadial, cerca de 58.900 anos AP, a paisagem era caracterizada por uma cobertura vegetal aberta, com remobilização maciça de fragmentos clásticos das coberturas superficiais. O penúltimo stadial do Pleistoceno foi marcado por temperaturas rebaixadas e predominância de períodos bastante secos, quando comparado à fase anterior. O Último Máximo Glacial esteve relacionado a um clima mais frio e seco, com eventos de chuvas sazonais de alta magnitude, a cerca de 19.800 anos AP.

Análises de depósitos de encostas nos brejos pernambucanos da Serra da Baixa Verde e Brejo da Madre de Deus, em Pernambuco, realizadas por Corrêa et al. (2008), a partir de análises estratigráficas e datação por Luminescência Opticamente Estimulada, indicam a ocorrência de eventos pontuais de remobilização do material de encosta, como resposta dinâmica dos sistemas geomorfológicos aos eventos de oscilações climáticas desde o Último Máximo Glacial.

Para estabelecer modelos de evolução da paisagem no semiárido brasileiro no Quaternário Superior, Silva (2013), baseia sua pesquisa nos estudos dos processos pedogenéticos e morfogenéticos e, verifica os eventos deposicionais a partir da análise morfoestratigráfica para elaborar um modelo qualitativo destes eventos, utilizando um conjunto diversificado de análises que incluem o estudo de depósitos carbonáticos em quatro áreas conhecidas como Marmita Incó na Fazenda Nova (Brejo da Madre de Deus-PE), Lagoa Tanque (Afrânio-PE), Lagoa Uri de Cima (Salgueiro-PE) e Garrincho (São Raimundo Nonato-PI). A presença de calcrete nas áreas amostradas atesta um período de aridez severa com temperatura mais rebaixada em comparação ao presente, que perdurou no Nordeste do Brasil desde o Último Máximo Glacial até o Holoceno inferior, com paleotemperaturas rebaixadas em 6°C.

Ao estudar o depósito sedimentar da Lagoa Uri de Cima, localizada em Salgueiro-PE, a partir da relação entre a cronologia obtida por Luminescência Opticamente Estimulada e análises sedimentológica e morfoestratigráfica, Mutzenberg et al. (2013), estabeleceram uma sequência de eventos formativos para este depósito, onde durante o Pleistoceno, a Lagoa estaria semiconectada à rede de drenagem, com prevalência de ambiente fluvial de alta energia com

fluxo canalizado. O período de transição Pleistoceno-Holoceno é marcado por fluxo gravitacional de encosta, sob condições torrenciais continuadas. O Holoceno Inferior é caracterizado pela ocorrência de fluxos gravitacionais, procedentes das encostas adjacentes indicando condições torrenciais, com recuperação gradual da cobertura vegetal. A partir do Holoceno Médio/Superior a sedimentação na bacia é marcada por corridas de lama intermitentes, derivadas de torrencialidade convectiva espasmódica, condizente com as condições semiáridas penecontemporâneas².

Ainda ao que se refere as pesquisas sobre a Lagoa Uri de Cima, Macedo (2016), a partir dos dados da cronologia de deposição e granulometria dos níveis arenoso e de cascalheira, associados a cronologia de formação do calcrete e as análises dos isótopos do carbono do solo, propôs que o ambiente pretérito da área de entorno da Lagoa seria formado por corpos d'água e drenagens perenes. Embora o solo fosse raso, com maior umidade, a presença de gramíneas e espécies herbáceas seria constante, fazendo parte de uma vegetação mista composta por savana e florestas abertas, com estratos vegetacionais arbustivos e arbóreos que teriam sustentado assim, a fauna pleistocênica da região. Em um período posterior a 18.000 anos o ambiente foi tornando-se gradativamente mais árido, o que permitiu o surgimento do bioma caatinga, que teria a sua configuração atual, estabelecida há aproximadamente 4.000 anos AP, coincidindo com as interpretações paleoclimáticas publicadas por De Oliveira et al. (1999; 2014), Gouveia et al. (2005) e Pessenda et al. (2005), para a região nordeste do Brasil.

No que diz respeito a dinâmica da Lagoa Uri de Cima, durante o Pleistoceno prevaleceram eventos ambientais marcados pela atuação de alta/média e baixa energia hidroambiental, enquanto o Holoceno é marcado pela instalação da semiaridez a partir de 9.000 anos AP, favorecendo uma cimentação carbonática, influenciada tanto pelas mudanças climáticas como pelas próprias condições litológicas, topográficas e sedimentológicas da paleolagoa (MACEDO, 2016).

Outro depósito sedimentar lacustre que forneceu dados sobre o paleoambiente, foi a Lagoa do Puiú, localizada em Ibimirim-PE, onde Tavares e Galvão (2016), através de datações de sedimentos por Luminescência Opticamente Estimulada, identificaram que no Holoceno inferior por volta de 9.000 anos AP houve um período de máxima umidade, enquanto no

² Penecomtemporâneo refere-se a processo, fenômeno, estrutura, textura ou material desenvolvido ou formado logo após a deposição sedimentar ou momento de constituição como rocha, ou seja, antes ou durante a sua transformação em rochas. Fonte - <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>.

Holoceno médio há redução gradativa da umidade e estabilização de um período mais seco, ficando este momento marcado na paisagem por um breve hiato deposicional.

De acordo Tavares e Galvão (2016) a idade de 9.500 ± 2.100 anos AP obtida para a amostra Anfiteatro 2 na Lagoa do Puiú, é caracterizada pela presença de cascalheira com matriz suportada por areia, apresentando baixa quantidade de silte/argila, o que demonstra um momento de máxima umidade durante o Holoceno inferior estando em consonância com a idade de 10.400 ± 840 anos AP para os fluxos gravitacionais de encosta verificados na Lagoa Uri de Cima, sendo este depósito desencadeado por enxurradas, sob condições torrenciais persistentes, indicando, portanto, condições recorrentes de reumidificação na transição Pleistoceno/Holoceno (MUTZENBERG et al, 2013).

2.1.2 Paleovegetação como indicador paleoambiental

Pessenda et al. (2015, p. 12), afirmam que “as variações climáticas ocorridas no Pleistoceno e Holoceno provocaram mudanças na vegetação, que foram registradas pelo conteúdo polínico em sedimentos lacustres e turfeiras”. Portanto, as plantas são de suma importância nos estudos paleoambientais, por meio das análises de pólen, fitólitos e isótopos do carbono dos solos, onde os fitólitos vêm se destacando como mais uma ferramenta para os estudos paleoclimáticos do Quaternário.

De acordo com De Oliveira et al. (1999; 2014), os estudos com análises palinológicas no Vale do Icatu, na região de dunas fósseis do Médio Rio São Francisco, Estado da Bahia, revelaram que possivelmente a região atualmente semiárida do sertão nordestino, abrigou corredores úmidos de migração entre os ecossistemas da Amazônia e da Mata Atlântica, na transição Pleistoceno/Holoceno e início do Holoceno. Os resultados das análises dos táxons polínicos de caatinga/cerrado realizadas nos sedimentos do perfil do Rio Icatu, sugerem que após 4.000 anos AP, ocorreu a expansão da caatinga moderna.

Os estudos sobre a dinâmica paleoambiental da vegetação e do clima durante o quaternário tardio, realizados por Ribeiro (2002), a partir de análises dos isótopos do carbono da matéria orgânica do solo e das plantas, somadas às datações por ^{14}C da fração humina e datações de fragmentos de carvão, encontrados nos domínios de mata Atlântica, caatinga e cerrado dos Estados de Pernambuco e Maranhão, geraram resultados que indicam a presença de vegetação arbórea entre o período de 15.000 a 9.000 anos AP, concomitante com um clima mais úmido e

posteriormente entre 9.000 e 3.000 anos AP, o autor afirma que ocorreu a expansão do cerrado, provavelmente devido à presença de clima seco.

No Nordeste do Maranhão, especificamente na Lagoa do Caço, uma pesquisa de cunho paleovegetacional e paleoclimático foi realizada por Pessenda et al. (2005), obtendo indicativos cronológicos por meio de datações de fragmentos de carvões. Os resultados destas análises indicaram que no período entre aproximadamente 8.000 e 3.000 anos AP, existia uma provável vegetação mais aberta ao redor da Lagoa, eventualmente associada à presença de um clima mais seco.

Estudos de reconstrução paleoambiental abordando a vegetação e o clima foram realizados por Gouveia et al. (2005), em três Estados do nordeste brasileiro, especificamente no Piauí (Parque Nacional de Sete Cidades), Ceará (Floresta Nacional do Araripe) e Paraíba (Reserva Biológica das Guaribas). As pesquisas utilizaram análises de isótopos do carbono da matéria orgânica dos solos e datações de fragmentos de carvão, o que permitiu demonstrar que os locais pesquisados passaram por mudanças na vegetação que ficaram registradas em três momentos, o primeiro marcado pelo predomínio arbóreo entre aproximadamente 15.000 e 9.000 anos AP, o segundo pela abertura da vegetação com contribuição de plantas C4 entre aproximadamente 9.000 e 4.000-3.000 anos AP, provavelmente relacionada à presença de um clima mais seco, e por último, o terceiro momento, caracterizado pelo retorno do predomínio de vegetação arbórea depois de aproximadamente 3.000 anos AP.

Ao estudar uma turfeira localizada na Fazenda Brejo de São José, no Parque Nacional do Catimbau em Buíque (PE), Nascimento (2008) empregou análises palinológicas e datações radiocarbônicas, que geraram dados sobre a dinâmica vegetacional e climática holocênica da caatinga, ocorrida durante os últimos 8.410 anos AP. As variações verificadas compreendem uma formação aberta com indícios de umidade ocorrida entre 8.410 anos AP até 5.970 anos AP. O autor afirma também que houve a diversificação, principalmente quanto a elementos estratos arbustivos na vegetação em relação ao Presente no período entre 5.970 anos AP até 1.694 anos AP. Foi verificada a presença de *Nymphaea* e o aumento de algas (*Mougeotia*, *Debarya* e *Zygnema*), que indicam um ambiente mais úmido com disponibilidade de água por volta de 2.150 anos AP e uma vegetação local diferenciada da caatinga, com presença de umidade significativa na área entre o intervalo de ca. 1.694 anos até o Presente.

Para Nascimento (2008), a umidade constante no setor estudado no Vale do Catimbau, está relacionada a fatores geológicos como o contato das rochas areníticas com o embasamento cristalino ou a associação de falhas e fraturas, fatores que promovem a surgência das águas.

As pesquisas realizadas no sítio Lagoa Uri de Cima (Salgueiro-PE), por Sianto e colaboradores (2013), utilizando coprólitos e sedimentos coletados em diferentes níveis que compreendem uma cronologia de 34.600 ± 690 a 3.500 ± 360 anos AP, permitiram a identificação da presença de fitólitos de *Poaceae*, no nível de fluxo de lama datado em 4.600 ± 230 anos AP e no nível arenoso com idade de 18.600 ± 2.300 anos AP. Foi também constatada a presença de fitólitos de *Poaceae* (subfamílias *Bambusoideae*, *Aristidoideae*, *Pharoidae*, *Pooidae*) no nível de cascalheira cimentada datado em 34.600 ± 690 anos AP. Estas evidências que demonstram a riqueza de vegetação aberta, foram posteriormente corroboradas pelos dados obtidos por Macedo (2016), que através de datações radiocarbônicas e análises de isótopos do carbono da matéria orgânica do solo, verificou a presença de plantas C4 e mistura de C3 e C4 no mesmo nível de cascalheira cimentada da referida Lagoa.

Ainda no que diz respeito aos estudos sobre a reconstrução paleoambiental utilizando elementos da Lagoa Uri de Cima, Ramos (2019), observou a recorrência de fitólitos nos diferentes níveis sedimentares amostrados, com presença contínua de quistes (com aumento gradativo a partir da transição Pleistoceno/Holoceno), espículas e diatomáceas indicando que a área da lagoa esteve permanentemente com presença de vegetação, independente da semiaridez atual e da lagoa não ser mais perene. Os elementos vegetacionais demonstraram que para os níveis sedimentares de transição Holoceno Inferior/Holoceno Médio, ocorreu um aumento na quantidade de palmeiras, o que poderia estar relacionado a uma maior umidade, com alternância de pequenos ciclos secos e úmidos e para os níveis que correspondem ao Holoceno Médio e Superior, foi observado um maior número de espículas fragmentadas, reafirmando a presença de água sazonal ou esporádica.

2.1.3 Espeleotema como indicador paleoambiental

De acordo com Auler & Piló (2019), os espeleotemas são depósitos cristalinos formados no interior das cavernas através da precipitação de minerais a partir de soluções aquosas, tornando-se um importante indicador paleoambiental por registrarem variações climáticas e ambientais do passado.

Cruz et al. (2009), ao pesquisarem espeleotemas das cavernas Rainha, Furna Nova e Abissal no Rio Grande do Norte, sugerem que o período entre 26.000 e 15.110 anos BP foi caracterizado

por um clima seco, apresentando entre 25.900 e 17.300 BP e de 25.000 a 15.100 anos BP dois períodos úmidos. Os pesquisadores constataram que entre 15.100 e 13.200 anos BP não houve deposição de espeleotemas nas três cavernas estudadas, sugerindo que esse intervalo poderia ter sido marcado por um período seco. O período Holocênico entre 10.500 e 5.000 anos BP apresentou clima úmido, sendo que entre 5.000 e 4.200 anos BP, os espeleotemas pararam de crescer, provavelmente como resultado de condições secas.

No estudo sobre a variabilidade multidecadal no Nordeste do Brasil, durante os últimos 3.000 anos, com base em registros de isótopos de oxigênio de espeleotemas, Novello et al. (2012), utilizaram três amostras de estalagmites coletadas nos sistemas de cavernas Diva de Maura, Torrinha e Lapa Doce, localizadas nas proximidades da cidade de Iraquara, no Estado da Bahia. Os dados obtidos sugerem que a região de Iraquara que está atualmente passando por condições de seca sem precedentes, teria essa tendência climática a mais de 2.000 anos, que vem sendo interrompida por eventos úmidos abruptos com periodicidade de aproximadamente 210 anos, onde condições de maior umidade foram registradas entre 2.800 e 2.650 anos AP.

2.1.4 Paleofauna como indicador paleoambiental

Outro indicador paleoambiental importante é o registro paleontológico quaternário preservado em ambientes de cavernas, lagoas, tanques e terraços fluviais, pois demonstram ambientes com clima e vegetação diferentes dos atuais. Para Alves (2007), a presença de fósseis de preguiças, toxodontes, mastodontes e gliptodontes na região nordeste é uma forte evidência de vegetação pretérita de campos abertos, savanas e florestas.

Pesquisas realizadas em tanques nos Estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, com a aplicação de técnicas de datação como a Ressonância Paramagnética de Spin Eletrônica (EPR) em dentes de *Stegomastodon* e *Macrauchenia* e a utilização de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) em camadas de sedimento com presença de fósseis, permitiram verificar uma cronologia para registros de megafauna que abarca desde 70.000 até 40.000 anos (DE OLIVEIRA et al., 2014).

A ocorrência de fósseis de paleofauna preservados em ambientes de cavernas, sedimentos lacustres, terraços fluviais e tanques é uma evidência de que no pretérito existiu uma vegetação aberta, de savanas e de florestas na região atualmente semiárida de caatinga (DE OLIVEIRA et al., 2014). De acordo com Bergqvist & Almeida (2004 apud De Oliveira et al., 2014), o Nordeste do Brasil, é a segunda região com maior diversidade de fósseis de mamíferos.

Ao estudar os mamíferos do Pleistoceno Superior do município de Afrânio, Pernambuco, evidenciados nas Lagoas Caveira, Tanque e Comprida, Silva et al. (2010), observaram que estas lagoas foram preenchidas por depósitos formados por cinco camadas de sedimentos siliciclásticos compostos por lama, silte argiloso, silte arenoso, areia siltica e conglomerado, sendo que nas Lagoas Tanque e Caveira, foram observados fósseis moderadamente empacotados e cimentados por carbonato de cálcio. Os sedimentos da camada acima da concentração de fósseis nas Lagoas Tanque e Comprida, foram datados por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e apresentaram respectivamente idades de 18.500 anos AP e 11.300 anos AP, coincidindo com o Último Máximo Glacial e com a transição Pleistoceno/Holoceno. Portanto, os autores afirmam com base nos dados obtidos, que provavelmente até 11.300 anos AP o clima apresentava maior umidade e vegetação, permitindo assim a presença desses mamíferos na região.

Para a região Nordeste do Brasil, em especial o semiárido, a ocorrência de fósseis da paleofauna e de formações carbonáticas, constituem importantes indicativos paleoambientais de mudanças climáticas.

Ainda no que se refere as pesquisas sobre paleoambiente realizadas em várias regiões do Brasil, Cruz (2010) afirma que:

De uma maneira geral há concordância entre os registros paleoambientais do Pleistoceno Tardio até o Holoceno Médio colhidos na região Nordeste (De Oliveira 1999), no Sudeste (Ledru 1991; Ledru 1993; Ledru et al. 1996; De Oliveira 1992 apud De Oliveira 1999), no Brasil Central (Salgado-Labouriau et al. 1996; Ferraz-Vicentino 1994 apud De Oliveira 1999; Barberi 2000) e no Maranhão (Ledru 2001). Contudo, a cerca de 5.000 anos AP até o presente, o clima da região Nordeste apresenta uma tendência de aridez, que se contrapõe à tendência de um clima mais úmido apresentado pelos registros obtidos no Brasil Central, na região Sudeste e no extremo norte do Nordeste (CRUZ, 2010, p. 65).

Neste cenário de pesquisas paleoambientais, os dados dos estudos realizados na região da Serra da Capivara têm colaborado para a reconstituição ambiental e consequente conhecimento sobre o paleoambiente ocupado pelos grupos humanos pretéritos.

2.2 PALEOAMBIENTE NA REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA

Na região do Parque Nacional Serra da Capivara os dados paleoambientais, paleovegetacionais e paleoclimáticos são provenientes de pesquisas voltadas para análises da paleofauna (Guérin et al., 1996; Guérin & Faure, 2014), análises palinológicas em sedimentos (Parenti et al., 2003; Santos, 2007; Chaves et al., 2008), análises palinológicas em coprólitos (Chaves, 1997; 2000), análises de fitólitos (Galvão, 2019), análises sedimentológicas (Felice, 2006; Melo, 2007;

Santos, 2007; Mutzenberg, 2010, Mendes, 2016; Guidon et al, 2018) e análises antracológicas (Mota, 2017; Mota & Scheel-Ybert, 2019).

De acordo com Guérin et al. (1996) e Guérin & Faure (2014), a megafauna datada do Pleistoceno Superior e Holoceno Inicial, evidenciada em ambientes cársticos e lacustres, na região da Serra da Capivara, “é testemunha da existência de uma paisagem caracterizada pela savana arbustiva, entrecortada de zonas de floresta, com um clima muito mais úmido do que o atual” (GUÉRIN et al., 1996, p. 56).

Os sítios paleontológicos em ambiente cárstico, localizados no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, são representados pela Toca da Janela da Barra do Antonião, Toca de Cima dos Pilão, Sumidouro do Sansão, Toca do Gordo do Garrincho, Toca do Serrote do Artur, Toca do Barrigudo, Toca do Serrote do Tenente Luís, Toca do Serrote das Moendas e Toca da Pena, e em ambiente lacustre a Lagoa São Vitor, a Lagoa do Quari e a Lagoa dos Porcos.

Estudos polínicos foram realizados por Parenti et al. (2003) e Chaves et al. (2008) na Lagoa do Quari, por meio da análise de duas amostras de sedimento provenientes da sondagem 4, a primeira amostragem foi realizada a uma profundidade de 1,90 cm em relação a superfície, aproximadamente na mesma altimetria da amostra datada por radiocarbono em 8.770 ± 55 anos BP. A análise da primeira amostra permitiu verificar a presença de elementos arbustivos e arbóreos, característicos de ambientes abertos entrecortados por algumas árvores. Enquanto, para a segunda amostra coletada a 2,40 cm de profundidade em relação a superfície, foi verificada a presença de poucos grãos de pólen majoritariamente não arbóreos, o que de acordo a interpretação dos autores, esta quantidade reduzida de pólen pode estar relacionada a problemas de conservação ou a um período muito seco.

Análise palinológica e de datação radiocarbônica de testemunhos de depósito flúvio-lacustre coletados durante as pesquisas de Santos (2007), em Lagoa Grande no município de Brejo do Piauí (PI), permitiram obter dados que indicam que a vereda, tipo de formação vegetacional do Cerrado, teria surgido há pelo menos 5.130 anos AP e que durante os últimos 5.000 anos ocorreram flutuações na distribuição de elementos botânicos, associados à vegetação de vereda. Ainda de acordo com a autora, o período entre 5.130 a 3.300 anos AP foi caracterizado por ambiente pantanoso com desenvolvimento de *Mauritia flexuosa* e *Ludwigia*, e entre 3.300 a 950 anos AP o clima seria mais seco, representado pelo declínio de pólen de plantas arbóreas. Por fim, entre 950 a 137 anos AP, o clima seria ainda mais seco, onde a *Mauritia flexuosa*

estava praticamente ausente, somada a uma baixa concentração de pólen de plantas arbóreas e arbustivas, e de 137 anos até o Presente, o período mais recente verificado estaria marcado pela recuperação de um ambiente mais úmido, representado pelo aumento de *Mauritia flexuosa*, além de esporos, algas e ervas aquáticas.

Análises palinológicas realizadas por Chaves (1997; 2000) em coprólitos de humanos e de animais coletados na Toca do Boqueirão da Pedra Furada e no Sítio do Meio, combinadas com datações radiocarbônicas, demonstraram a ocorrência de vegetação aberta entre 12.000 e 9.000 anos AP, uma fase de transição de cerrado para cerradão entre 9.000 e 8.000 anos AP e uma vegetação de transição entre cerrado e caatinga, por volta de 7.000 anos AP.

Estudos geoarqueológicos e paleoambientais realizados por Felice (2006) na área do Maciço Calcário do Garrincho, indicam a presença de sedimentos pleistocênicos associados a dentes humanos, ferramentas em sílex e ossos da megafauna, reforçando o que Peyre et al. em 1998 afirmaram sobre dentes humanos encontrados na década de 90 e datados em 12.170 ± 40 anos BP e 15.245 anos BP neste sítio. Os dados de Peyre, por sua vez, coincidem também com as cronologias posteriormente obtidas por Santos et al. (2005), para sedimentos que recobriam os vestígios arqueológicos e que forneceram idades de 14.100 ± 1.800 anos AP por Termoluminescência e de 24.000 ± 3.000 anos AP por Luminescência Opticamente Estimulada.

Ainda sobre ambientes e cronologias pleistocênicas, de acordo com Melo (2007), a partir do estudo cronoestratigráfico dos sítios arqueológicos Toca do Boqueirão da Pedra Furada, Sítio do Meio e Toca do Perna I, foi possível inferir que o processo de transição climática na região do Parque Nacional Serra da Capivara foi iniciado antes do Pleistoceno final. Os registros cronoestratigráficos dos três sítios apresentaram nítida ação de torrentes pluviais, por volta de 20.000 e 25.000 anos AP, sendo o ápice desse processo alcançado no final do Pleistoceno entre 14.000 e 10.000 anos AP, com o desabamento de grandes blocos no Sítio do Meio.

Ao pesquisar os depósitos sedimentares da micro-bacia do Boqueirão da Pedra Furada com aplicação de análise morfoestratigráfica e datação por Luminescência Opticamente Estimulada, Mutzenberg (2010), relacionou os resultados das idades dos depósitos à eventos climáticos como o Último Interestadial, onde os depósitos de talus foram remobilizados por leques aluviais de grande energia. Durante o Último Máximo Glacial, de acordo com o autor, ocorreram depósitos aluviais relacionados a um clima mais frio e seco, enquanto a transição Pleistoceno/Holoceno foi marcada por rápida transição climática, com estabelecimento de

cobertura vegetal mais densa e, por fim, o Holoceno Médio relacionado a um clima quente e relativamente mais úmido que o atual, ocasionando reestabilização da paisagem.

Durante os estudos sobre a evolução da paisagem ao longo do Quaternário tardio na bacia hidrográfica do Parnaíba, com foco na região adjacente ao Parque Nacional Serra da Capivara, Mendes (2016), a partir de datações por Luminescência Opticamente Estimulada de fácies arenosas da Lagoa dos Porcos, Lagoa Dona Catarina e Lagoa Rasa, localizadas na mesma rede de drenagem, propõe a possibilidade da existência de um sistema fluvial entre 17.900 e 15.900 anos BP, o que teria proporcionado a formação de rios perenes ou fluxo contínuo em boa parte do ano. A precipitação, de acordo com o autor, exerceu papel principal nas transformações da paisagem ocorridas na região no decorrer do Quaternário tardio.

Nesse contexto, rios permanentes teriam se formado em fase, anterior à atual, de maior umidade. E a formação dos lagos estaria relacionada com a subsequente diminuição de precipitação, quando os rios permanentes teriam deixado de existir e dado lugar a lagos sazonais em locais topograficamente mais rebaixados de seus leitos (MENDES, 2016, p. 50).

Galvão (2019), realizou análise de fitólitos, análise morfoestratigráfica e datação por Luminescência Opticamente Estimulada em sedimentos de quatro sítios arqueológicos, o Sítio do Meio e a Toca do Gongo III, localizados respectivamente no front da cuesta e no reverso dissecado, dentro da área do Parque Nacional Serra da Capivara e os sítios Toca do Gordo do Garrincho e Toca da Janela da Barra do Antonião, em relevo cárstico, situados no entorno do Parque. Para os dois sítios localizados no relevo cárstico não foi possível a utilização do método de extração e classificação dos fitólitos.

O autor, a partir dos dados obtidos por meio de análise multiproxy apresenta uma síntese do paleoambiente para a região, onde no Pleistoceno superior a precipitação associada a pulsos de umidade gerou energia para remobilizar colúvios do relevo cárstico e acumulações de cascalheiras fluviais no rio Piauí. O Último Máximo Glacial teria sido marcado por uma certa estabilidade da aridez refletida na deposição de fácies mais grossas e perda do porte de vegetação. Neste período também foram detectados, provavelmente durante o stadial Heinrich, eventos pluviais de grande magnitude e baixa recorrência.

Durante a Transição Pleistoceno/Holoceno houve uma estabilidade de clima úmido e consequentemente a ampliação do porte e da densidade da vegetação no reverso dissecado da cuesta, no entanto, todo o ambiente parece responder com certa uniformidade. A partir de

aproximadamente 11.000 anos AP o Younger-Dryas³ provoca uma transição de temperatura e umidade reativando a erosão linear e a perda de horizonte orgânico, enquanto o Holoceno Inferior foi marcado pela tendência de reumidificação mais voltada a eventos episódicos de precipitação, observada pelos depósitos mal selecionados e vegetação com características de ambiente semiárido e, por último, o Holoceno Médio foi caracterizado pelo aumento de umidade e precipitação vinculado ao primeiro Ótimo Climático, proporcionado incremento da densidade vegetal (GALVÃO, 2019).

Estudos antracológicos estão em curso para a região do Parque Nacional Serra da Capivara, mais especificamente para os sítios Toca do Boqueirão da Pedra Furada, Toca do Sítio do Meio e Vale da Pedra Furada. Os primeiros dados antracológicos sobre os dois primeiros sítios arqueológicos são apresentados por Mota (2017) e Mota & Scheel-Ybert (2019) e os resultados reforçam a presença de mata semidecidual, paisagens abertas e cerrados durante o Holoceno Inicial com aumento da aridez e desenvolvimento da caatinga a partir do Holoceno Médio.

Com base nos resultados das pesquisas apresentadas é possível verificar convergências e divergências quanto aos cenários climáticos, porém, em suma o paleoambiente do atual clima semiárido nordestino teria sido marcado por variações climáticas, com períodos mais úmidos durante a transição Pleistoceno/Holoceno, enquanto o Holoceno seria marcado por um clima mais seco, mas ainda úmido e pela instalação da caatinga moderna.

2.3 O CONTEXTO DAS OCUPAÇÕES HUMANAS PRETÉRITAS NA REGIÃO DA SERRA DA CAPIVARA

Conhecer e entender os atributos climáticos, fitogeográficos e antrópicos do "Nordeste Seco" do Brasil, tem sido uma tarefa de vários pesquisadores há mais de 6 décadas, conforme escreve Aziz Ab'Saber (1999), quando comenta que na excursão de especialistas para os sertões semiáridos, em agosto de 1956, o geógrafo francês Jean Dresch teria afirmado que o Nordeste seco brasileiro seria a região semiárida mais povoada do mundo. Coincidentemente nesse mesmo "Nordeste Seco", em especial na região sudeste piauiense, encontra-se uma das maiores concentrações de sítios arqueológicos pré-históricos com registros rupestres do mundo.

³ O Younger-Dryas (cerca de 12.900 a 11.700 anos AP) foi um retorno às condições glaciais após o Interstadial Glacial Tardio, que reverteu temporariamente o aquecimento climático gradual após o Último Máximo Glacial (LGM) começar a recuar por volta de 20.000 BP. Fonte - S. O. Rasmussen et al., 2006.

As pesquisas desenvolvidas há mais de quarenta anos na área arqueológica da Serra da Capivara, pela Fundação Museu do Homem Americano (FUMDHAM), buscam estabelecer o contexto das ocupações humanas e suas interações ambientais e sociais. Atualmente, de acordo com a Base de dados da Fumdhm, nos Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões e no entorno, foram cadastrados 1.232 sítios pré-históricos e históricos, dos quais 964 apresentam registros rupestres.

Dos 1.232 sítios arqueológicos e arqueopaleontológicos, 140 foram escavados e/ou sondados e 81 foram datados pelos métodos de Radiocarbono (^{14}C) e ou Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), Termoluminescência (TL) e Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR), gerando dados cronológicos para a ocupação pretérita do sudeste piauiense.

As constantes escavações arqueológicas e os estudos inter, multi e transdisciplinares, aplicados nos mais variados sítios e vestígios evidenciados nos diferentes domínios geomorfológicos da região, permitiram estabelecer pelo menos três momentos de ocupação, representados pelos grupos caçadores-coletores pleistocênicos, grupos caçadores-coletores do período Pleistoceno/Holoceno e grupos caçadores-coletores e ceramistas do Holoceno (MUTZENBERG, 2010; GUIDON, 2014; MARANCA & MARTIN, 2014).

Os estudos dos diversos e profícuos sítios arqueológicos do Sudeste do Piauí, têm permitido que os pesquisadores elaborem propostas de fases cronoculturais e tecnoculturais para a região da Serra da Capivara. Parenti (2001), ao estudar as estruturas de combustão e as indústrias líticas associadas a cronoestratigrafia do sítio Toca do Boqueirão da Pedra Furada, elaborou a primeira proposta cronocultural (Quadro 1). Posteriormente Lourdeau & Pagli (2014), Pagli et al. (2016) e Lucas (2020), apresentam propostas tecnoculturais com base no estudo dos vestígios líticos e datações dos sítios Toca do João Leite, Toca da Ema do Sítio do Brás I, Toca do Baixão da Ana Maria, Toca da Cerca do Elias, Toca da Baixa das Cabaceiras, Toca do Veado e Toca do Vento (Quadro 2).

Quadro 1 - Proposta crono-cultural elaborada por Parenti (2001).

Proposta cronocultural de Parenti (2001)		
Pleistoceno	Pedra Furada 1 (PF1)	≥ 50.000 a >35.000 BP
	Pedra Furada 2 (PF2)	32.160 ± 1000 BP a >25.000 BP
	Pedra Furada 3 (PF3)	21.400 ± 400 BP a 14.300 ± 210 BP
Holoceno	Serra Talhada 1 (ST1)	10.400 ± 180 BP a 8.050 ± 170 BP
	Serra Talhada 2 (ST2)	7.750 ± 80 BP a 7.220 ± 80 BP
	Agreste (AG)	Posterior a 6.150 ± 60 BP

Fonte - Felice (2000).

Quadro 2 - Proposta tecnocultural elaborada por Lourdeau & Pagli (2014), Pagli et al. (2016) e Lucas (2020).

Proposta de sequência tecnocultural de Lourdeau & Pagli (2014), Pagli et al. (2016) e Lucas (2020)	
Pleistoceno final	50.000 a 15.000 AP (Lourdeau & Pagli, 2014; Pagli et al., 2016) 50.000 a 14.000 AP (Lucas, 2020)
Transição Pleistoceno-Holoceno e Holoceno antigo	13.000 a 7.000 AP (Lourdeau & Pagli, 2014; Pagli et al., 2016) 13.000 a 8.000 anos AP (Lucas, 2020)
Holoceno médio	7.000 a 2.000 AP (Lourdeau & Pagli, 2014; Pagli et al., 2016) 8.000 a 5.000 anos AP (Lucas, 2020)
Holoceno recente	2.000 a 1.000 AP (Lourdeau & Pagli, 2014; Pagli et al., 2016) 4.000 a 3.000 anos (Lucas, 2020)
Holoceno final	1.000 anos AP até o presente (Lourdeau & Pagli, 2014)

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

As divergências em relação as cronologias a respeito das subdivisões do Pleistoceno, das transições e subdivisões do Holoceno são comuns e a discussão a respeito é de longa data. Definições de idades mais precisas tendem a ficar mais claras de acordo com a continuidade e aprofundamento de pesquisas nas diferentes áreas como geologia, climatologia, geomorfologia, sedimentologia, arqueologia entre outras.

No intuito de normatizar os limites cronológicos, a subdivisão do Holoceno passou anos em avaliação e em 2018, foi anunciada pela Comissão Internacional de Estratigrafia a ratificação

pelo Comitê Executivo da União Internacional de Ciências Geológicas, da proposta de divisão do Holoceno em três Idades ou Estágios denominados de: Greenlandiano - Holoceno inicial, referente ao período de 11.700 a 8.200 anos, Northgrippiano - Holoceno médio correspondendo ao período de 8.200 a 4.200 anos e por fim, o Megalayano - Holoceno superior indicando o período de 4.200 anos até o presente (Lowe & Walker, 2015; Silva et al., 2018), conforme pode ser consultada na Tabela Cronoestratigráfica Internacional, versão 2022/02 (<https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02.pdf>).

A existência da tabela Cronoestratigráfica Internacional pode em muito auxiliar nas divergências e na definição dos períodos que envolvem o Holoceno, porém, é preciso que os pesquisadores tenham em mente as especificidades locais e busquem propostas com certa flexibilidade que incluam as possíveis margens de erro. É importante ainda salientar que a tabela Cronoestratigráfica Internacional poderá e deverá ser reestruturada ao longo do tempo, conforme o aumento do número de dados, o avanço das técnicas de datação e consequentemente um maior conhecimento sobre os eventos ambientais, culturais e suas idades e processos que irão formar as estratigrafias.

2.3.1 As ocupações humanas dos caçadores-coletores do Pleistoceno

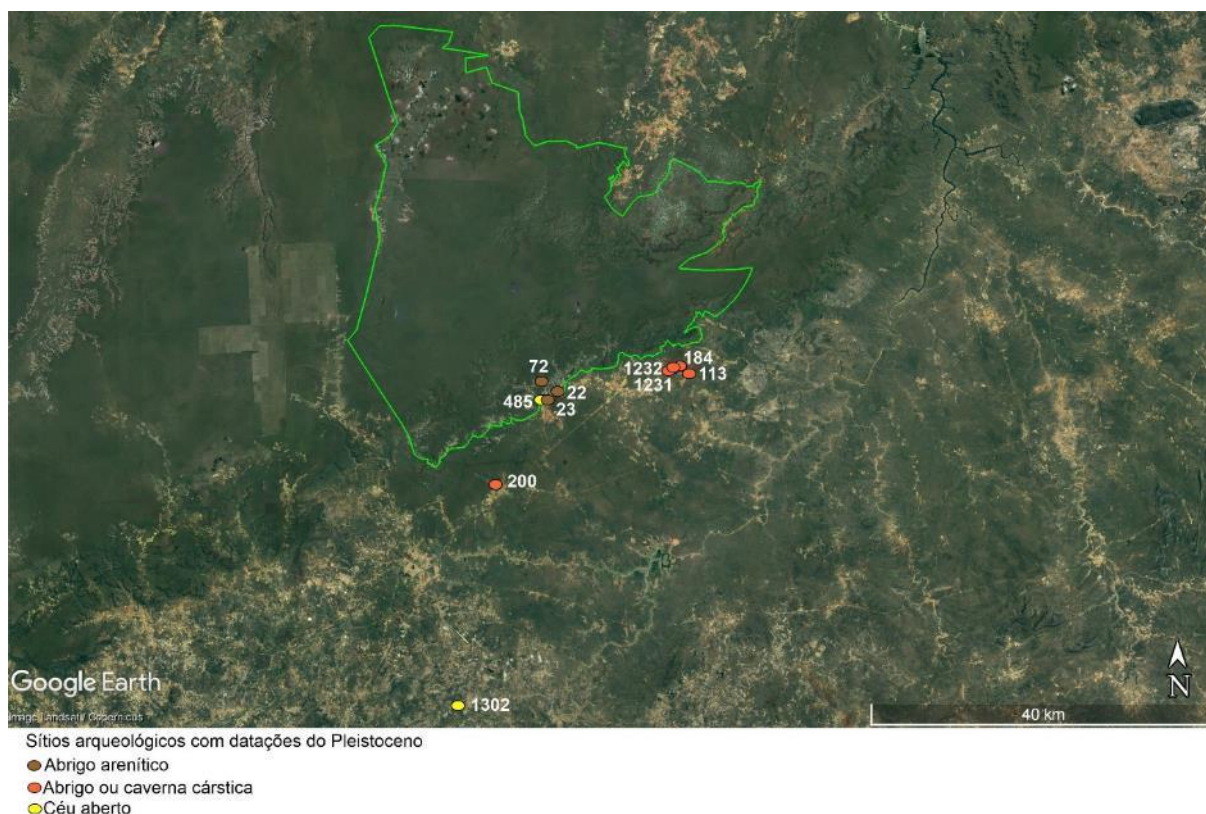
Ao longo dos mais de quarenta anos de pesquisas na região da Serra da Capivara, foi possível evidenciar sítios com cronologias pleistocênicas (Figura 1) em abrigos sob rocha arenítica como: **23-Toca do Boqueirão da Pedra Furada** (Guidon 1986; Parenti, 1993, 2001), **22-Sítio Meio** (Guidon & Andreatta, 1980; Melo, 2007; Guidon et al., 2014; Boeda et al., 2016) e **72-Toca do Caldeirão dos Rodrigues I** (Parenti, 1995-1996).

No que se refere aos abrigos ou cavernas cársticas com ocupações pleistocênicas (Figura 1) destacam-se os seguintes sítios: **184-Toca da Janela da Barra do Antônio** (Peyre, 1994; Villagrán et al., 2021), **200-Toca do Gordo do Garrincho** (Peyre et al., 1998; Guidon et al., 2000; Felice, 2006), **113-Toca do Serrote das Moendas** (Guidon et al., 2009b; Almeida & Neves, 2009; Kinoshita et al., 2014b), **1232-Toca do Tira Peia** (Lahaye et al., 2013; Boeda et al., 2014) e **1231-Toca da Pena** (Boeda et al., 2014). Para este mesmo período os sítios a céu aberto estudados foram: **485-Vale da Pedra Furada** (Felice, 2002; Boeda et al., 2014; Boeda et al., 2021) e **1302-Lagoa dos Porcos** (Guidon et al., 2018).

Conforme pode ser observado na figura 1 a seguir, os sítios com ocupações pleistocênicas estão concentrados na borda do planalto da Bacia Sedimentar do Parnaíba, nas reentrâncias do sopé

da cuesta que limitam o Parque Nacional Serra da Capivara e ainda nos maciços calcários e lagoas na área de pedimento que recobre o Escudo Metamórfico Pré-Cambriano.

Figura 1 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios arqueológicos do período Pleistoceno.



Fonte - Base de dados Fumdhm e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

A Toca do Boqueirão da Pedra Furada é o sítio que se destaca no período pleistocênico, pelo fato de apresentar datações radiocarbônicas maiores ou iguais a 50.000 e 48.000 anos e datações por Termoluminescência entre 100.000 e 30.000 anos. As primeiras cronologias pleistocênicas para a região, foram apresentadas por Guidon em 1986 e posteriormente estas cronologias foram confirmadas e recuadas pelas pesquisas de Parenti (1993, 2001), que utilizando 46 datações definiu seis fases culturais denominadas como Pedra Furada I, II e III para o Pleistoceno e, Serra Talhada I, II e Agreste para o Holoceno.

Esta proposta cronocultural tem servido de referência para as pesquisas e foi definida tanto pelas idades obtidas pelas datações radiocarbônicas quanto pelo estudo da tecnologia do material lítico encontrado no sítio.

Os conjuntos líticos pleistocênicos são caracterizados por indústrias sobre seixos de quartzo e quartzito (Parenti, 2001). “As peças líticas são pouco trabalhadas. Os instrumentos são feitos

de maneira a serem utilizados em funções gerais tais como cortar ou raspar, sem que exista a procura de especialização, mas há um evidente desenvolvimento tecnológico” (GUIDON, 2014, p. 446-447).

2.3.2 As ocupações humanas dos caçadores-coletores da transição Pleistoceno/Holoceno e Holoceno antigo

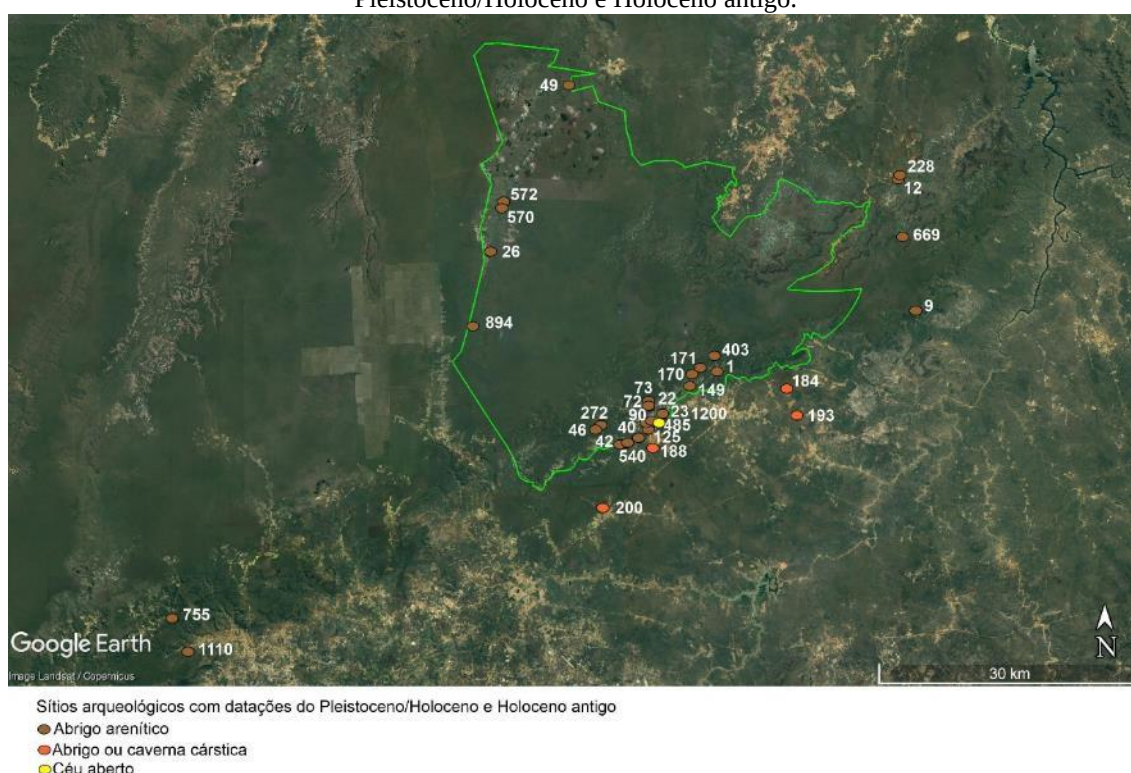
Para o período de transição entre Pleistoceno/Holoceno e Holoceno antigo foram estudados até o momento os seguintes abrigos sob rocha arenítica: **22-Sítio do Meio** (Guidon & Andreatta, 1980; Melo, 2007; Guidon et al., 2014; Boeda et al., 2016), **23-Toca do Boqueirão da Pedra Furada** (Guidon 1986; Parenti, 1993, 2001), **72-Toca do Caldeirão dos Rodrigues I** (Parenti, 1995-1996), **46-Toca do Baixão do Perna I** (Melo, 1995, 2007), **90-Toca dos Coqueiros** (Guidon et al., 1998b), **1113-Toca do Deitado da Lagoa de Cima** (Guidon et al., 2002), **570-Toca do Pica Pau** (Guidon et al., 2007a), **572-Toca Nova do Inharé** (Guidon et al., 2007a), **125-Toca da Cerca do Elias** (Guidon et al., 2009a); Lourdeau & Pagli, 2014), **894-Toca do João Leite** (Guidon et al., 2009a), **26-Toca do Vento** (Guidon et al., 2009a), **42-Toca da Ema do Sítio do Brás I** (Guidon et al., 2009a), **49-Toca do Morcego** (Guidon et al., 2009a), **73-Toca do Fundo do Baixão da Pedra Furada** (Guidon et al., 2009a), **170-Toca da Baixa das Cabaceiras** (Guidon et al., 2009a), **540-Toca do Zé Luís** (Guidon et al., 2009a), **1110-Toca da Roça do Dalton II** (Guidon et al., 2009a), **755-Toca da Lagoa de Cima IX** (Guidon, 2014), **669-Toca da Roça do Justino Aquino VI** (Guidon et al., 2015), **1-Toca do Paraguai**, **1200-Toca do Jatobá do Boqueirão da Pedra Furada**, **9-Toca da Serra do Bojo I**, **12-Toca da Boa Vista I**, **40-Toca da Roça do Rafael do Sítio do Mocó**, **149-Toca da Roça do Zeca I**, **171-Toca da Baixa do Cipó I**, **228-Toca da Boa Vista II**, **272-Toca do Baixão do Perna II** e **403-Toca do Mulundu ou do Deitado** (Figura 2).

Além dos sítios em abrigos de rocha arenítica, na área cárstica da Serra da Capivara são, até o momento conhecidos os sítios (Figura 2): **188-Toca de Cima dos Pilão** (Luz, 1989), **184-Toca da Janela da Barra do Antônio** (Peyre, 1994; Villagrán et al., 2021), **200-Toca do Gordo do Garrincho** (Peyre et al., 1998; Guidon et al., 2000; Felice, 2006) e **193-Toca do Serrote do Artur** (Faure et al., 1999), somando quatro sítios nos maciços calcários com cronologias entre Pleistoceno/Holoceno e Holoceno antigo, enquanto para área a céu aberto neste período cronológico é conhecido o sítio **485-Vale da Pedra Furada** (Felice, 2002; Boeda et al., 2014; Boeda et al., 2021).

Conforme Parenti (1993), a fase de transição Pleistoceno/Holoceno é caracterizada pelo aperfeiçoamento técnico do material lítico e pela utilização de matérias-primas alóctones ao sítio, como o sílex e o arenito silicificado.

Para este período de transição Pleistoceno/ Holoceno e Holoceno antigo é registrado um abundante número de sítios e consequentemente de vestígios, com ampliação das áreas ocupadas (Figura 2), demonstrando que a área arqueológica da Serra da Capivara teve um aumento na densidade populacional (MARTIN, 2013; LOURDEAU & PAGLI, 2014).

Figura 2 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios arqueológicos dos períodos Pleistoceno/Holoceno e Holoceno antigo.



Fonte - Base de dados Fumdhm e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Além da presença de vestígios líticos este período também é marcado pelas pinturas rupestres da Tradição Nordeste, com cronologias entre 12.000 e 6.000 anos BP.

As pinturas desta tradição são caracterizadas pelas figuras antropomórficas e zoomórficas reconhecíveis e representando ações, como também são observadas em menor quantidade representações de plantas e objetos (PESSIS, 2003).

2.3.3 As ocupações humanas dos caçadores-coletores do Holoceno médio

Os sítios arqueológicos com cronologias que englobam o Holoceno médio (Figura 3) em abrigos sob rocha arenítica são: **23-Toca do Boqueirão da Pedra Furada** (Guidon 1986;

Parenti, 1993, 2001), **72-Toca do Caldeirão dos Rodrigues I** (Parenti, 1995-1996), **46-Toca do Baixão do Perna I** (Melo, 1995, 2007), **90-Toca dos Coqueiros** (Guidon et al., 1998b), **570-Toca do Pica Pau** (Guidon et al., 2007a), **572-Toca Nova do Inharé** (Guidon et al., 2007a), **60-Toca dos Oitenta** (Guidon et al., 2009a), **73-Toca do Fundo do Baixão da Pedra Furada** (Guidon et al., 2009a), **170-Toca da Baixa das Cabaceiras** (Guidon et al., 2009a), **540-Toca do Zé Luís** (Guidon et al., 2009a), **557-Toca do Pau Dóia** (Guidon et al., 2009a), **669-Toca do Roça do Justino Aquino VI** (Guidon et al., 2015), **403-Toca do Mulundu ou do Deitado**, **1-Toca do Paraguai**, **9-Toca da Serra do Bojo I**, **12-Toca da Boa Vista I**, **39-Toca da Invenção**, **53-Toca do Veado** e **149-Toca da Roça do Zeca I**.

Enquanto em ambiente cárstico os sítios: **184-Toca da Janela da Barra do Antônio** (Peyre, 1994; Villagrán et al., 2021), **200-Toca do Gordo do Garrincho** (Peyre et al., 1998; Guidon et al., 2000; Felice, 2006), **193-Toca do Serrote do Artur** (Faure et al., 1999), **482-Toca da Santa** (Felice, 2006; Guidon et al., 2009a) e **444-Toca do Barrigudo** também apresentam cronologias do holoceno médio. E por fim, o sítio **1302-Lagoa dos Porcos** (Guidon et al., 2018) é o sítio a céu aberto com cronologia neste mesmo período (Figura 3).

Schmitz (1993), afirma que o Holoceno, entre 8.500 a 6.500 anos AP, teria sido marcado por uma transição entre uma fase seca e quente e uma fase quente e úmida, onde o homem pré-histórico exploraria os mesmos ambientes e ocuparia as mesmas áreas. Enquanto para o período de 6.500 a 4.000 anos AP, o ambiente teria se tornado úmido.

Em contraposição à Schmitz (1993), Araujo et al. (2007) propõem que para a América do Sul o Holoceno teria sido marcado por eventos de seca, sendo que durante o Holoceno médio esses eventos seriam constantes.

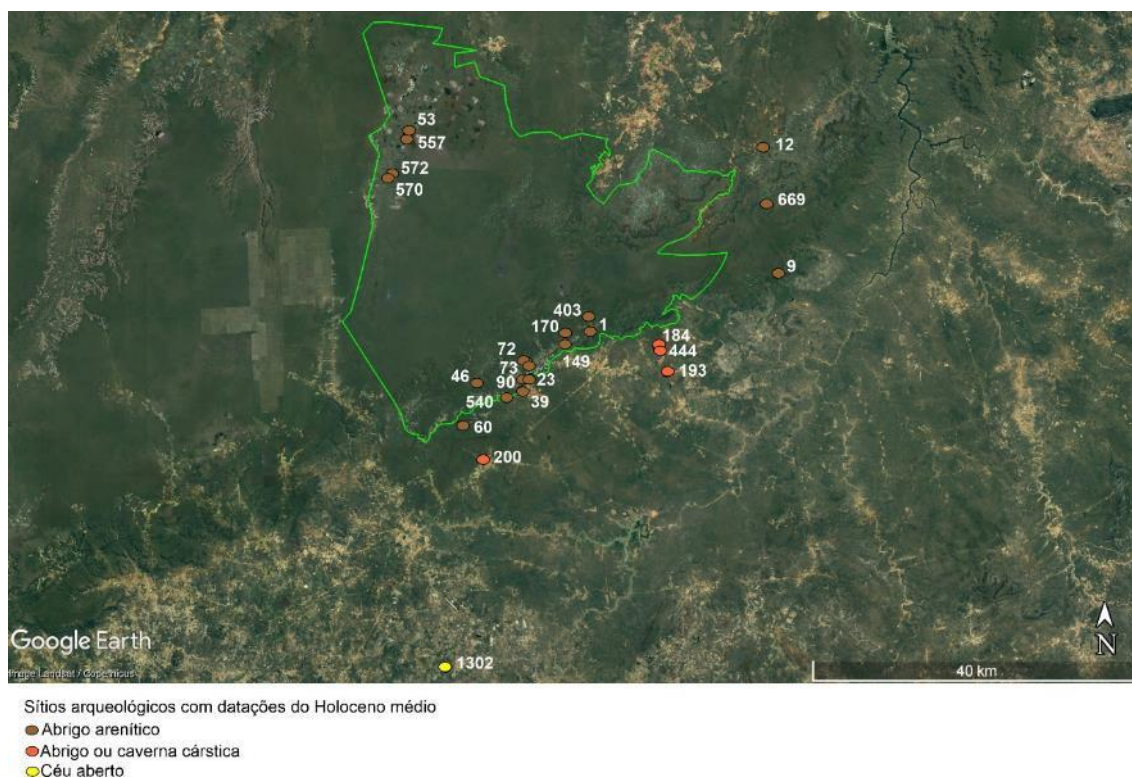
Ainda de acordo com Araujo (2013, p. 159) “em algumas partes do Brasil, evidências de secura no Holoceno médio (ARAUJO et al., 2005; BEHLING, 2002; BUSH et al., 2007; LEDRU et al., 1996; LEDRU et al., 2009) ou de instabilidade climática (MEGGERS, 2007; RACZA, 2009) estão se tornando mais fortes”.

Para a região da Serra da Capivara, de acordo com Lourdeau & Pagli (2014), ocorreu uma diminuição de ocupações datadas no Holoceno médio.

Embora os autores afirmem uma diminuição de ocupação, a distribuição espacial dos sítios continua sendo na cuesta, no pedimento e no vale, conforme pode ser observado na figura 3.

Para afirmar o deslocamento dos grupos humanos para diferentes regiões são necessárias pesquisas que busquem os sítios arqueológicos nos diferentes ambientes, já que sabe-se que as pesquisas na região foram naturalmente voltadas para contextualizar a prática gráfica, que permitiu cadastrar até o momento 1.066 sítios em abrigos, resultando desta maneira um maior número de dados sobre este tipo de sítio.

Figura 3 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios arqueológicos do período Holoceno médio.



Fonte - Base de dados Fumdam e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

No que se refere as indústrias líticas do Holoceno médio, estas são caracterizadas por mudanças e ruptura técnica, apresentando instrumentos sobre lascas variadas e gumes lineares e denticulados. As peças líticas foram produzidas em maior diversidade de matérias-primas como calcedônia, sílex e arenito silicificado, além do quartzo e quartzito utilizados nos materiais líticos pleistocênicos (PARENTI, 2001; LOURDEAU & PAGLI, 2014; PAGLI et al., 2016).

Mudanças também são observadas nas pinturas rupestres, onde as representações passam a ser caracterizadas por figuras reconhecíveis, isoladas, estáticas e com dimensões maiores do que as da Tradição Nordeste, formando a Tradição Agreste, praticada pelos grupos humanos em torno de 9.000 anos AP (PESSIS, 2003). Por volta de 6.000 anos AP "desaparecem os indícios de continuidade da prática rupestre da tradição Nordeste, persistindo a tradição Agreste" (MUTZENBERG, 2010, p. 21).

Estas são as cronologias obtidas por meio das pesquisas arqueológicas voltadas para o desenvolvimento da prática gráfica na região da Serra da Capivara, mas deve ser enfatizada a dificuldade de se estabelecer cronologias situando as pinturas no tempo, bem como a caracterização e associação aos grupos étnicos (PESSIS, 2003).

2.3.4 As ocupações humanas dos grupos ceramistas do Holoceno recente e Holoceno final

Os grupos ceramistas da região, de acordo com Maranca e Martin (2014), começaram a ser estudados a partir de 1973 e até o momento foram cadastrados 184 sítios e ocorrências.

Estes sítios são aldeias e abrigos sob rocha, que apresentam cronologias entre 3.780 ± 40 anos AP no sítio Pica Pau localizado em abrigo sob rocha e 120 ± 60 anos AP para o sítio a céu aberto Canabrava.

Segundo Oliveira (2003), o contexto dos artefatos cerâmicos encontrados na região da Serra da Capivara, seria tanto doméstico quanto funerário.

Os sítios a céu aberto, caracterizados como aldeias ceramistas (Figura 4) que podem ser destacados são: **68-Queimada Nova** (Maranca, 1976a; Oliveira, 2003), **329-São Braz** (Oliveira & Castro, 1997), **336-Canabrava** (Castro, 1999; 2000), **89-Baixão da Serra Nova** (Oliveira, 2003), **21-Barreirinho** (Oliveira, 2003), **131-Baixa do Carvoeiro** (Guidon et al, 2007b), **922-Aldeia do Carlos** (Azevedo, 2011; Soares & Aquino, 2014), **423-Aldeia do Minador** e **1201-Aldeia do Boqueirão da Serra Nova**.

Figura 4 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização das aldeias ceramistas.



Fonte - Base de dados Fumdhm e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

De acordo com Maranca & Martin (2014), os vales do front da cuesta (boqueirões), o reverso da cuesta (planalto arenítico) e o sopé da cuesta (vales do rio Piauí e afluentes), são as áreas onde estão localizadas preferencialmente as aldeias ceramistas.

Para os sítios ceramistas do tipo abrigo sob rocha arenítica (Figura 5), o uso das cerâmicas está associado a práticas funerárias, os quais destacam-se: **82-Toca do Gongo I** (Maranca, 1976b; Cook & Souza, 2012), **280-Toca do Gongo II**, **283-Toca do Gongo III** (Solari et al., 2018a), **382-Toca do Arapuá do Gongo** (Cook & Souza, 2012) e **411-Toca da Baixa dos Caboclos** (Guidon et al., 1998a; Leite, 2011).

Figura 5 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos sítios ceramistas em abrigo arenítico.



Sítios ceramistas
● Abrigo arenítico

Fonte - Base de dados Fumdhm e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Os utensílios dos grupos ceramistas são representados por cachimbos, fusos e por vasilhas de diferentes formas e tamanhos, que possuem diversidade de decoração como corrugada (observada em praticamente todos os sítios ceramistas pesquisados na região), ungulada, escovada, incisa, impressa, brunida, polida e pintada, confeccionadas pelas técnicas de manufatura modelada e acordelada (OLIVEIRA, 2003; MARANCA & MARTIN, 2014).

Além da cerâmica, segundo Guidon (2014) e Maranca & Martin (2014), estes grupos também utilizaram material lítico lascado (núcleos, lascas e ferramentas) e polido (almofarizes, mãos de pilão, tembetás, discos perfurados, machadinhas e machados semilunares), produzidos a partir de matérias primas como o quartzo, quartzito, sílex, granito, calcedônia e amazonita.

De maneira geral é possível afirmar que ao longo de mais de quatro décadas de pesquisas realizadas na região, uma importante quantidade de sítios existentes e de dados obtidos tem permitido aprofundar o conhecimento sobre as ocupações humanas pleistocênicas e holocênicas no Sudeste do Estado do Piauí.

2.4 REMANESCENTES ÓSSEOS HUMANOS

Apesar da grande quantidade de sítios arqueológicos descobertos em diferentes domínios geomorfológicos na região da Serra da Capivara, em poucos sítios foram evidenciados remanescentes ósseos humanos (Quadros 3 e 4, Figuras 6 e 7) durante as escavações

arqueológicas. Provavelmente o pH, os sais, a granulometria dos sedimentos foram desfavoráveis para a conservação dos vestígios orgânicos.

A descoberta e o estudo destes remanescentes e de seus contextos de enterramento tem contribuído significativamente para a compreensão sobre os espaços escolhidos para as práticas funerárias, os tratamentos dos mortos e formas de enterramento, a cultura material associada, os processos tafonômicos, o estado de conservação e as características físicas e patológicas dos indivíduos.

As cronologias verificadas para os remanescentes ósseos humanos têm sido estabelecidas de formas direta (Quadro 3 e Figura 6) e indireta (Quadro 4 e Figura 7). As datações indiretas tem sido realizadas a partir da associação de materiais próximos a esses remanescentes, principalmente devido à ausência ou péssima preservação do colágeno (SOLARI, 2019).

Quadro 3 - Sítios arqueológicos localizados na região da Serra da Capivara, Serra das Confusões e entorno com remanescentes ósseos humanos datados diretamente.

Sítio	Tipo de sítio	Localização	Vestígios evidenciados	Datação por radiocarbono (^{14}C)	Datação por EPR	Sobre os remanescentes	Fonte bibliográfica
82-Toca do Gongo I	Abrigo arenítico	PNS da Capivara	Seis enterramentos	Sepultura 1 420 ± 50 anos BP	-	Quatro enterramentos em fossas e dois em urnas funerárias	Maranca, 1976b Cisneiros, 2003 Cook & Souza, 2011
90-Toca dos Coqueiros	Abrigo arenítico	PNS da Capivara	Um enterramento primário em cova	Sepultura 1 $9.526-9.681$ anos cal BP	-	Análises craniométricas ⁴	Menéndez et al., 2022
200-Toca do Gordo do Garrinho	Caverna cárstica	Serrotes no entorno do PNS da Capivara	Fragmentos de crânio e dentes	12.210 ± 40 anos BP	-	-	Peyre et al., 1998 Guidon et al., 2000 Santos et al., 2005 Felice, 2006
283-Toca do Gongo III	Abrigo arenítico	PNS da Capivara	Enterramentos em covas e urnas funerárias	Urna 1 580 ± 30 BP Urna 3 400 ± 30 BP	-	-	Solari et al., 2018b
329-São Brás	Céu aberto	Entorno do PNS da Capivara	Enterramentos em urnas funerárias	880 ± 60 ; 710 ± 40 ; 690 ± 40 e 560 ± 40 anos BP	-	-	Oliveira & Castro, 1997 Base de Dados Fumdam

⁴ As análises craniométricas usando exclusivamente amostras do Brasil apontam sexo feminino quando comparado a indivíduos datados do Holoceno tardio, mas como masculino quando comparado como indivíduos datados do Holoceno inicial. Fonte - Menéndez et al., 2022, tradução.

336-Canabrava	Céu aberto	Entorno do PNS das Confusões	Oito enterramentos em urnas funerárias	Urna 1 120 ± 60 anos BP Urna 10 790 ± 50 anos BP	-	Enterramentos de crianças	Castro 1999, 2000 Cisneiros, 2003
411-Toca da Baixa dos Caboclos	Abrigo arenítico	Entorno do PNS da Capivara	Nove sepultamentos, sendo oito em urnas funerárias e um em cova	Urna 1 370 ± 40; 310 ± 50 e 300 ± 40 anos BP Urna 7 240 ± 50 anos BP Urna 8 320 ± 40 anos BP Urna 9 230 ± 50 anos BP	-	Urna 1, criança Urna 2, criança Urna 7, adulto Urna 9, criança	Guidon et al., 1998a Leite, 2011
482-Toca da Santa	Abrigo cárstico	Serrotes no entorno do PNS da Capivara	Três esqueletos humanos incompletos	-	5.900 anos BP	Esqueletos incompletos	Felice, 2006 Kinoshita et al., 2008 Guidon et al., 2009a
643-Toca do Serrote do Tenente Luiz	Abrigo cárstico	Serrotes no entorno do PNS da Capivara	24 esqueletos em urnas e covas	Esqueleto 9 1.630 ± 50 e 920 ± 35 anos BP	-	Esqueleto 2, criança Esqueleto 9, criança Esqueletos 10 e 11, adultos Esqueleto 15, adulto masculino	Cunha, 2014

953-Toca do Alto da Serra do Capim	Abrigo arenítico (tafone)	PNS das Confusões	Fragmentos de ossos humanos, estando alguns queimados	Cova 8 5.469-5.294 cal BP	-	-	Solari et al., 2022
---	---------------------------	-------------------	---	------------------------------	---	---	---------------------

Fonte - Publicações e Base de dados Fumdam. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Figura 6 - Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões e entorno: localização dos sítios arqueológicos com remanescentes ósseos humanos datados diretamente.



Sítios arqueológicos com remanescentes ósseos humanos datados diretamente

- Abrigo arenítico
- Abrigo ou caverna cárstica
- Céu aberto

Fonte - Base de dados Fumdam e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Quadro 4 - Sítios arqueológicos localizados na região da Serra da Capivara, Serra das Confusões e entorno com remanescentes ósseos humanos datados indiretamente.

Sítio	Tipo de sítio	Localização	Vestígios evidenciados	Datação por radiocarbono (^{14}C)	Datação por LOE	Datação por EPR	Sobre os remanescentes	Fonte bibliográfica
01-Toca do Paraguai	Abrigo arenítico	PNS da Capivara	Dois enterramentos individuais primários em cova	Sepultamento 1 7.000 ± 100 anos BP Sepultamento 2 8.670 ± 120 anos BP	-	-	Sepultamento 1, esqueleto adulto masculino Sepultamento 2, esqueleto adulto feminino	Alvim & Ferreira, 1985 Cisneiros, 2003
90-Toca dos Coqueiros	Abrigo arenítico	PNS da Capivara	Um enterramento primário em cova	Sepultura 1, 9.920 ± 50 anos BP	-	-	Indivíduo adulto caracterizado inicialmente como feminino e posteriormente como masculino grácil	Guidon et al., 1998b Cisneiros, 2003 Cunha, 2014
113-Toca do Serrote das Moendas	Caverna cárstica	Serrotes no entorno do PNS da Capivara	Três esqueletos incompletos	-	Esqueleto 3 13.000 anos BP	-	Esqueleto 1, subadulto Esqueleto 2, subadulto Esqueleto 3, adulto (possivelmente masculino)	Almeida & Neves, 2009 Guidon et al., 2009b Cunha, 2014 Kinoshita et al., 2014b
125-Toca da Cerca do Elias	Abrigo arenítico	Entorno do PNS da Capivara	Dentes e fragmentos de ossos	10.270 anos BP	-	-	-	Guidon et al., 2009a

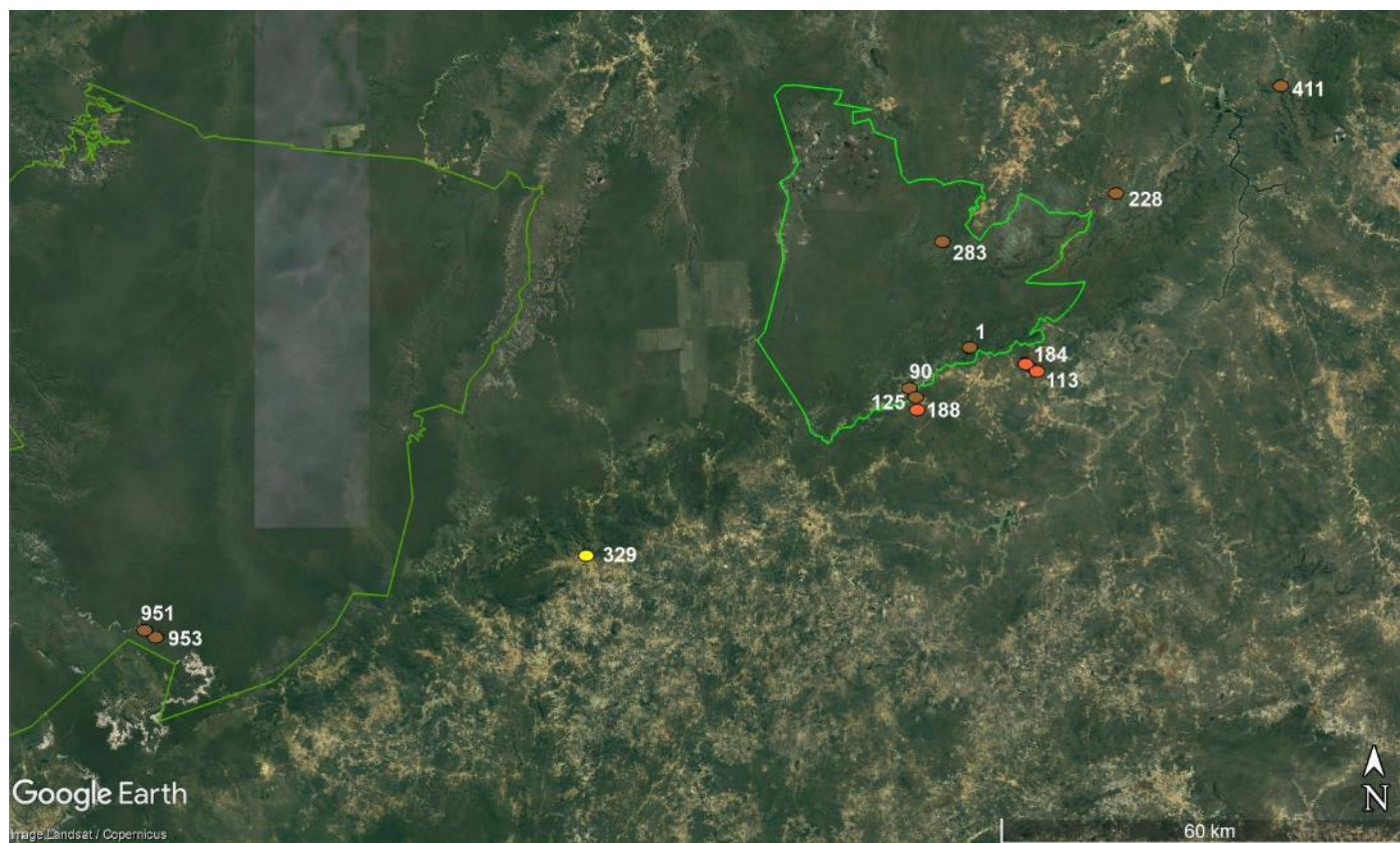
184-Toca da Janela da Barra do Antônio	Abrigo cárstico	Serrotes no entorno do PNS da Capivara	Um esqueleto quase completo	9.670 ± 140 anos BP	-	-	Adulto jovem feminino	Peyre, 1994
188-Toca de Cima dos Pilão	Caverna cárstica	Entorno do PNS da Capivara	Um esqueleto	2.290 ± 60 anos BP	-	-	-	Base de Dados Fumdham
228-Toca da Boa Vista II	Abrigo arenítico	Entorno do PNS da Capivara	Ossos e dentes	9.700 ± 120 anos BP	-	-	-	Base de Dados Fumdham
283-Toca do Gongo III	Abrigo arenítico	PNS da Capivara	Enterramentos em covas e urnas funerárias	Esqueleto 1 3.040 ± 30 anos BP Esqueleto 3 3.180 ± 30 anos BP Esqueleto 4 3.530 ± 30 anos BP Esqueleto 5 3.280 ± 30 BP Esqueleto 6 270 ± 30 anos BP Esqueleto 7 1.500 ± 30 anos BP Urna 5 860 ± 30 anos BP Urna 6 3.050 ± 30 anos BP	-	-	-	Base de Dados Fumdham Solari et al., 2018a

				Urna 7 2.990 ± 30 anos BP Urna 8 3.540 ± 30 anos BP Urna 9 300 ± 30 anos BP				
329-São Brás	Céu aberto	Entorno do PNS da Capivara	Enterramentos em urnas funerárias	880 ± 50 e 840 ± 60 anos BP	-	-	-	Base de Dados Fumdhm Freitas et al., 2020
411-Toca da Baixa dos Caboclos	Abrigo arenítico	Entorno do PNS da Capivara	Nove sepultamentos, sendo oito em urnas funerárias e um em cova	Urna 1 450 ± 40 anos BP Urna 7 240 ± 50 anos BP Urna 8 320 ± 40 anos BP Urna 9 230 ± 50 anos BP	-	-	Urna 1, criança Urna 2, criança Urna 7, adulto Urna 9, criança	Guidon et al., 1998a Cisneiros, 2003 Leite, 2011
951-Toca do Enoque	Abrigo arenítico	PNS das Confusões	Treze esqueletos em covas e urnas funerárias	Sepultura 2 6.590 ; 6.220 e 6.210 anos PB	-	-	-	Guidon & Luz, 2009 Cunha, 2014 Solari et al., 2020

				Sepultura 3 3.790 e 3.430 anos BP				
953-Toca do Alto da Serra do Capim	Abrigo arenítico (tafone)	PNS das Confusões	Fragmentos de ossos humanos, estando alguns queimados	Cova 11 6.330 anos BP Cova 13 4.250 anos BP	-	-	-	Cunha, 2014 Guidon et al., 2019

Fonte - Publicações e Base de dados Fumdam. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Figura 7 - Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões e entorno: localização dos sítios arqueológicos com remanescentes ósseos humanos datados indiretamente.



Sítios arqueológicos com remanescentes ósseos humanos datados indiretamente

- Abrigo arenítico
- Abrigo ou caverna cárstica
- Céu aberto

Fonte - Base de dados Fumdam e Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Destaque especial deve ser dado ao sítio Toca da Baixa dos Caboclos, devido a boa preservação dos enterramentos, alguns em estado de mumificação natural parcial, como o sepultamento 1, que teve a cronologia obtida através de datações diretas, com idades entre 370 ± 40 , 310 ± 50 e 300 ± 40 anos AP. Este enterramento corresponde ao esqueleto de uma criança de aproximadamente 3 anos de idade, colocada em urna e que apresenta pele e couro cabeludo com restos de cabelo.

Ainda no sítio Toca da Baixa dos Caboclos, o sepultamento 6 que corresponde a um indivíduo adulto apresenta cabelo, pele, cartilagens e unhas da mesma forma que o sepultamento 9, este último datado em 230 ± 50 anos AP, corresponde a um esqueleto infantil (SOUZA et al., 2002; Base de dados Fumdam).

Além dos dezessete sítios apresentados nos quadros 3 e 4, em outros dez sítios foram encontrados remanescentes ósseos humanos. Os sítios Neli do Fósforo, Sítio do Meio, Toca do Arapuá do Gongo, Serrote do Limpo Grande, Toca dos Crente da Caieira do Adão, Toca do Mel, Toca do Barrigudo, Toca do Morro do Antônio, Toca da Rancharia do Baixão do Macário e Toca do Pedrinho, caracterizam os sítios que também apresentam contexto funerário, para os quais as análises cronológicas ainda não foram finalizadas.

Os dados obtidos por meio das diversas pesquisas realizadas na área arqueológica da Serra da Capivara, demonstram que o sudeste piauiense foi intensamente ocupado desde o final do Pleistoceno. Tal ocupação é verificada pela grande quantidade de sítios presentes na região e pela cronologia que vai de ≥ 50.000 anos AP até idades de 120 anos.

Os grupos de caçadores-coletores e posteriormente os grupos ceramistas deixaram diversos tipos de registros, que têm sido preservados sobretudo por condições ambientais e sedimentológicas favoráveis. Contextualizar cronologicamente e culturalmente estes grupos, requer fatalmente o conhecimento a respeito do ambiente em que viviam e suas transformações ao longo do tempo.

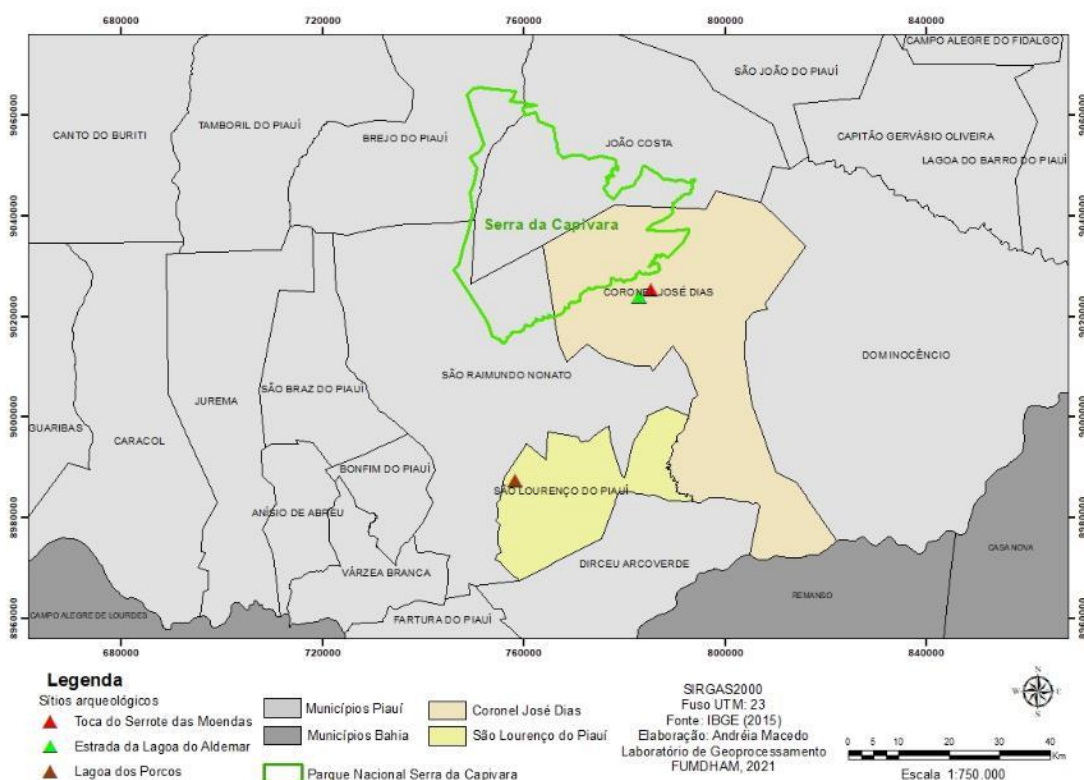
3 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar, sob a perspectiva macro, a caracterização geoambiental da área de estudo, onde estão situados os três sítios arqueológicos abordados nesta pesquisa. Os elementos deste enfoque são as contextualizações geológica, geomorfológica, pedológica, climática, hidrográfica e vegetal.

3.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo fica no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, no semiárido piauiense, onde estão localizados os sítios arqueológicos Toca do Serrote das Moendas e a Estrada da Lagoa do Aldemar, que pertencem ao município de Coronel José Dias e ainda a Lagoa dos Porcos que faz parte do município de São Lourenço do Piauí (Mapa 1).

Mapa 1 - Localização dos sítios pesquisados nos municípios de Coronel José Dias e São Lourenço do Piauí, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.



Fonte - Base de dados IBGE e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2021).

As pesquisas arqueológicas na região da Serra da Capivara tiveram início na década de 1970 com a Missão Franco-Brasileira coordenada pela pesquisadora Niède Guidon, inicialmente os estudos foram voltados para os sítios com registros rupestres. No decorrer das investigações foram descobertos diferentes tipos de sítios além dos abrigos sob rocha arenítica, como os sítios a céu aberto, os lajedos próximos aos cursos d'água, as aldeias, as oficinas líticas e as

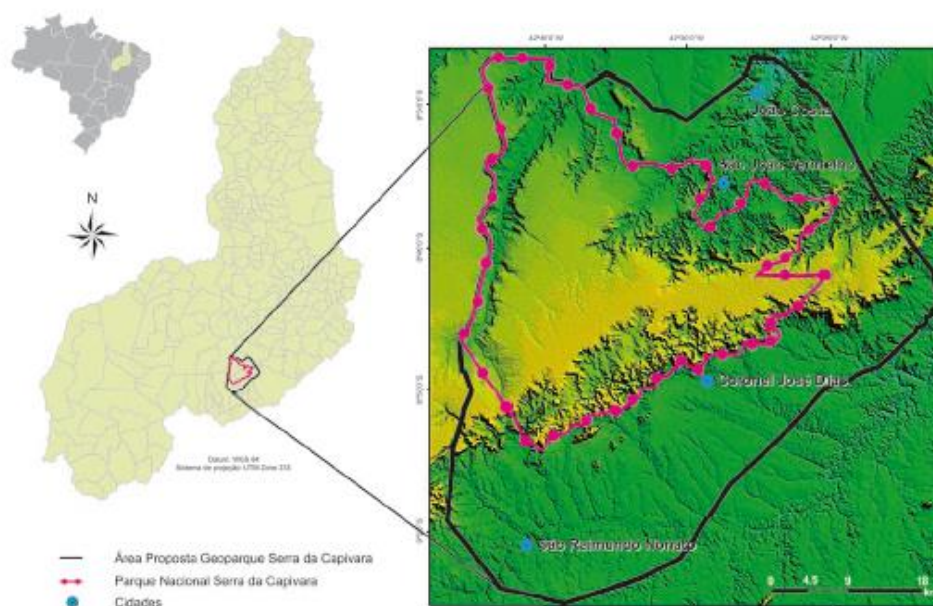
paleolagoas, bem como os sítios nos abrigos e cavernas dos maciços calcários. Atualmente de acordo com a Base de dados da Fundação Museu do Homem Americano (FUMDHAM), no Parque e seu entorno situam-se 1.232 sítios arqueológicos e/ou paleontológicos cadastrados até 2022, dos quais 964 apresentam registros rupestres.

No início de 2006 foi realizado pela CPRM o Projeto Geoparques do Serviço Geológico do Brasil, sendo proposta em 2012 a criação do Geoparque Serra da Capivara, abrangendo os 129 mil hectares do Parque Nacional Serra da Capivara e seu entorno, de forma a englobar 38 geossítios de interesse geológico, geomorfológico e paleontológico (Figura 8).

Ainda sobre a perspectiva de criação do Geoparque Serra da Capivara, Barros et al. (2012) detalha que:

A região proposta para o geoparque está inserida na zona de contato da bacia sedimentar e a depressão periférica do São Francisco. Essa última constitui vasto pediplano do embasamento pré-cambriano formado comumente de micaxistos, onde se projetam inselbergs de granitóides, quartzitos e calcários metamórficos de baixo grau. Os calcários formam áreas de relevo cárstico de pequenas dimensões com inúmeras cavidades que abrigam fósseis de rica megafauna pleistocênica, bem como indicadores paleoclimáticos e artefatos líticos e ossos do homem paleolítico. O caráter excepcional do patrimônio geológico dessa região associado aos aspectos ambiental, biológico, turístico, cultural e histórico, conferem à região um potencial ímpar para a criação de um geoparque. O patrimônio geológico está representado por 38 geossítios selecionados que podem ser visitados ao longo de diversos circuitos (BARROS et al, 2012, p. 495).

Figura 8 - Mapa de localização do Parque Nacional Serra da Capivara com a delimitação da área proposta para o Geoparque Serra da Capivara (limite preto).



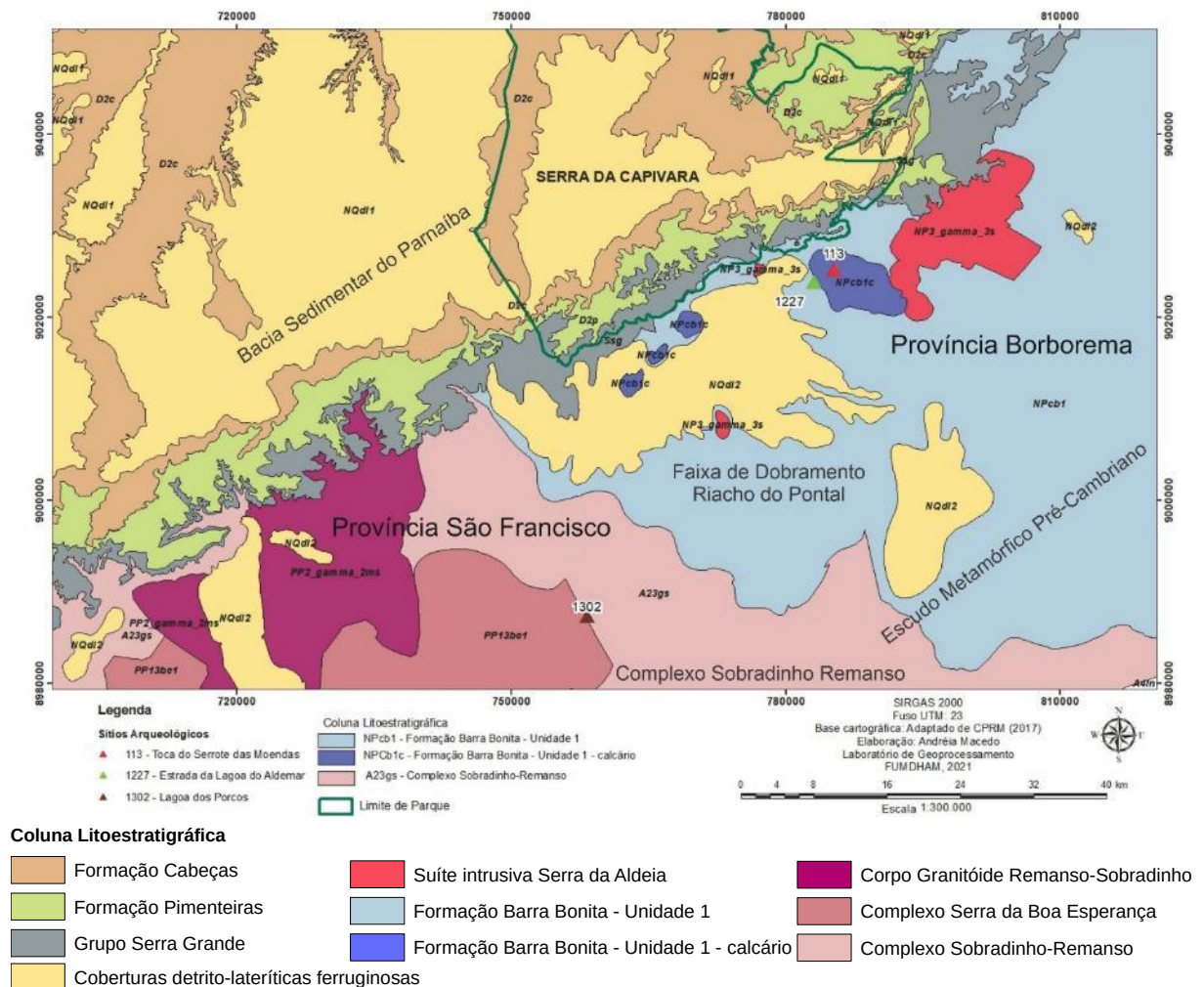
Fonte - Barros et al. (2012, p. 498).

3.2 ARCABOUÇO GEOLÓGICO

Do ponto de vista geológico, a área de estudo, no entorno do Parque, está localizada nas Províncias Estruturais São Francisco e Borborema, representadas respectivamente pelas formações geológicas Complexo Sobradinho-Remanso e Barra Bonita, inseridas no Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, onde de acordo com Barros et al. (2012), nas porções mais baixas afloram granitos, gnaisses, xistos, calcários e quartzitos, expostos ao longo da planície do vale do rio Piauí.

A área do sítio Lagoa dos Porcos está situada geologicamente na Província Estrutural do São Francisco, no Complexo Sobradinho-Remanso de idade paleo a mesoarqueana (Mapa 2), enquanto a área dos sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar está localizada na Província Estrutural da Borborema e tectonicamente na Faixa de Dobramento Riacho do Pontal, especificamente na Formação Barra Bonita de idade neoproterozóica, pertencente ao Grupo Casa Nova, onde encontram-se as três unidades de estudo caracterizadas por maciços calcários, calcários secundários do tipo calcrete e paleolagoas. Estes três ambientes distintos têm sido majoritariamente áreas de deposição e transformação de sedimentos, estabelecendo estratigrafias que guardam tanto registros paleoambientais quanto paleontológicos e arqueológicos, tornando-se potencialmente interessantes para estudos geoarqueológicos.

Mapa 2 - Geologia da área de estudo, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, com a localização dos sítios pesquisados.



A **Província São Francisco**, equivalente ao **Cráton do São Francisco**, é margeada por faixas dobradas, sendo definida por Almeida et al. (1977), como uma:

Entidade de consolidação pré-brasileira, com história evolutiva desde o Arqueano até o Neoproterozóico, está representada pela sua terminação N-NE. Congrega no seu embasamento suítes metaplutônicas, seqüências metavulcano-sedimentares, greenstone belts e cinturões granulíticos de idade arqueana a paleoproterozóica. É capeado discordantemente por metassedimentos paleoproterozóicos e por sedimentos meso e neoproterozóicos litificados, não dobrados ou afetados por uma tectônica epidérmica (thin-skin), e por coberturas superficiais pelítico-psamítico-psefíticas e carbonáticas, de idades tércio-quaternárias e quaternárias (ALMEIDA et al., 1977, p. 102).

A história evolutiva da Província São Francisco, conforme escrevem Mascarenhas et al. (1984 apud CPRM, 2009), guarda informações geológicas representativas de todo o período entre o

Arqueano e o Proterozoico Superior. Para Moraes et al., (2019), esta Província apresenta rochas metamórficas regionais de alto grau, gnaisses e migmatitos.

O Complexo Sobradinho-Remanso, localizado na Província São Francisco, ao sul do entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, está limitado a norte por contato tectônico com os terrenos afetados por eventos tectonomagmáticos ocorridos no Ciclo Brasileiro, representados pelo Sistema de Dobramento Riacho do Pontal, além de adentrar-se, como embasamento, sob os sedimentos paleozóicos da Bacia Sedimentar do Parnaíba (CPRM 2009).

O sítio arqueológico Lagoa dos Porcos está situado na Província São Francisco, especificamente na área onde aflora a unidade geológica de idade Arqueana, denominada de Complexo Sobradinho-Remanso, que compreende gnaisses migmatizados, associados a granitóides com granulitos subordinados, ortognaisses migmatíticos, tonalítico-trondhjemíticos e granodioríticos, com enclaves máficos anfibolitizados e restos de rochas supracrustais (CPRM, 2009).

Enquanto o sítio Lagoa dos Porcos pertence a Província São Francisco, os sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar, pertencem a **Província Borborema** constituída por terrenos ou faixas de dobramentos associados às orogêneses do Meso e Neoproterozóico e granitogêneses correlatas, incluindo fragmentos antigos do Arqueano/Paleoproterozóico, bacias sedimentares tafrogênicas mesozóicas e por último coberturas superficiais recentes (ALMEIDA et al., 1977).

Uma das faixas de dobramento é a **Riacho do Pontal**, que ocorre na área de pesquisa, estando inserida no domínio sul da Província Borborema, na região limítrofe entre os estados da Bahia, Pernambuco e Piauí (BRITO NEVES et al., 2000; CAXITO & UHLEIN, 2003). Segundo Brito Neves (1975), por condições inerentes ao posicionamento e a evolução geológica, esta faixa de dobramento, tem uma forma bastante irregular e sua delimitação com o cráton do São Francisco ao sul é marcada por formas reentrantes e salientes.

Para Brito Neves (1975, apud CPRM, 2009), esta faixa é caracterizada por uma extensa área de exposição de metassedimentos. Apresenta arranjo estrutural que configura um grande “empurrão”, com transporte de massa para sul, sobre o Complexo Sobradinho-Remanso do Cráton São Francisco.

De acordo com Brito Neves (1975), a Faixa de Dobramento Riacho do Pontal é delimitada:

A leste pela zona axial que constitui a conexão entre as projeções do embasamento da plataforma (para norte) e do maciço Pernambuco-Alagoas (para oeste). Ao norte, o limite desta área dobrada é tomado ao longo do lineamento Pernambuco. A oeste, os metassedimentos são recobertos pela sinuosa borda sul oriental da “Bacia” do Parnaíba. A continuidade para sudoeste desta faixa, além de São Raimundo Nonato, PI, é sugerida pela disposição das suas linhas estruturais, sendo prejudicada em observação por coberturas sedimentares (BRITO NEVES, 1975, p. 92).

Para Oliveira (1998), a Faixa Riacho do Pontal, de acordo com as características sedimentares, metamórficas e estruturais contrastantes, pode ser dividida em três zonas ou domínios, de norte para sul, denominadas de Zona Interna, Central e Zona Externa. Das três zonas, o interesse desta pesquisa é a Zona Externa, que ocorre na área onde estão situados dois dos três sítios arqueológicos estudados, a Toca do Serrote das Moendas e a Estrada da Lagoa do Aldemar.

A Zona Externa da Faixa Riacho do Pontal é formada pelo Grupo Casa Nova, que reúne rochas supracrustais (CAXITO & UHLEIN, 2013). Este grupo é composto pelas unidades denominadas de formação Barra Bonita, onde estão localizados os sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar, e formação Mandacaru.

Para Caxito & Uhlein (2013), a **Formação Barra Bonita**:

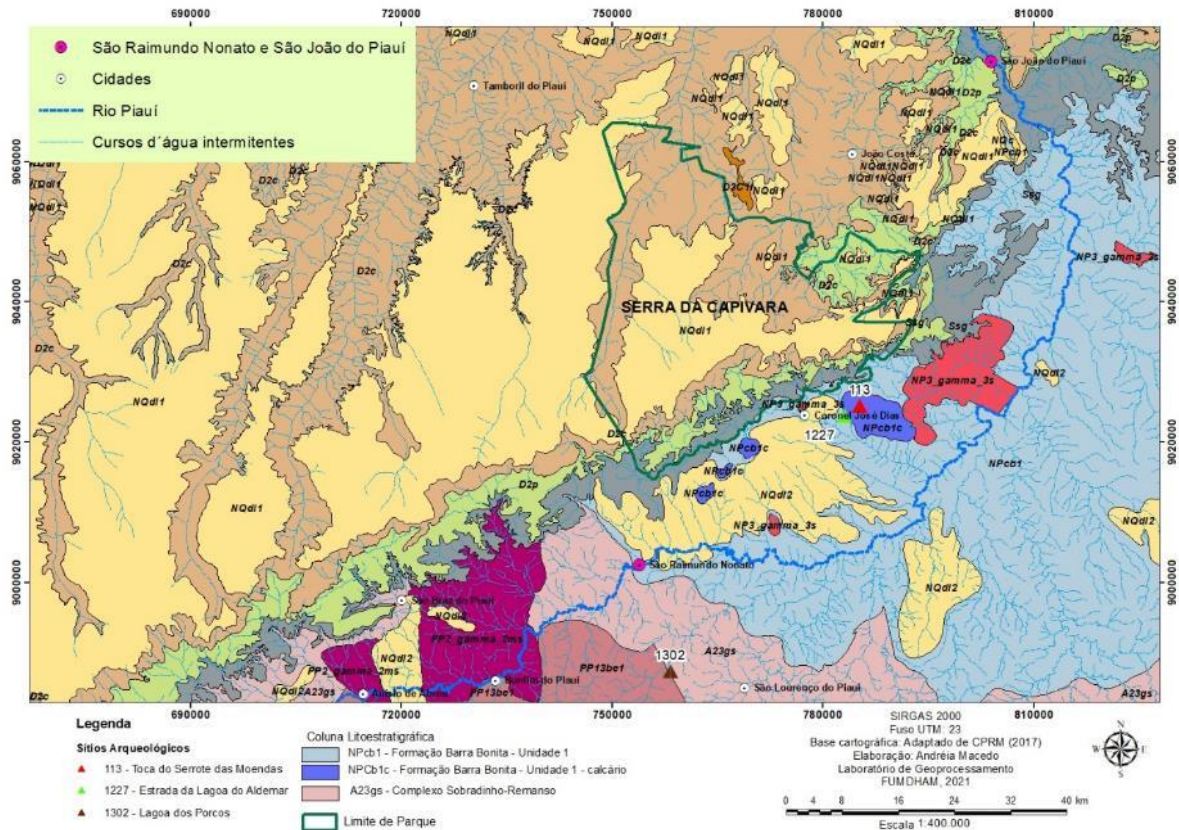
É composta principalmente por rochas metapelíticas de grão fino e muscovita quartzitos, com intercalações lenticulares decamétricas locais, porém abundantes, de mármore calcítico. Micaxistos e filitos acinzentados predominam, com quartzo, biotita, muscovita, granada, e em menor proporção feldspato, como as fases minerais principais. Os muscovita quartzitos ocorrem principalmente próximo à base da Formação Barra Bonita, em contato com as rochas do embasamento (CAXITO & UHLEIN, 2013, p. 26-27).

Santos & Silva Filho (1990, apud Caxito & Uhlein, 2013) descrevem que na Formação Barra Bonita:

As camadas lenticulares de mármore podem atingir até 200 m de espessura. Próximo as cidades de São Raimundo Nonato e Coronel José Dias no sudeste piauiense, na porção extremo oeste da faixa dobrada, os metacarbonatos se tornam muito frequentes, comumente preservando estruturas sedimentares originais. Em Coronel José Dias, carbonatos retrabalhados predominam, com variedades ricas em pisólitos e intraclastos (grainstones e packstones) (Santos & Silva Filho 1990 apud Caxito & Uhlein, 2013, p. 27).

Para os autores Figueirôa & Silva Filho (1991) e Santos & Silva Filho (1991) apud CPRM (2009), a Formação Barra Bonita corresponde a uma unidade xistosa-quartzítica-carbonática de domínio marinho plataformar, aflorando desde São Raimundo Nonato até a região sul da cidade de São João do Piauí, onde se expõe amplamente por todo o vale do rio Piauí (Mapa 3).

Mapa 3 - Formação Barra Bonita aflorando da cidade de São Raimundo Nonato até São João do Piauí, se expondo pelo vale do rio Piauí.



Fonte - Base de dados CPRM, IBGE, Fumdhm e Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração Andréia Macedo (2021).

Esta Formação apresenta relações de contato com contornos irregulares com as unidades circundantes, como a Suíte Serra da Aldeia, as Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas e o Grupo Serra Grande, já em direção ao Complexo Sobradinho-Remanso, ocorre um extenso falhamento de empurrão, indicando transporte de rochas sobre os litotipos arqueanos desse Complexo (CPRM, 2009).

Ainda de acordo com CPRM (2009), a Formação Barra Bonita pode ser subdividida em dois conjuntos, nomeados de NPcb1 e NPcb1c, nos quais estão respectivamente situados os sítios Estrada da Lagoa do Aldemar e Toca do Serrote das Moendas.

O NPcb1 é o conjunto litológico dominante na Formação Barra Bonita - Unidade 1, com sequência indivisa, constituída predominantemente de micaxistos, com estreitas intercalações de quartzitos micáceos e com menor representatividade no Domínio Marinho-Plataformar (CPRM, 2009).

O conjunto NPcb1c (Formação Barra Bonita - Unidade 1, calcário) é definido segundo CPRM (2009, p. 36) como “composto pelos calcários metamórficos, essencialmente calcíferos, bem foliados e calcoxistos associados que sustentam as morrarias orientadas na direção NE-SW”, entre as cidades de São Raimundo Nonato e Coronel José Dias (Mapa 3), onde a topografia apresenta-se suavemente ondulada.

Segundo o levantamento CPRM (2009), o conjunto NPcb1c que aparece em afloramentos:

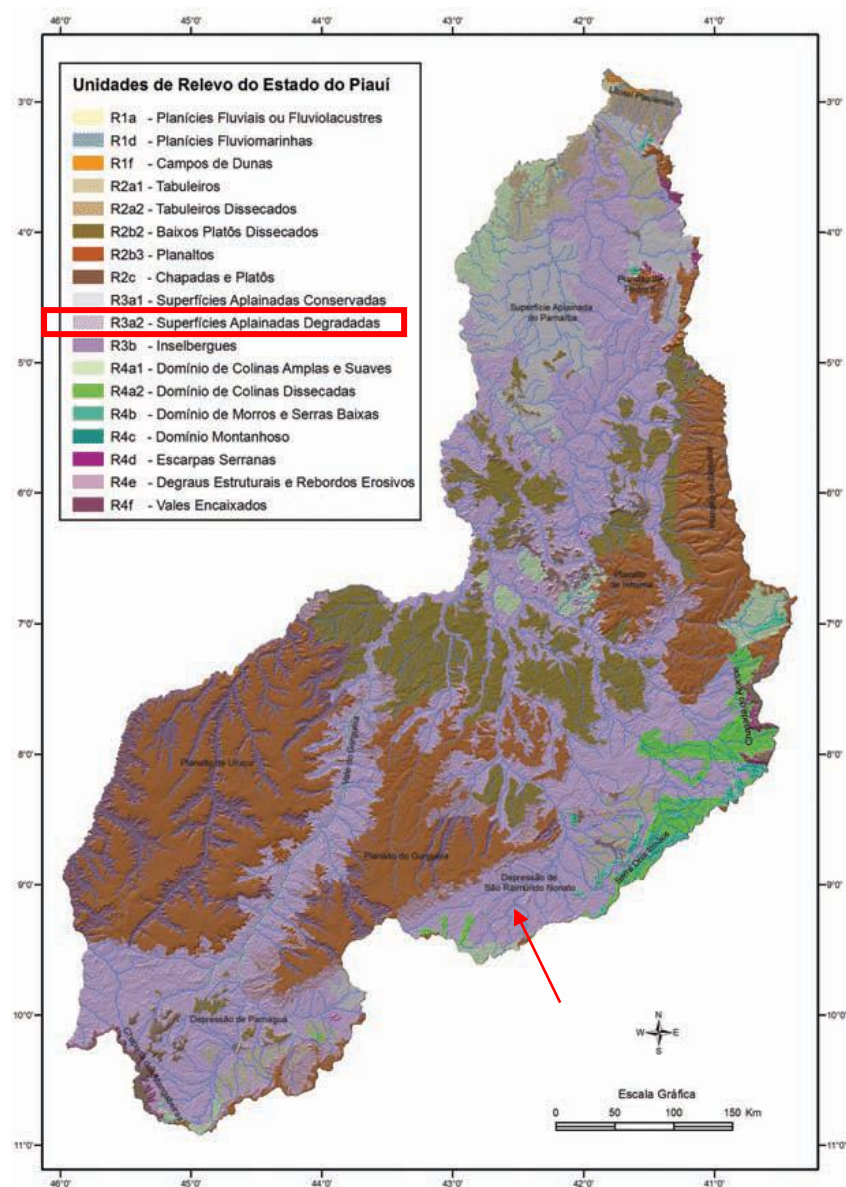
Está representado predominantemente por calcários metamórficos que sustentam morros isolados, com cotas pouco acima de 500m, orientados na direção NE-SW, alinhados com a “cuesta” da borda da Bacia Sedimentar do Parnaíba, margeando a rodovia BR-020, desde o povoado Garrincho, situado a nordeste de São Raimundo Nonato, até pouco a leste de Coronel José Dias. Trata-se de quatro ocorrências cartografadas, cobrindo uma área de aproximadamente 75 km², sendo a mais importante aquela situada a leste da cidade de Coronel José Dias, com cerca de 55 km² de superfície. Sinalizam gradação lateral para as rochas metapelíticas dominantes, com intermediações de xistos calcíferos ou carbonáticos (CPRM, 2009, p. 38).

Conforme o levantamento de dados sobre a geologia da área de pesquisa, os sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar inserem-se na Formação Barra Bonita, em distintos conjuntos litoestratigráficos da Faixa Riacho do Pontal na Província Borborema, enquanto o sítio Lagoa dos Porcos, encontra-se no Complexo Sobradinho-Remanso na Província São Francisco (Mapa 3).

3.3 COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

Em relação a geomorfologia, na área de estudo, para Ferreira & Dantas (2010) as formas de relevo estão esculpidas nos terrenos das Províncias do São Francisco e Borborema e inseridas no Domínio das Depressões Intermontanas e Interplanálticas das Caatingas, especificamente no padrão morfológico denominado de superfícies de aplainamento da Depressão Sertaneja (Mapa 4).

Mapa 4 - Padrões de relevo do Estado do Piauí com destaque para a região de estudo.



Fonte - Ferreira & Dantas (2010, p. 48).

As Superfícies Aplainadas desenvolvidas em rochas do embasamento pré-cambriano apresentam “relevo levemente ondulado resultante de processos de arrasamento generalizado dos terrenos sobre diversos tipos de litologia” (BARROS et al., 2012, p. 503).

Os autores Ferreira & Dantas (2010), propõem a individualização da Depressão Sertaneja em duas unidades, a Depressão de Parnaguá, localizada a sudoeste do estado do Piauí e Depressão de São Raimundo Nonato, situada a sudeste do estado. A partir desta proposta, a área de estudo de interesse é a unidade Depressão de São Raimundo Nonato (Mapa 4), onde afloram as rochas metamórficas de idades arqueana e paleoproterozoica (migmatitos, ortognaisses e metagranitos) do Complexo Sobradinho-Remando pertencente a Província São Francisco, onde

está localizado o sítio Lagoa dos Porcos e, as rochas metassedimentares e plútons (filitos, mármore, xistos e quartzitos) da Formação Barra Bonita inserida na Província Borborema, onde são encontrados os sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar.

A Depressão de São Raimundo Nonato, segundo Ferreira & Dantas (2010), abrange os altos dos rios Piauí, Canindé, Itaim e Guaribas que são afluentes do rio Parnaíba e é caracterizada como sendo uma superfície de aplainamento de formato alongado na direção WSW-ENE, com presença pontilhada de inselbergs, que provavelmente resistiram aos processos de erosão e aplainamento generalizado.

Os estudos realizados por Joël Pellerin no final da década de 70 resultaram no mapeamento geomorfológico da região da Serra da Capivara, onde podem ser observadas três unidades representadas pelos planaltos areníticos e cuevas no Parque Nacional Serra da Capivara e pedimentos situados no entorno do Parque, onde estão localizados os sítios estudados.

Corrêa et al. (2019), estabeleceram a unidade geomórfica Serra da Capivara, que de acordo com os autores é constituída pelo planalto sedimentar homoclinal, marcado pela cuesta com cumes que atingem 600m de altitude ao longo dos afloramentos das Formações Cabeças e Pimenteiras.

O pedimento está situado na porção geologicamente mais antiga, denominada de Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, sendo definido por McGee (1987 apud Bigarella et al., 2016, p. 169), “como uma superfície suavemente inclinada, resultante da ação da erosão no sopé de vertentes íngremes ou escarpas”.

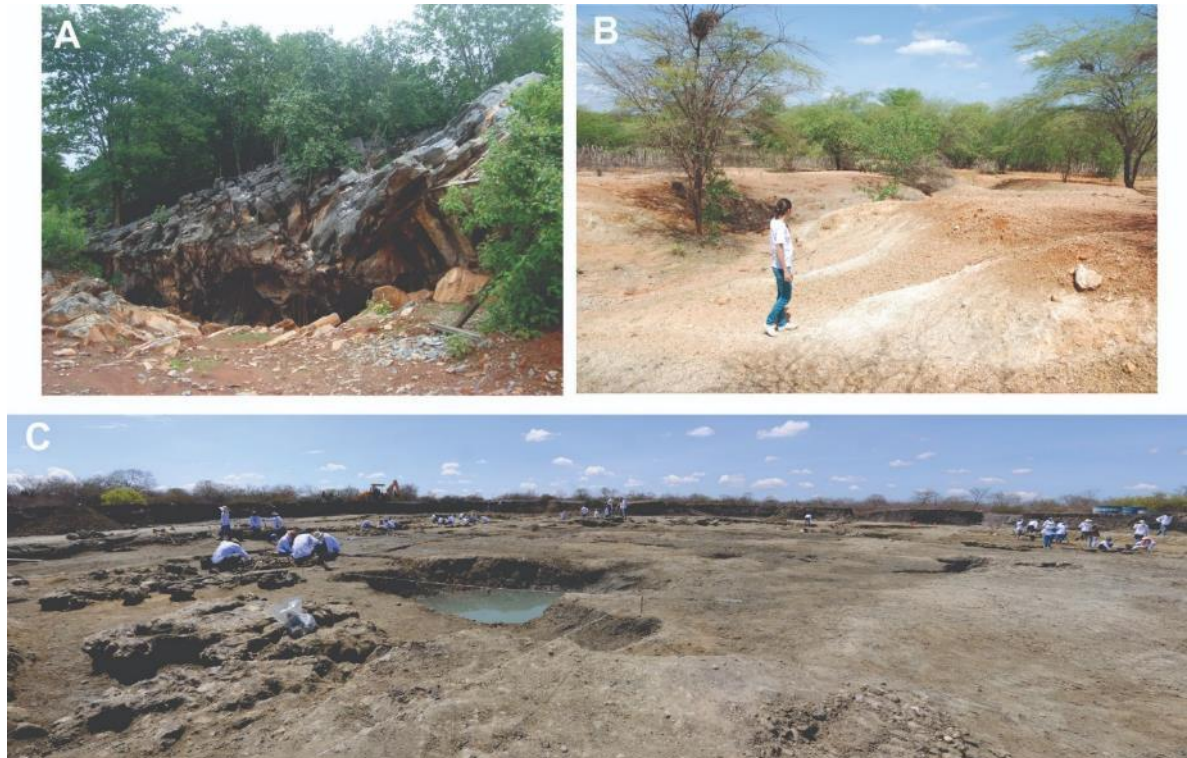
Para Santos (2007), o pedimento é caracterizado como uma vasta área aplainada por processos erosivos das rochas metamórficas da Faixa de Dobramento Riacho do Pontal, estando localizado, a oeste do Parque Nacional Serra da Capivara, entre a cuesta formada pelas rochas areníticas e conglomeráticas da Bacia do Parnaíba e os morros de quartzito, que constituem a Serra Dois Irmãos.

Os pedimentos na área de topografia rebaixada, na porção sudeste do entorno do Parque, estão vinculados à depressão subsequente que margeia o setor elevado da cuesta (Mutzenberg & Corrêa, 2014), recobrimo dessa forma tanto as porções estruturadas pela Faixa de Dobramento Riacho do Pontal quanto pelo Complexo Sobradinho-Remanso.

Portanto, os materiais carreados da cuesta são transportados para a vasta área aplainada constituindo o pedimento, onde destacam-se os relevos residuais de calcário metamórfico, a

bacia hidrográfica do rio Piauí e as lagoas, que foram ocupadas por grupos pré-históricos conforme atestam os sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos (Figura 9).

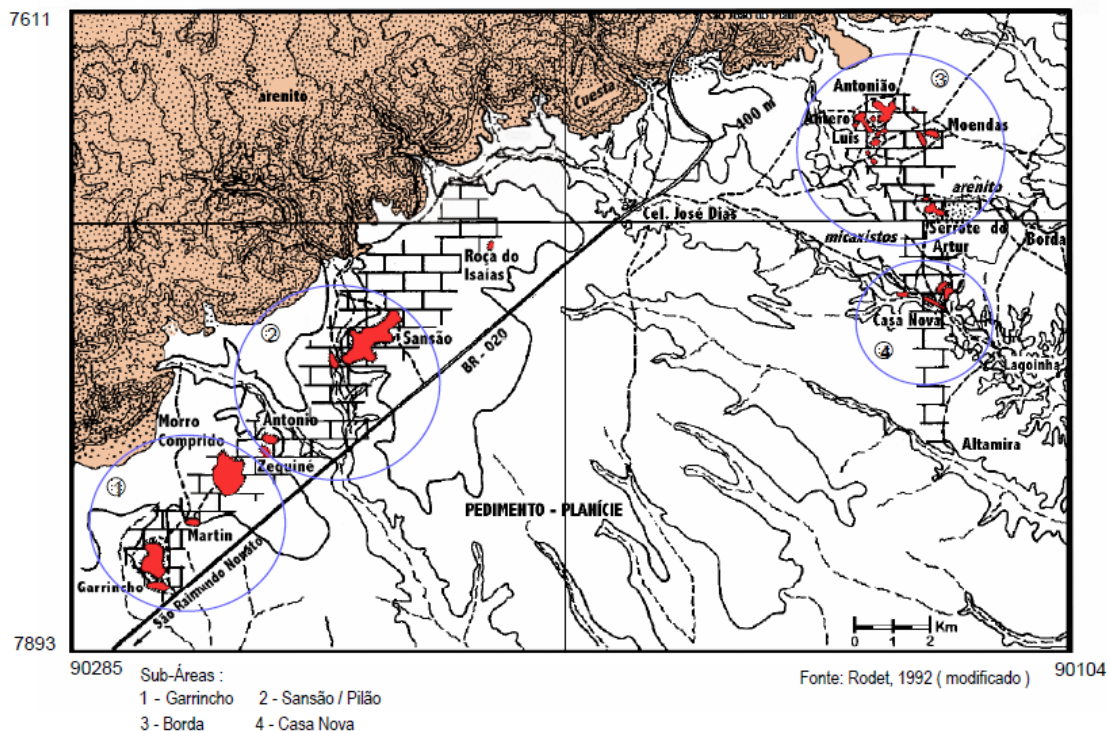
Figura 9 - A - Toca do Serrote das Moendas, em ambiente de maciço calcário, B - Estrada da Lagoa do Aldemar, em área de paleodrenagem e C - Lagoa dos Porcos, em ambiente lacustre.



Fonte - Acervo Fumdhm, adaptado por Andréia Macedo (2021).

Além do sítio Toca do Serrote das Moendas os relevos calcários denominados localmente de serrotes, apresentam uma série de sítios arqueológicos/paleontológicos como a Toca da Janela da Barra do Antônio, a Toca do Serrote do Tenente Luiz, a Toca do Serrote do Artur (Figura 10), a Toca do Serrote da Bastiana, a Toca do Barrigudo, a Toca do Serrote do Antero, a Toca do Gordo do Garrincho entre outros sítios.

Figura 10 - Porção de entorno do Parque Nacional Serra da Capivara com a borda do planalto, a área cárstica (quatro ocorrências cartografadas destacadas em azul) e o pedimento.



Fonte - La Salvia (2006, p. 11).

Demonstrando, portanto, a diversidade de sítios arqueológicos e paleontológicos em ambientes cársticos na região da Serra da Capivara.

3.4 COBERTURA PEDOLÓGICA

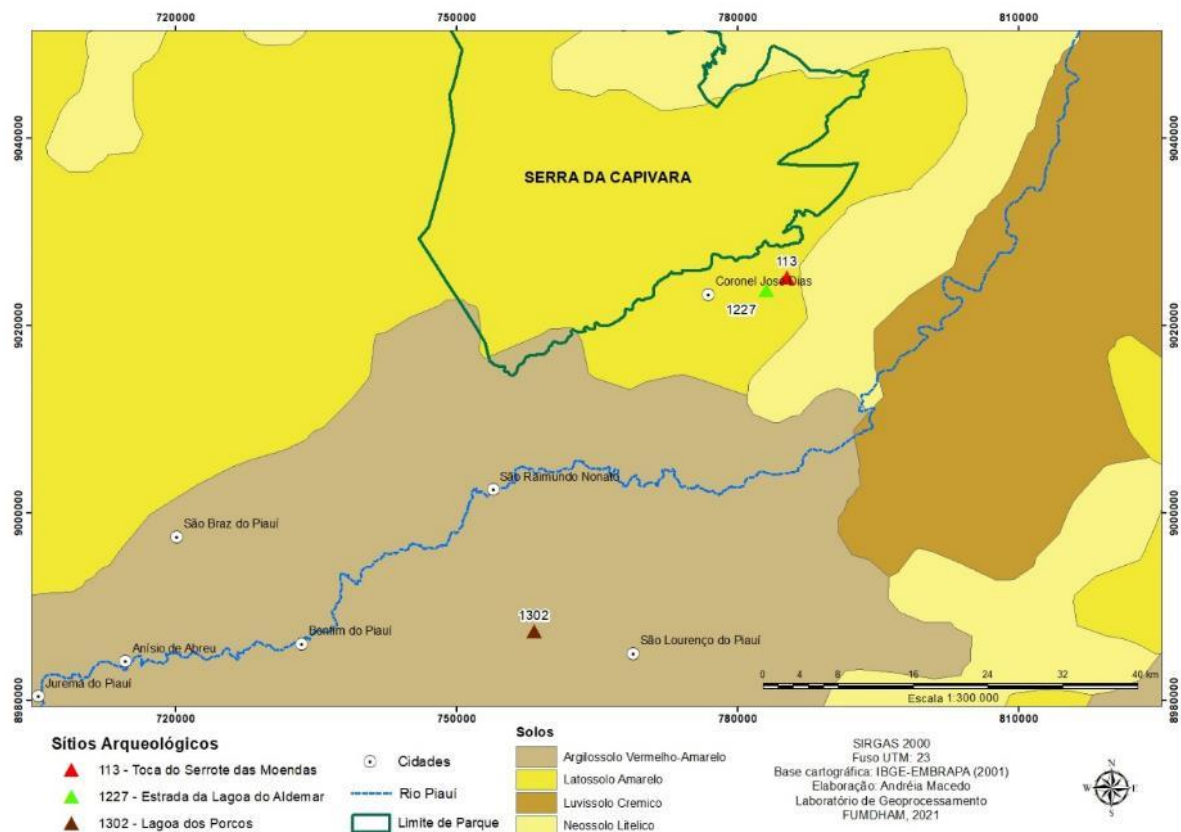
Os solos da área de estudo (Mapa 5), em grande parte são provenientes da alteração de arenitos, siltitos, folhelhos, granitos, mármore, xistos, quartzitos e gnaisses, podendo ser caracterizados como rasos ou pouco espessos, jovens, às vezes pedregosos, ainda com influência do material subjacente. Dentre os solos regionais predominam os latossolos álicos e distróficos de textura média a argilosa e os argissolos vermelho-amarelos de textura média a argilosa, fase pedregosa e não-pedregosa e secundariamente, os neossolos quartzarênicos, que compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários e de baixa fertilidade (JACOMINE et al., 1986).

Na região “o pedimento encontra-se recoberto por mantos de intemperismo, ligados às classes de solos como argissolos, luvisolos, neossolos litólicos e alguns pontos de ocorrência de paleossolos calcinomorfos ligados às áreas de pedimento assentado sob rochas calcárias metamórficas” (MUTZENBERG, 2010, p. 71).

Segundo CPRM (2012), a vasta área de pedimento, está associada a uma cobertura de latossolos profundos, conforme mostra o mapa 5.

De acordo com os estudos de solo realizados por Valladares et al (2017), a região apresenta ainda solos pouco evoluídos com desenvolvimento pedogenético incipiente típico de neossolos ou cambissolos, com grandes variações morfológicas, químicas e granulométricas, reflexo dos diferentes materiais de origem (MACEDO, BARBOSA & FELICE, 2019).

Mapa 5 - Solos da área de estudo no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.



Fonte - Base de dados Agência Nacional de Águas (ANA), IBGE, Embrapa e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2021).

3.5 ASPECTOS CLIMÁTICOS E REDE DE DRENAGEM

O Nordeste do Brasil por estar situado em uma posição central em relação a zona de convergência dos alísios, favorece a formação de uma dinâmica climática diferenciada refletindo em regiões com alta pluviosidade e regiões com alto déficit hídrico (TAVARES, 2010).

A região semiárida do Nordeste apresenta elevadas temperaturas por causa dos diversos sistemas de circulação atmosférica associados a fatores como relevo, latitude e continentalidade

(Lima, 2015). Dentre estes sistemas, destaca-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), onde há uma convergência dos ventos alísios de sudeste vindos do Hemisfério Sul e os ventos alísios de nordeste vindos do Hemisfério Norte, em baixos níveis meteorológicos, atuando nos trópicos. A ZCIT é o principal sistema meteorológico responsável pelas condições de seca ou de chuvas acima da média no semiárido nordestino (AMORIM, 2010).

Segundo Mendes (2016), a variação da posição da Zona de Convergência Intertropical, em escala milenar, refletiu eventos de esfriamento do Hemisfério Norte como Heinrich Stadial (HS), Younger Dryas (YD) e Bond Events (BS) que foram acompanhados de aumento de precipitação no Hemisfério Sul.

Ao pesquisar os depósitos coluviais na Serra da Baixa Verde na divisa entre Pernambuco e Paraíba, Corrêa (2001), Amorim (2015) e Tavares (2015), identificaram que no Ótimo Climático, entre 9.000 a 4.700 anos AP, houve uma maior disponibilidade de calor e umidade em todo o planeta e aumento na intensidade da atuação de sistemas produtores de chuva, como a Zona de Convergência Intertropical (GALVÃO, 2019).

As condições climáticas atuais da região de estudo são caracterizadas por temperaturas mínimas de 18°C e máximas de 36°C, com clima semiárido, quente e seco. A precipitação pluviométrica média anual é em torno de 600mm, apresentando elevada deficiência hídrica (IBGE, 1977). De acordo com a classificação de KOPPEN o clima é do tipo Bsh, ou seja, semiárido estépico quente, resultante da combinação entre latitude, topografia e circulação atmosférica.

O atual clima semiárido tem permitido que informações arqueológicas, paleontológicas e paleoambientais, fiquem registradas nos diferentes ambientes de depósitos sedimentares quaternários, onde a presença da paleofauna associada a vestígios antrópicos têm sido gradativamente recorrente, demonstrando tanto mudanças climáticas, quanto coexistência entre grupos humanos e fauna pleistocênica.

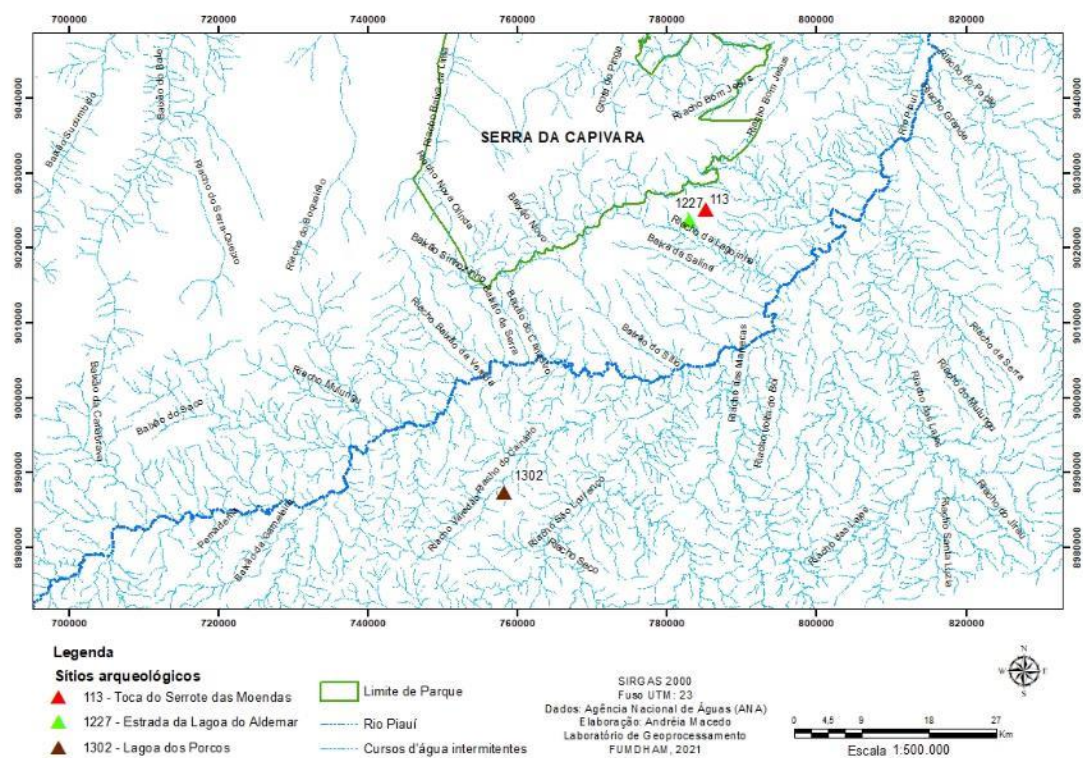
Embora o semiárido por um lado apresente elevadas temperaturas e momentos de chuvas torrenciais, que acarretam intemperismos físico e químico, por outro lado os baixos índices pluviométricos e de umidade viabilizam, por muitas vezes uma melhor preservação e conservação de vestígios, ou uma degradação mais lenta dos mesmos.

Hidrograficamente a região (Mapa 6) é caracterizada por:

Rios temporários, cujos escoamentos das águas nos períodos chuvosos, partem das cabeceiras de drenagem nas porções mais altas do relevo localizadas no planalto dentro da área do Parque, direcionando as águas para as porções mais baixas, onde é formado o rio Piauí, tributário do rio Canindé pertencentes a Bacia Hidrográfica do Parnaíba (MACEDO, BARBOSA, FELICE, 2019, p. 95).

De acordo com Rodet (1995 apud Rodet, 1997, p. 3) “o rio Piauí foi capturado pelo alto curso do rio Canindé, causando, por erosão regressiva, a ruptura da cuesta nos arredores de São João do Piauí. Essa ruptura provocou o aprofundamento da drenagem em pelo menos 20m sob a planície”. O interessante é que segundo o autor, esse aprofundamento ou abaixamento influenciou na drenagem cárstica dos relevos calcários.

Mapa 6 - Hidrografia da região de entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.



Fonte - Base de dados Agência Nacional de Águas (ANA) e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2021).

Estudos estratigráficos realizados por Laborda & Mendes (2012 apud Felice, Guidon & Mendes, 2014, p. 74) nas lagoas atuais da região da Serra da Capivara, “demonstraram que as mesmas fazem parte de drenagens maiores, onde as drenagens que as compreendem são, na verdade, antigos rios”.

Em momentos de maior energia hidroambiental, a região pode ter sido marcada por fases fluviais ou apenas por fases lacustres mais amplas geradas pela coalescência de lagoas. Os

estudos da relação entre o clima e a hidrografia são apenas iniciais para a região da Serra da Capivara.

As mudanças climáticas ocorridas entre o Pleistoceno final e o Holoceno e a dinâmica entre períodos de maior e menor energia hidroambiental, são marcadas por variações geralmente abruptas nos sedimentos, verificáveis pelos estudos geomorfológicos, estratigráficos, sedimentológicos, entre outros, que busquem dados paleoambientais.

3.6 COBERTURA VEGETAL

A área de pesquisa está localizada no semiárido, onde o ecossistema predominante é a Caatinga, adaptado as condições climáticas.

O bioma caatinga é caracterizado como um conjunto de formações predominantemente caducifólias, com frequência de espécies espinhosas, de cipós, de cactáceas e bromeliáceas (EMPERAIRE, 1994). A composição florística varia de acordo com o volume das precipitações, da qualidade dos solos, da rede hidrográfica, da geomorfologia, do sombreamento e umidade dos paredões rochosos e da ação antrópica com atividades de pecuária e agricultura de subsistência.

A diversidade do solo serve de substrato para esse atual bioma caatinga, típico da região semiárida nordestina, estabelecido há aproximadamente 4.000 anos (De Oliveira et al., 2005; 2014) e que apresenta coberturas vegetais com especificidades decorrentes da combinação dos fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrográficos e pedológicos, o que permite uma riqueza biológica e endemismo (MACEDO, BARBOSA & FELICE, 2019).

Na área de pedimento, segundo Emperaire (1989 apud Fumdhm, 1994), a vegetação apresenta aspectos variados, onde a forma característica é a caatinga arbustiva densa, mas sobre as porções planas do terreno, podem ser observadas manchas de caatinga arbustiva e arbórea, tanto no planalto quanto no pedimento.

Nas áreas dos maciços calcários a vegetação é bastante degradada, devido a exploração de cal, que ocorreu na região entre 1950 e início de 1990. De maneira geral, as áreas atuais de ocupação humana são circundadas pela vegetação secundária, resquícios do processo de colonização histórico que teve as fazendas de gado como principal atividade na região e das atuais atividades de agricultura e pecuária de subsistência.

Ainda no que diz respeito a vegetação nativa é importante salientar a maniçoba e a produção da borracha como importantes atividades econômicas que ocorreram no período 1900 a 1960.

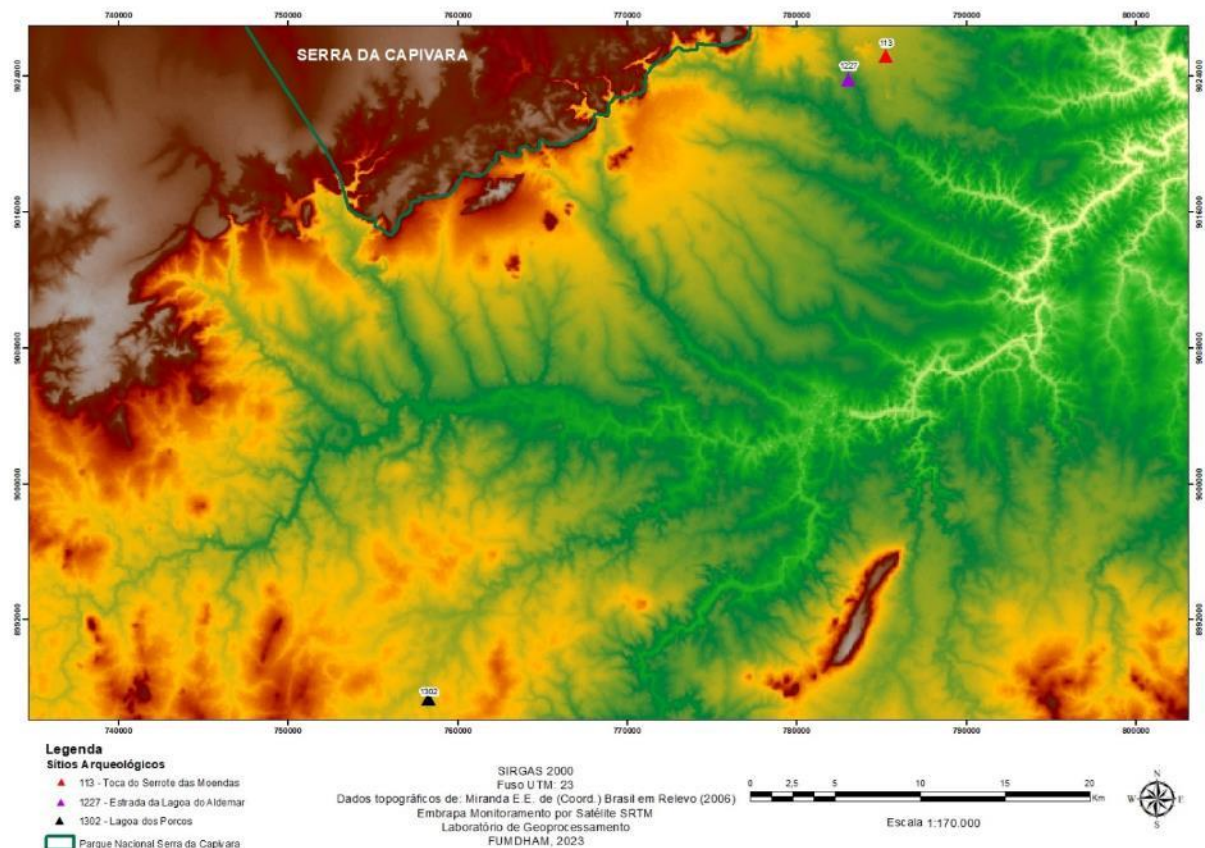
Para a região da Serra da Capivara os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos e vegetacionais, viabilizam uma paisagem com diversidade de ambientes e recursos para ocupação humana desde a pré-história até os dias atuais.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SÍTIOS PESQUISADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar, sob a perspectiva da meso escala, o sítio arqueológico em si e o seu contexto ambiental, bem como as informações já existentes provenientes das pesquisas arqueológicas e ou paleontológicas.

O mapa 7 a seguir ilustra os sítios em relação ao Parque Nacional Serra da Capivara e em relação a drenagem principal que é o rio Piauí.

Mapa 7 - Localização dos sítios arqueológicos pesquisados.



Fonte - Base de dados Brasil em Relevo e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2023).

4.1 SÍTIO TOCA DO SERROTE DAS MOENDAS

4.1.1 Contexto Ambiental

A Toca do Serrote das Moendas é um sítio arqueológico e paleontológico do tipo caverna sob rocha calcária, situado em serrote homônimo, no município de Coronel José Dias, sob as coordenadas geográficas 8°48'34.67"S e 42°24'25.29"O, com uma altitude de 390 m (Figura 11). Neste sítio foram encontrados vestígios cerâmicos, três esqueletos humanos incompletos, material lítico, registros rupestres (pintura e gravura) e ossos fossilizados da paleofauna.

Figura 11 - Localização do Sítio Toca do Serrote das Moendas (ponto vermelho) no maciço calcário.

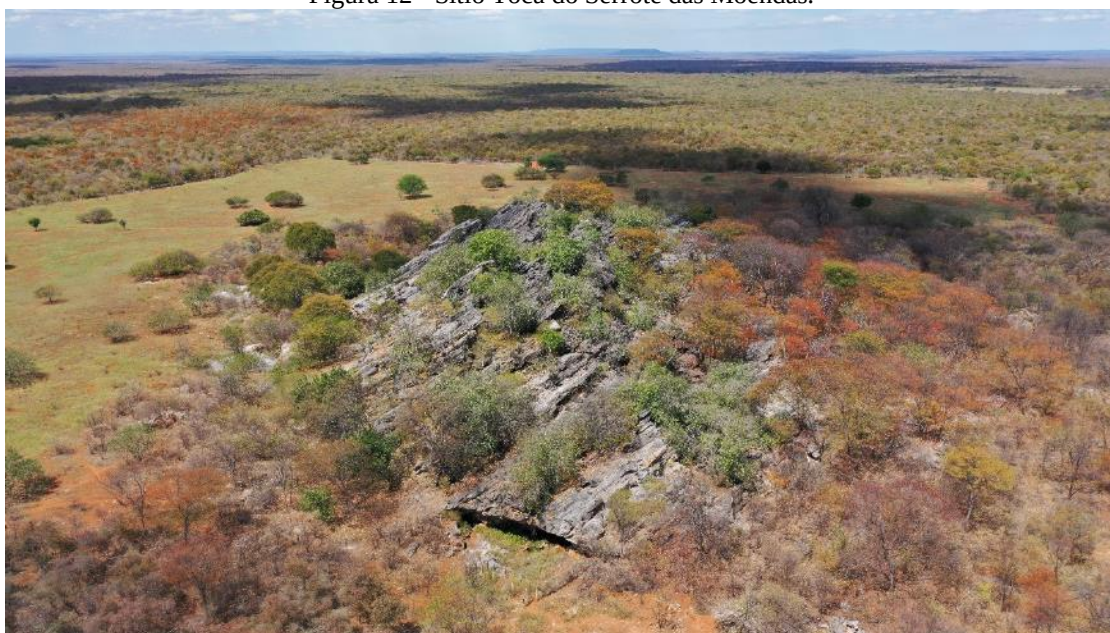


Fonte - Google Earth Pro, 2018.

O sítio Toca do Serrote das Moendas apresenta aproximadamente 23 m de comprimento para a entrada da caverna por 35 m de profundidade para a porção do salão mais interno que foi escavado. Devido a caverna estar preenchida por sedimentos e as escavações realizadas não terem atingido a base rochosa do sítio, a espessura total dos mesmos ainda é desconhecida (GUIDON et al., 2009b).

“A abertura da caverna faz face ao norte, com uma orientação de 80° leste a 280° oeste e, o mergulho da rocha calcária é de 26° com uma direção sudeste de 122° para a entrada da cavidade e uma direção sudeste de 143° para a porção mais profunda” (Figuras 12 e 13) (GUIDON et al., p. 71, 2009b).

Figura 12 - Sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Acervo Fumdhm.

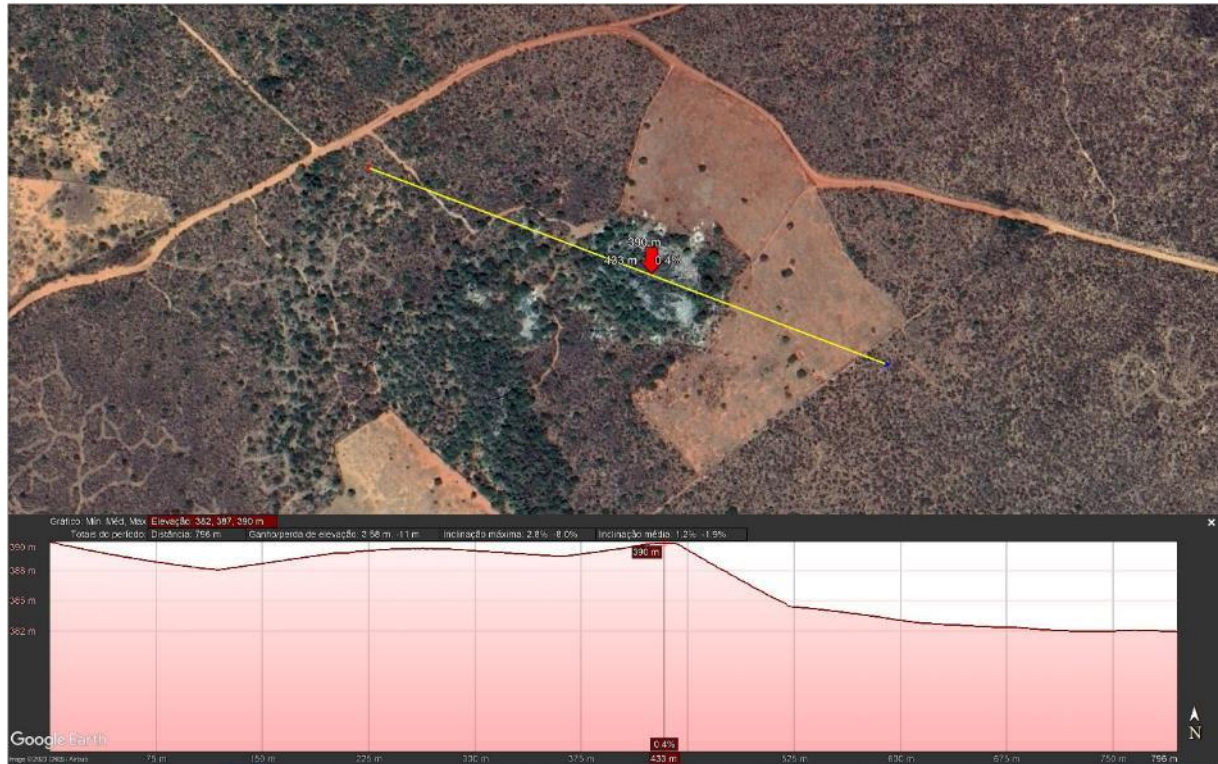
Figura 13 - Entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Acervo Fumdhm.

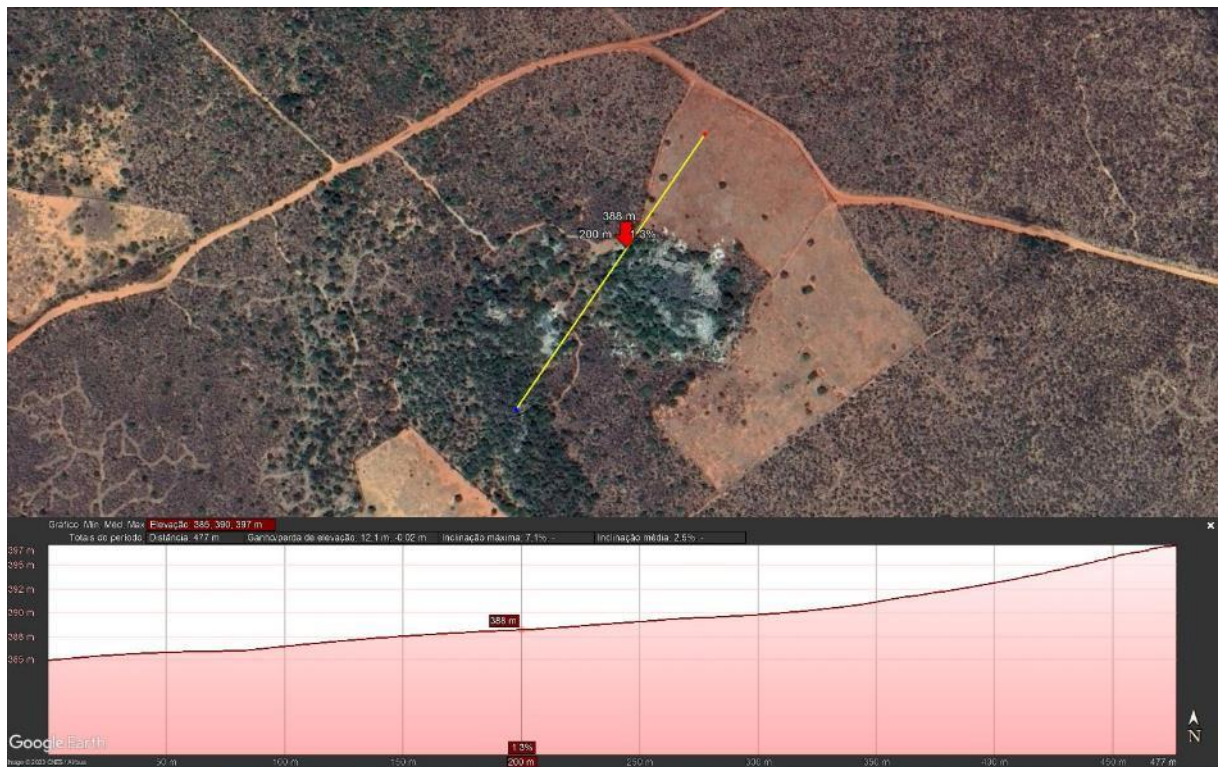
O topo do serrote das Moendas apresenta 390 m de altitude e para o topo da área da entrada da caverna a altitude é de 388 m (Figuras 14 e 15), já que a superfície do maciço é irregular.

Figura 14 - Perfil de elevação do topo do maciço calcário, onde está localizado o sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Figura 15 - Perfil de elevação da entrada da caverna (sítio) Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Google Earth Pro, 2021. Elaboração Andréia Macedo (2022).

A Toca do Serrote das Moendas está localizada próximo ao sítio pleistocênico Toca da Janela da Barra do Antônio, ambos apresentam grande interesse para os estudos geoarqueológicos devido à presença de depósitos de calcrete e por corresponderem a um ambiente com características que os tornam favoráveis para a conservação de fósseis, como é o caso, da paleofauna pleistocênica evidenciada, bem como por terem sido utilizados por populações pré-históricas. Os depósitos cársticos apresentam grande potencial para as pesquisas sobre as condições ambientais vigentes no passado.

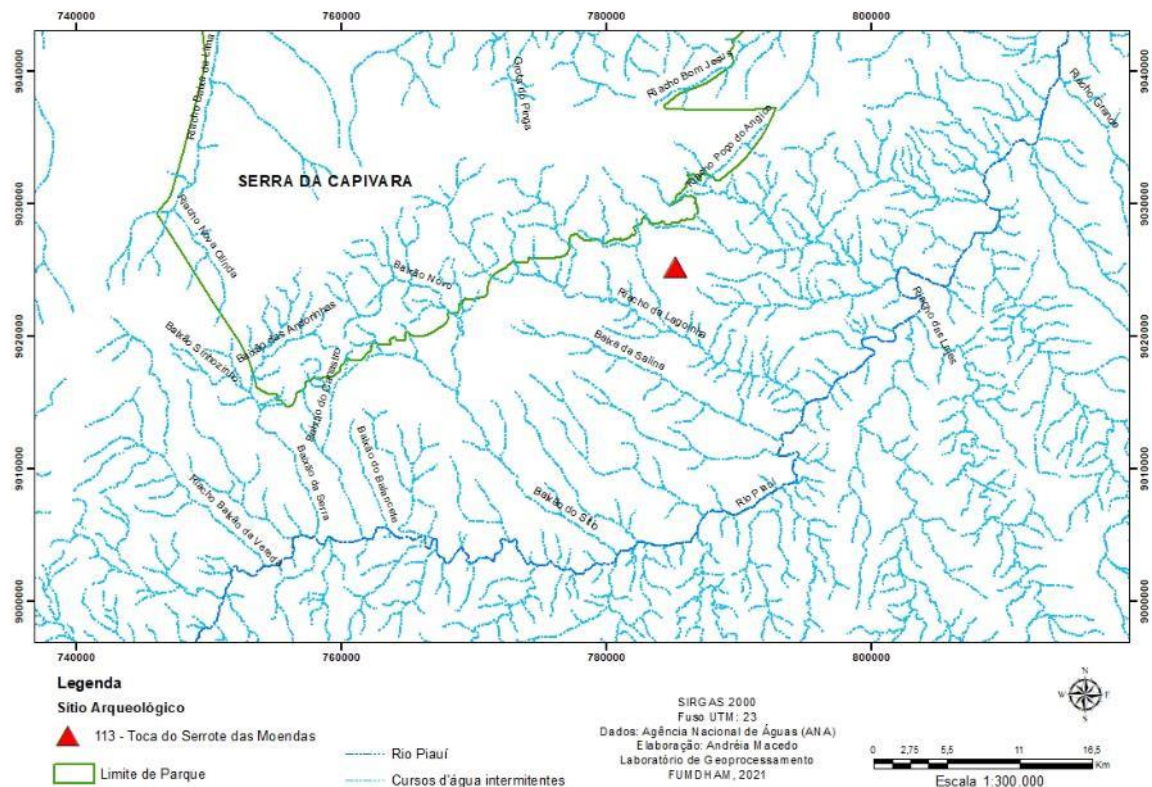
As áreas dos maciços calcários no município de Coronel José Dias estiveram associadas a produção de cal, constituindo uma atividade econômica e social relevante entre 1950 e início de 1990, tendo sido finalizada por meio de processo judicial, a fim de preservar o patrimônio existente nos serrotes da região e preservar ainda a vegetação nativa que era utilizada como lenha nas caieiras. No caso da Toca do Serrote das Moendas parte do teto da entrada da caverna foi quebrado para extração do calcário.

O sítio está localizado à leste do entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, entre as comunidades Várzea Grande e Borda, região onde é observado um conjunto de pequenos morros elevados.

Os principais cursos d'água que drenam o município de Coronel José Dias são o rio Piauí e os riachos Lages e Santa Teresa (CPRM, 2004a). O sítio Toca do Serrote das Moendas está localizado próximo as drenagens intermitentes do riacho da Lagoinha (Mapa 8), que pertencem às drenagens do rio Piauí.

Nas áreas de entorno do maciço calcário residual, onde está localizado o sítio, duas drenagens conhecidas se formam, o Riacho da Lagoinha e o Riacho Poço do Angico, que seguem para a calha central do Rio Piauí (Mapa 8), parte mais baixa na porção do Escudo Metamórfico Pré-Cambriano.

Mapa 8 - Localização do sítio Toca do Serrote das Moendas em relação a hidrografia.



Fonte - Base de dados Agência Nacional de Águas (ANA) e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2021).

Na região do sítio predominam os latossolos álicos e distróficos de textura média a argilosa, conforme ilustrado no mapa 5.

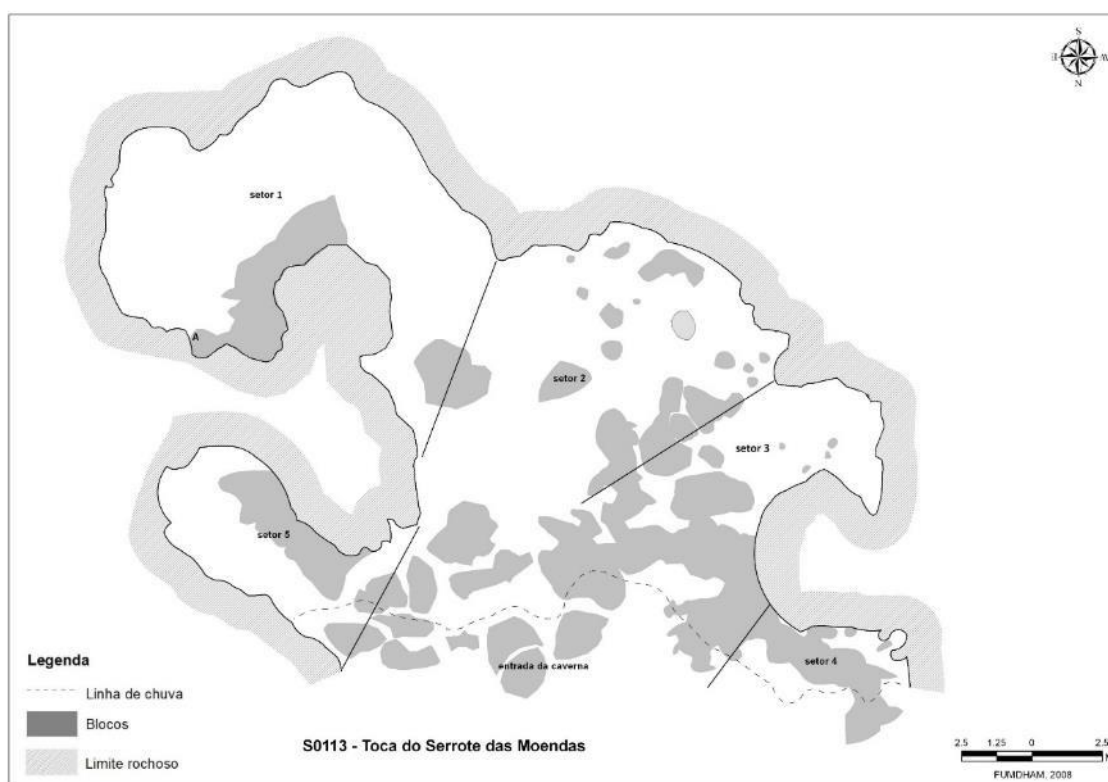
Os latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, são normalmente muito profundos, com espessura raramente inferior a 1 metro e em geral, são fortemente ácidos. Outra importante característica é que são solos que ocorrem em amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, mas podem estar presentes também em áreas mais acidentadas, bem como em relevo montanhoso (SANTOS et al., 2018).

A Formação Barra Bonita, entre as cidades de São Raimundo Nonato e Coronel José Dias, “está recoberta por um extenso platô de solo detrito-laterítico, frequentemente com matriz conglomerática e canga laterítica” (CPRM, 2009, p. 36). “Na parte aplainada, ao redor das morrarias calcárias, o intemperismo dessas rochas desenvolve um solo argiloso, de tonalidade avermelhada, de excelente qualidade para o aproveitamento agrícola” (CPRM 2009, p. 39).

4.1.2 Contexto Arqueológico e Paleontológico

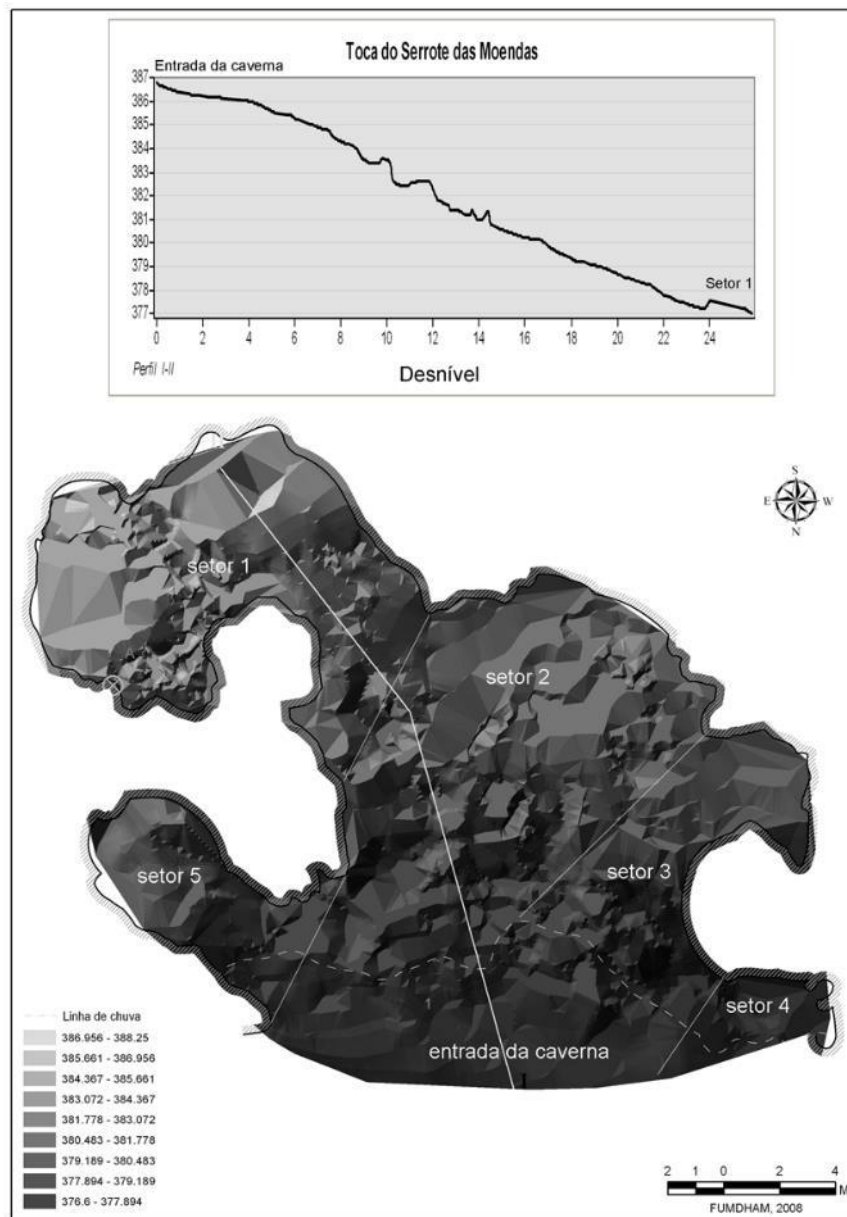
As escavações deste sítio ocorreram em quatro campanhas realizadas nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2010. Pelo fato da caverna apresentar uma topografia em declive, a área interna foi dividida em cinco setores, estabelecidos a partir dos patamares do declive, da presença de blocos de calcário e da morfologia do calcário da parede (Figura 16), divisão essa que os pesquisadores denominaram de salões e reentrâncias. O desnível (Figura 17) entre a parte mais elevada da entrada da caverna (entre os setores 4 e 5) até a parte mais profunda (setor 1), no interior do sítio é de aproximadamente 10m (GUIDON et al., 2009b).

Figura 16 - Plano inicial com a delimitação dos cinco setores de escavação no sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 17 - Plano inicial e perfil com desnível de 10 m entre a entrada da caverna e o setor 1, Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Guidon et al., (2009, p. 73).

De acordo com Guidon et al. (2009b) no sítio Toca do Serrote das Moendas as escavações permitiram evidenciar fragmentos de cerâmica, líticos, três esqueletos humanos incompletos e fragmentados, mandíbulas e dentes de cervídeo e, ossos fossilizados da paleofauna. Os fragmentos de cerâmica e os líticos foram evidenciados nos setores 1, 2 e 3, enquanto os esqueletos humanos foram encontrados no setor 2 (dois esqueletos, denominados 1 e 3) e no setor 3 (um esqueleto, denominado 2).

Os vestígios líticos correspondem a 121 peças quantificadas e classificadas em 22 ferramentas (Figuras 18 a 21), 28 núcleos, 9 seixos com lascamento, 52 lascas com córtex e 10 lascas sem córtex, confeccionadas em quartzo, quartzito, sílex e arenito. Além das 121 peças líticas foram coletados 6 blocos em calcário, sendo que um apresenta gravuras rupestres (Figura 22).

Figura 18 - Raspador em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 19 - Raspador em sílex.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 20 - Raspador em quartzito.



Fonte – Acervo Fumdam.

Figura 21 - Percutor/Polidor em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 22 - Bloco gravado.



Fonte - Acervo Fumdam.

As cerâmicas produzidas pela técnica de manufatura acordelada correspondem a mais de 900 fragmentos, nos quais foram verificados os tratamentos de superfície interna alisado e superfície externa alisado e corrugado (Figuras 23 a 25), predominando o tratamento corrugado.

Figura 23 - Fragmento de borda-bojo com tratamento de superfície externa alisado e corrugado.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 24 - Fragmentos reconstituídos formando uma base corrugada.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 25 - Fragmentos reconstituídos formando uma base alisada.



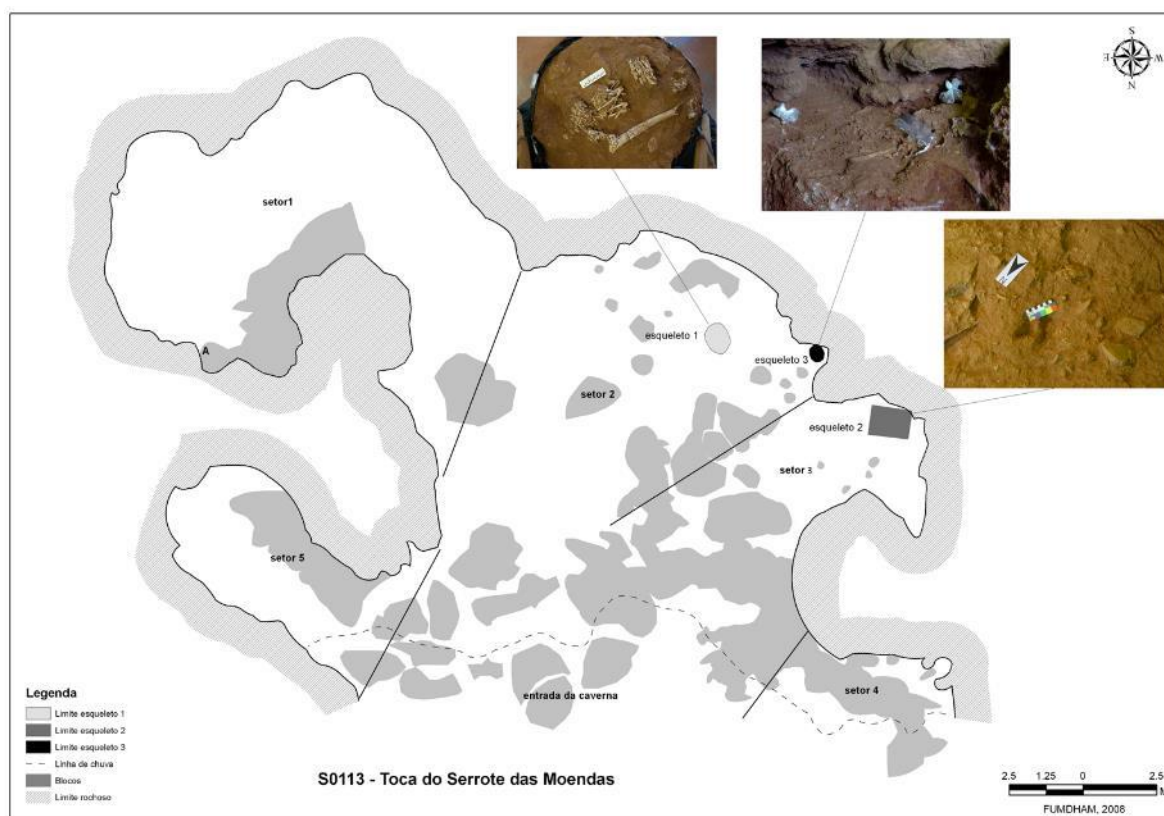
Fonte - Acervo Fumdhm.

No que se refere ao estudo dos vestígios ósseos humanos recuperados dos três enterramentos, é possível citar a curadoria, inventário e descrição sumária realizada por Almeida e Neves (2009) e a análise antropofísica feita por Cunha (2014).

De acordo com Almeida & Neves (2009) e Cunha (2014), os esqueletos evidenciados nos setores 2 e 3 (Figura 26) estavam incompletos e correspondem a duas crianças e um adulto.

O esqueleto 1 (Figura 27), segundo os autores, apresenta a partir da análise da dentição, uma idade estimada entre 2 e 4 anos, e em meio aos ossos desta criança foi identificado um fêmur adulto direito intrusivo, que seria a princípio, compatível ao esqueleto 3. O esqueleto 2 (Figura 28) corresponde a uma criança de idade estimada, por meio das proporções do crânio, entre 3 e 7 anos, alguns dos ossos estão recobertos por sedimento concrecionado. Por fim, o esqueleto 3 (Figura 29) refere-se a um adulto com idade acima de 30 anos, conforme demonstrou a análise da perda de dentes e de uma osteo-artrose no côndilo mandibular esquerdo, este adulto foi, de acordo com as características cranianas, diagnosticado como do sexo masculino, alguns ossos deste indivíduo também apresentam sedimento concrecionado.

Figura 26 - Plano com a distribuição dos setores e a localização dos três esqueletos humanos.



Fonte - Acervo Fumdhham.

Figura 27 - Esqueleto 1, criança, evidenciado no setor 2.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 28 - Esqueleto 2, criança, evidenciado no setor 3.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 29 - Esqueleto 3, indivíduo adulto evidenciado no setor 2.



Fonte - Acervo Fumdhm.

A Toca do Serrote das Moendas assim como os demais sítios em ambiente cárstico da região da Serra da Capivara, apresenta diversidade de vestígios paleontológicos caracterizados por ossos fossilizados da paleofauna e ossos de animais de menor porte. As análises taxonômicas permitiram verificar os seguintes táxons presentes no sítio: *Cervidae* como *Mazama gouazoubira* e *Blastocerus dichotomus*, *Pampatherium humboldti*, *Eremotherium rusconi*, *Haplomastodon waringi*, *Mylodontidae*, *Hippidion bonaerensis*, *Equus neogeus*, *Glyptodon*, *Macrauchenia patachonica*, *Palaeolama niedae* e *Palaeolama major*. Os carnívoros estão representados por *Canidae*, *Cerdocyon thous* e *Procyon troglodytes*; *Ursidae*, *Arctotherium brasiliense*; *Procyonidae*; *Mustelidae*, *Conepatus semistriatus* e *Felidae* (GUIDON et al., 2009b; GUÉRIN & FAURE, 2014; Base de dados Fumdhm).

De acordo com Guidon et al. (2009b) e Guérin & Faure (2014), os fósseis da Toca do Serrote das Moendas em sua maior parte estão bem conservados apresentando incrustações de calcita ou concreção. Além dos ossos da paleofauna, também foram evidenciados ossos da fauna atual como aves, jacaré, lagarto, tartaruga, morcego, tatu, veado e caititu (GUIDON et al, 2009b e GUÉRIN & FAURE, 2014).

A diversidade de vestígios ósseos contempla ainda outras espécies extintas na área de pesquisa, como o veado galheiro, a ema e a capivara. Pela primeira vez na região, foi identificado um fragmento da mandíbula de uma grande capivara do gênero *Hydrochoerus* e ainda encontrados ossos de ema identificados como *ratita Rhea fossilis*, ambas são bastante representadas nas pinturas rupestres do Parna Serra da Capivara (GUIDON et al, 2009b e GUÉRIN & FAURE, 2014).

As cronologias apresentadas por Guidon et al. (2009b) para o sítio Toca do Serrote das Moendas são de 26.970 ± 140 e 24.210 ± 150 anos AP, que datam duas conchas pela técnica de radiocarbono, 23.000 ± 2.000 e 22.000 ± 2.000 anos AP para dois dentes de cervídeo datados por Ressonância Paramagnética Eletrônica, 13.000 anos AP como idade obtida pela técnica de Luminescência Opticamente Estimulada - LOE para a amostra de sedimento concrecionado por cristalização de calcita e ainda para as cronologias mais recentes as idades de 4.891 e 4.076 anos AP datam dois fragmentos de cerâmica pela técnica de Termoluminescência - TL.

O pacote de deposição sedimentar que recobre os vestígios paleontológicos e arqueológicos varia de aproximadamente 2,5 m para a porção abrigada na entrada da caverna, onde aparecem os sedimentos concrecionados, até mais de 5 m de sedimentos depositados nas porções mais profundas do sítio, sendo que as escavações não atingiram a base rochosa. Portanto, a continuidade estratigráfica e a espessura total do depósito não são conhecidas.

4.2 SÍTIO ESTRADA DA LAGOA DO ALDEMAR

4.2.1 Contexto Ambiental

A Estrada da Lagoa do Aldemar é um sítio arqueológico a céu aberto situado sob as coordenadas geográficas $8^{\circ}49'19.54''S$ e $42^{\circ}25'37.52''O$, com uma altitude de 357 m (Figura 30), onde vestígios líticos foram encontrados em superfície. Este sítio é cortado pela estrada vicinal que dá acesso do município de Coronel José Dias às localidades Maquiné, Boi e Borda (Figura 31).

Figura 30 - Localização do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar (ponto vermelho).



Fonte - Google Earth Pro, 2021.

Figura 31 - Área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Por ser um sítio a céu aberto e estar submetido aos impactos diretos das intempéries, da passagem de veículos e pisoteamento de animais, o sítio foi parcialmente destruído e a erosão

expõe um sedimento esbranquiçado de subsuperfície (Figura 32) que é um dos objetos de estudo da presente pesquisa.

Considera-se relevante enfatizar que embora o sítio arqueológico tenha sido denominado Estrada da Lagoa do Aldemar, o mesmo encontra-se nas proximidades da lagoa e não inserido dentro da lagoa.

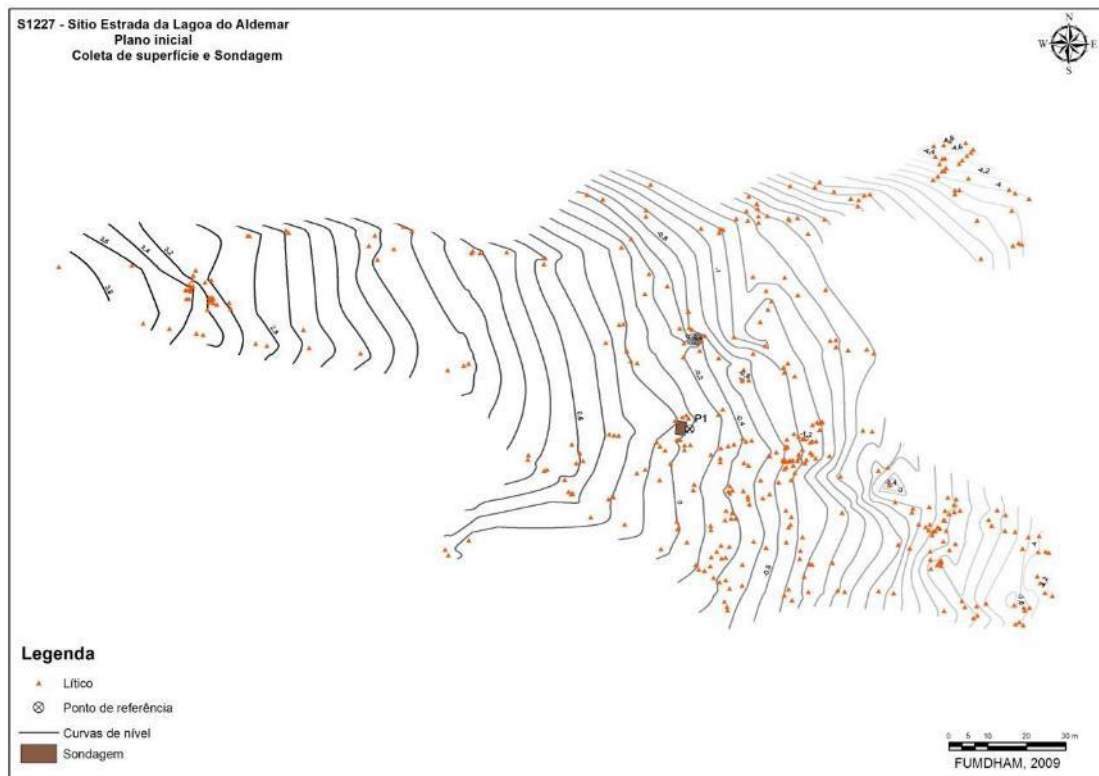
Figura 32 - Sedimento silte-argilo-arenoso de coloração avermelhada que recobre o calcrete de coloração branca.



Autoria - Gisele Felice (2019).

Próximo aos maciços calcários, o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, encontra-se no mesmo contexto ambiental dos sítios pleistocênicos Toca do Serrote das Moendas e Toca da Janela da Barra do Antônio.

Figura 33 - Plano inicial com a distribuição dos vestígios de superfície e a localização da sondagem 1, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Fonte - Acervo Fumdhham, adaptado por Andréia Macedo (2021).

Figura 34 - Fogueira, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Fonte – Acervo Fumdhham.

O material lítico, coletado na superfície, corresponde a 274 peças quantificadas e classificadas em 4 estilhas, 30 ferramentas (Figuras 35 a 42), 59 núcleos (Figuras 43 e 44), 158 lascas com córtex (Figuras 45 e 46) e 23 lascas sem córtex elaboradas a partir de matérias-primas como quartzo, quartzito, sílex, arenito e calcário.

Figura 35 - Raspador em arenito silicificado.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 36 - Raspador em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 37 - Raspador em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 38 - Ferramenta com reentrância em arenito silicificado.



Fonte – Acervo Fumdam.

Figura 39 - Raspador lateral em quartzito.



Fonte – Acervo Fumdam.

Figura 40 - Raspador em arenito silicificado.



Fonte – Acervo Fumdam.

Figura 41 - Raspador em quartzo.



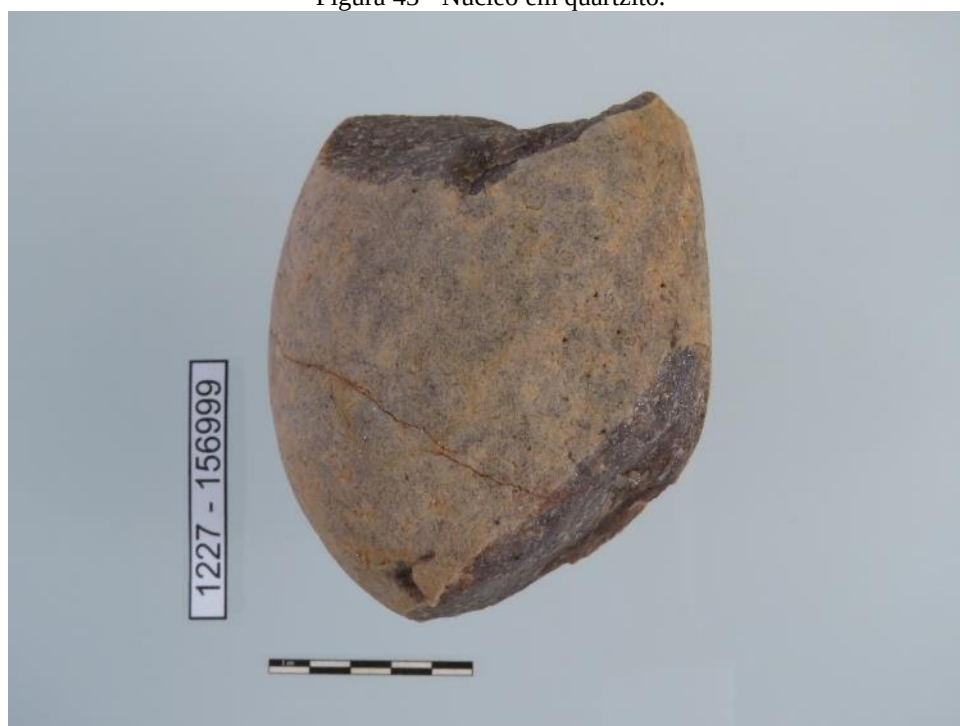
Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 42 - Raspador em arenito silicificado.



Fonte – Acervo Fumdam.

Figura 43 - Núcleo em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 44 - Núcleo em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 45 - Lasca com córtex em arenito silicificado.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 46 - Lasca com córtex em quartzito.



Fonte - Acervo Fumdam.

O sítio Estrada da Lagoa do Aldemar corresponde a uma área de ocupação humana pré-histórica em superfície, que vem sofrendo impactos ocasionados tanto pelos agentes naturais quanto

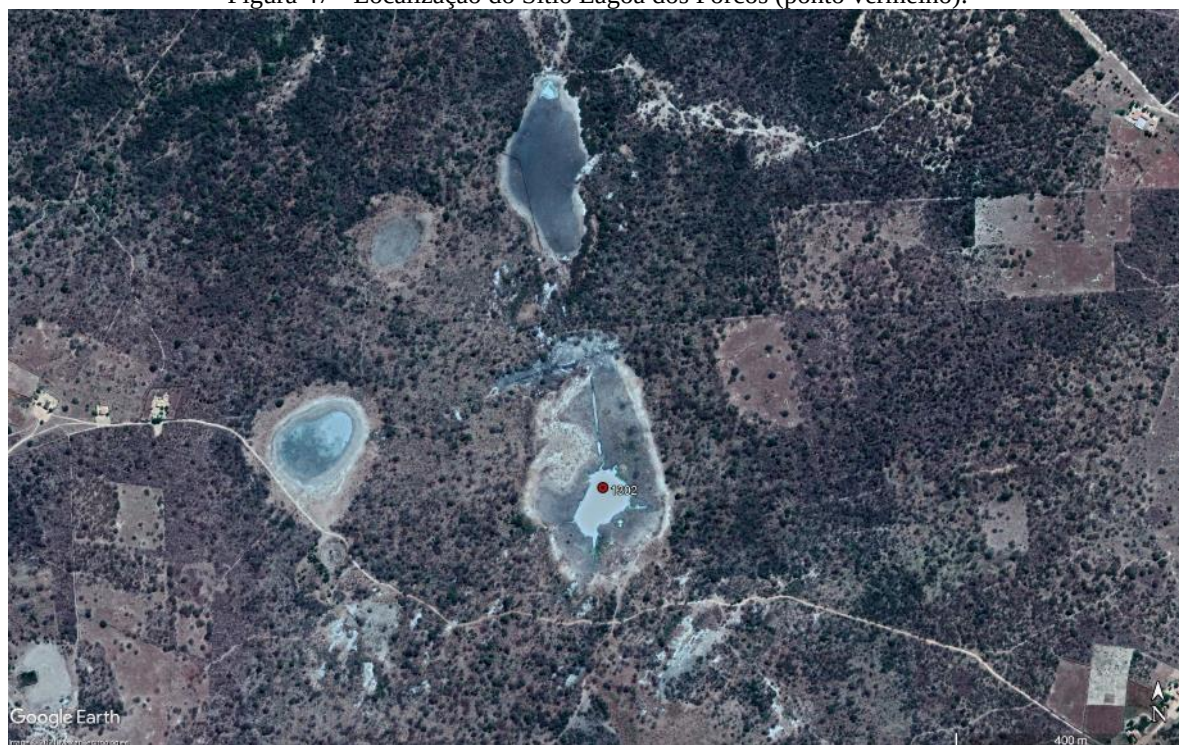
pelas atividades agropecuárias, pelos danos do maquinário utilizado na abertura e manutenção da estrada e a contínua passagem dos veículos que trafegam nesta região entre a cidade de Coronel José Dias e as localidades rurais.

4.3 SÍTIO LAGOA DOS PORCOS

4.3.1 Contexto Ambiental

A Lagoa dos Porcos é um sítio arqueológico e paleontológico a céu aberto, onde foram evidenciados vestígios líticos e ossos da paleofauna fossilizados. O sítio está situado no município de São Lourenço do Piauí, sob as coordenadas geográficas 9°9'10.94"S e 42°38'59.08"O, com uma altitude de 389 m (Figuras 47 e 48).

Figura 47 - Localização do Sítio Lagoa dos Porcos (ponto vermelho).



Fonte - Google Earth Pro, 2021.

Figura 48 - Aérea do sítio Lagoa dos Porcos no período de inverno.



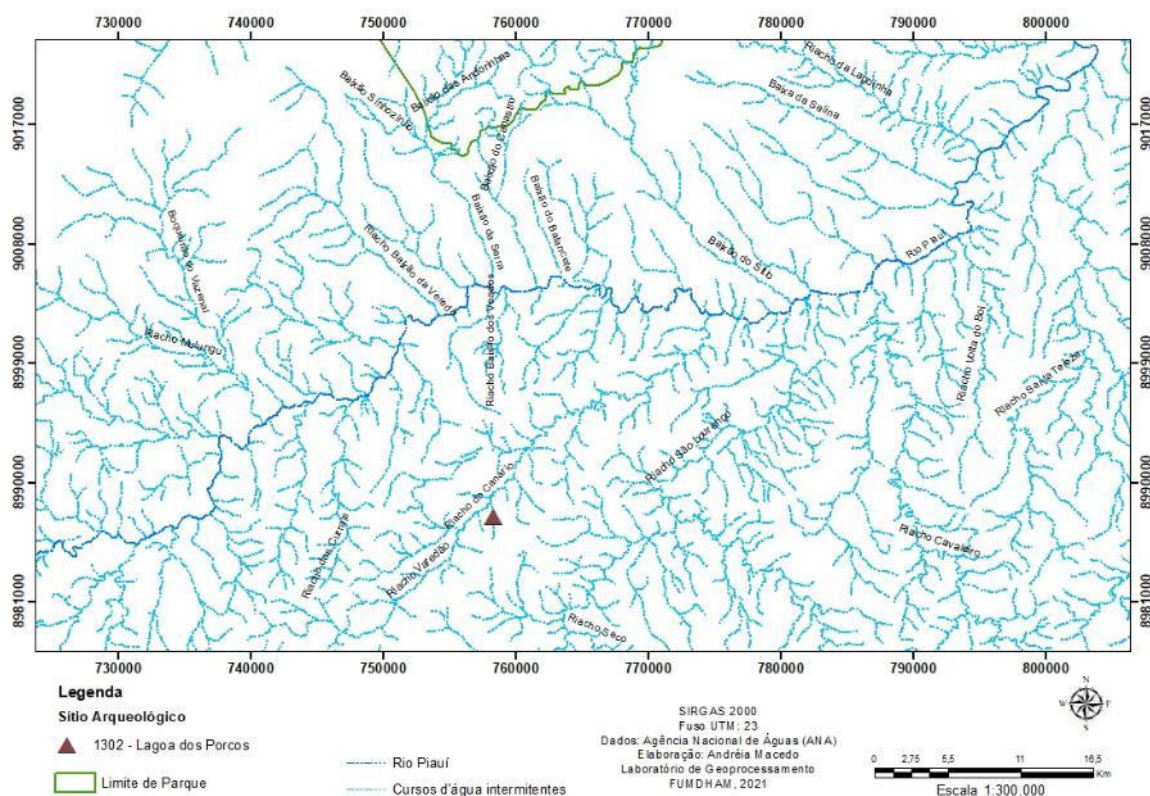
Fonte - Acervo Fumdhm.

Caracterizada como uma paleolagoa provavelmente perene, a Lagoa dos Porcos atualmente temporária, está localizada próxima a outros sítios como a Oficina Lítica da Lagoa dos Porcos e a Oficina Lítica do Silviano.

As feições do tipo lagoa apresentam uma ocorrência considerável na área do Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, na porção sul/sudeste do entorno do Parque Nacional Serra da Capivara e a importância deste sítio destaca-se tanto pelos vestígios arqueológicos encontrados em superfície, quanto aos de subsuperfície associados aos ossos da paleofauna.

Os principais cursos d'água que drenam o município de São Lourenço do Piauí são os riachos São Lourenço, Pedregulho, Seco, Cavaleiro e Canário (CPRM, 2004b). O sítio Lagoa dos Porcos está localizado nas drenagens intermitentes do riacho do Canário (Mapa 10), que pertencem às drenagens do rio Piauí. Além da Lagoa dos Porcos, ocorrem também outras lagoas ao longo da mesma drenagem.

Mapa 10 - Localização do sítio Lagoa dos Porcos em relação a hidrografia.



Fonte - Base de dados Agência Nacional de Águas (ANA) e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2021).

Regionalmente a área do sítio é composta por argissolos caracterizados por um horizonte Btextural argiloso com profundidade variável, cores avermelhadas ou amareladas e raramente brunadas ou acinzentadas. A textura no horizonte A varia de arenosa a argilosa e a acidez de forte a moderada (SANTOS et al., 2018).

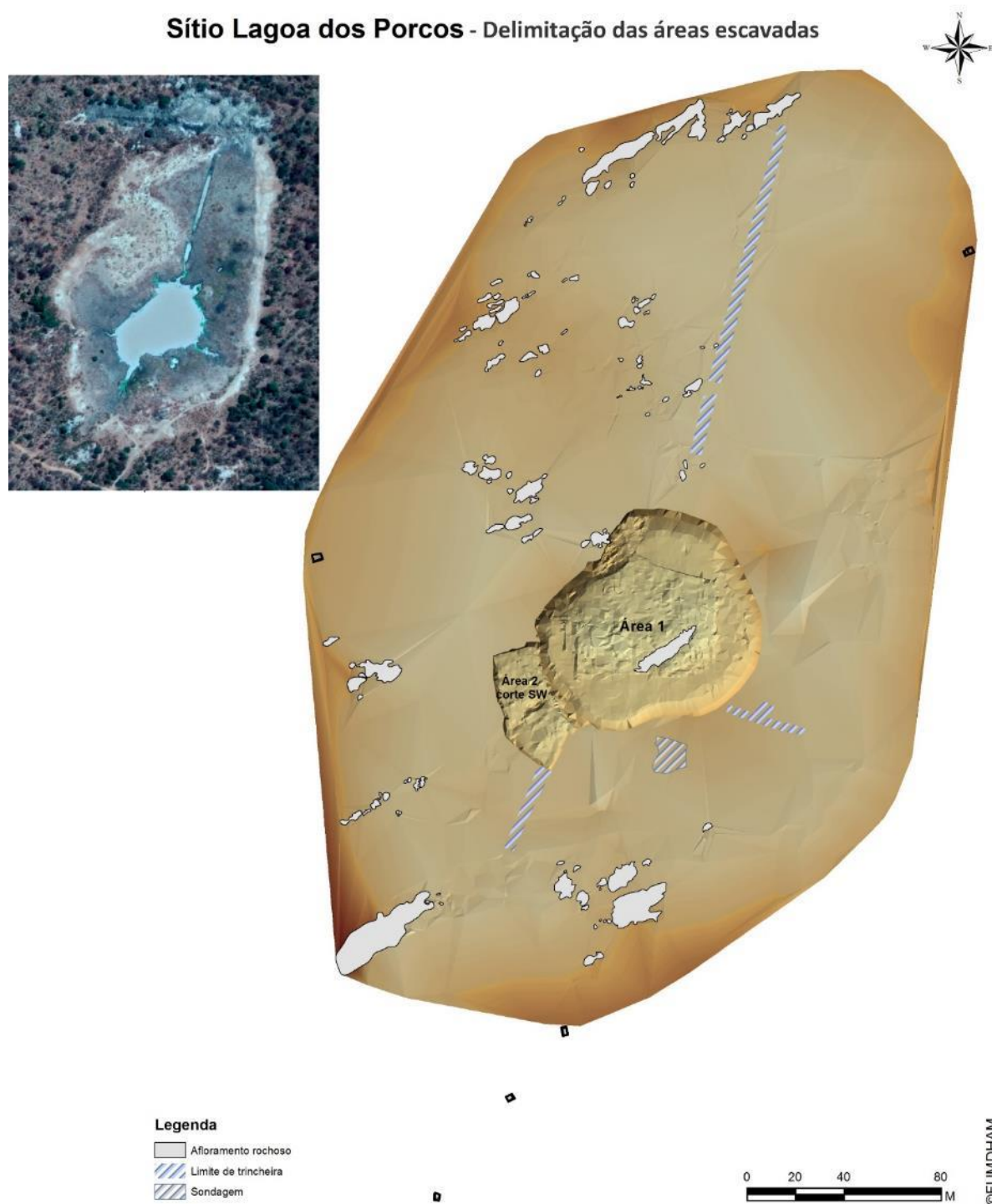
Localmente os solos no entorno da Lagoa dos Porcos são rasos. Por se tratar de uma paleolagoa preenchida por sedimentos, apresenta depósitos de argila de vertissolo formado no seu interior. De acordo com Santos et al. (2008), o vertissolo compreende a classe de solos constituída por material mineral com horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil. É caracterizado pelas argilas de alta atividade de caráter expansivo (argilas 2:1), gerando as fendas abertas durante a seca, causadas pela ausência da água e altas temperaturas, que formam as gretas de contração ou de dissecação.

4.3.2 Contexto Arqueológico e Paleontológico

A Lagoa dos Porcos com dimensões de 390 m de comprimento e 240 m de largura foi escavada em três campanhas, nos anos de 2010 a 2012. Na área do depocentro da Lagoa foram realizadas

trincheiras e sondagens (Figuras 49 e 50) para verificação do preenchimento sedimentar e extensão do sítio.

Figura 49 - Delimitação da Lagoa dos Porcos com a localização das sondagens, trincheiras e áreas 1 e 2 escavadas no depocentro.



Fonte - Guidon et al. (2018, p. 8), adaptado por Andréia Macedo (2023).

Figura 50 - Área de escavação no depocentro da Lagoa dos Porcos.



Fonte - Acervo Fumdam.

A lagoa apresenta uma morfologia alongada com a presença de afloramentos e matacões de gnaiss predominantemente na porção oeste (Figuras 49 e 51).

Figura 51 - Matacões e afloramentos de gnaiss na superfície da Lagoa dos Porcos.



Fonte - Acervo Fumdam.

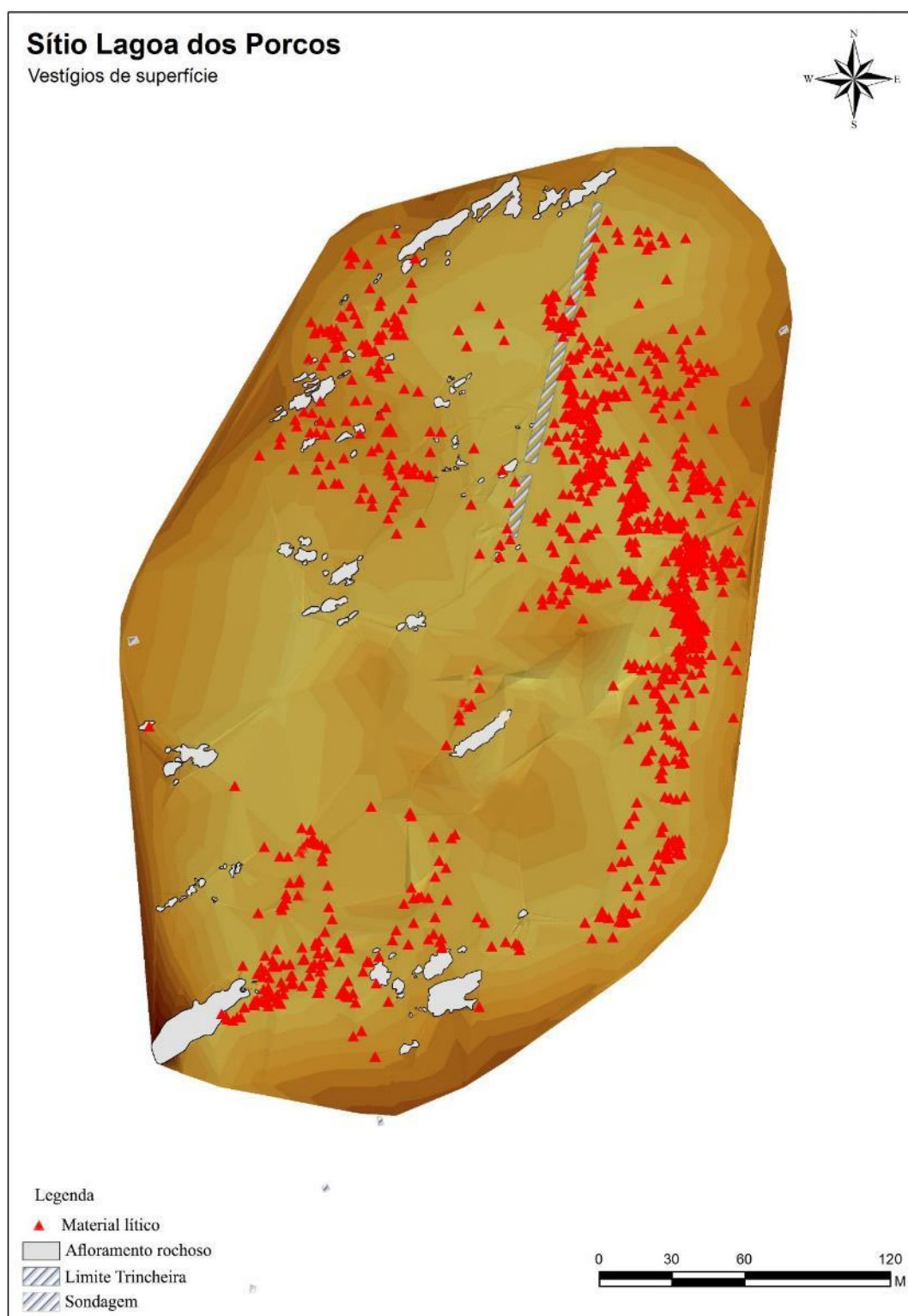
Os vestígios arqueológicos caracterizados por líticos, de acordo com Guidon et al. (2018), aparecem em dois momentos distintos: em superfície (Figura 52) concentrados na porção nordeste (Figura 53) e em subsuperfície, especificamente na base da camada 5, aproximadamente a 2 m de profundidade, onde poucos líticos foram coletados junto aos ossos da paleofauna (Figuras 54 e 55).

Figura 52 - Identificação de vestígios líticos na superfície da Lagoa dos Porcos.



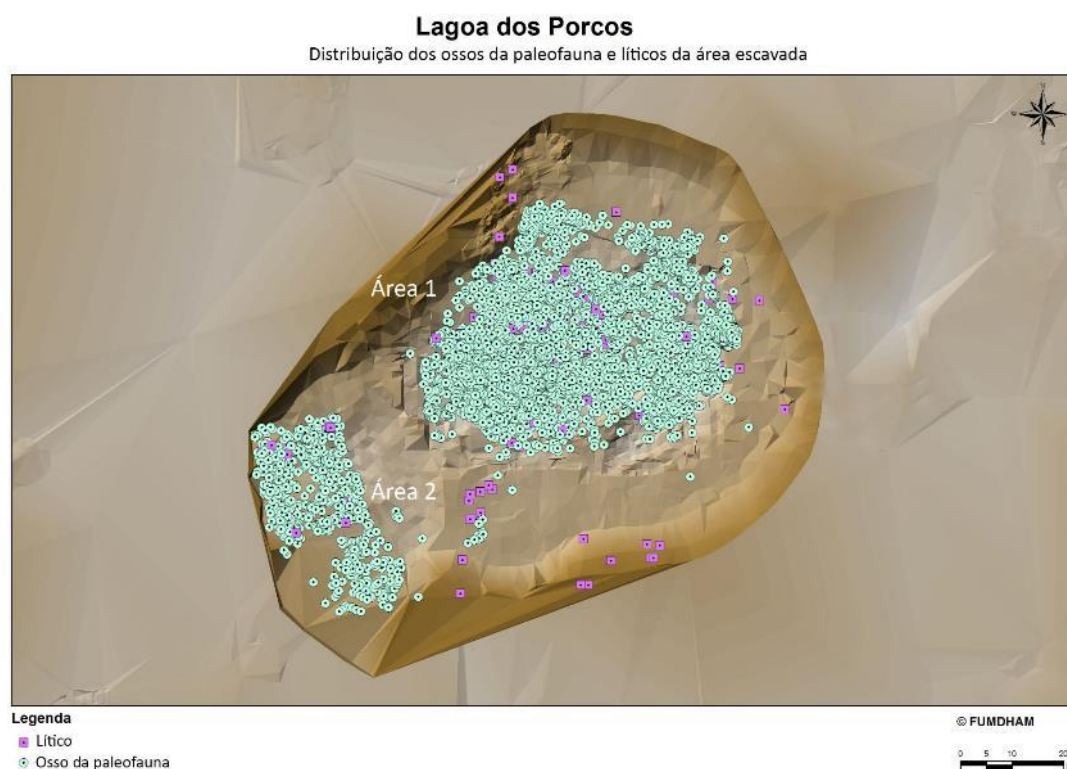
Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 53 - Plano inicial com a distribuição dos vestígios líticos na superfície do sítio Lagoa dos Porcos.



Fonte - Guidon et al., (2018, p. 15).

Figura 54 - Localização em subsuperfície dos vestígios líticos e ossos da paleofauna nas áreas 1 e 2 escavadas no depocentro da Lagoa dos Porcos.

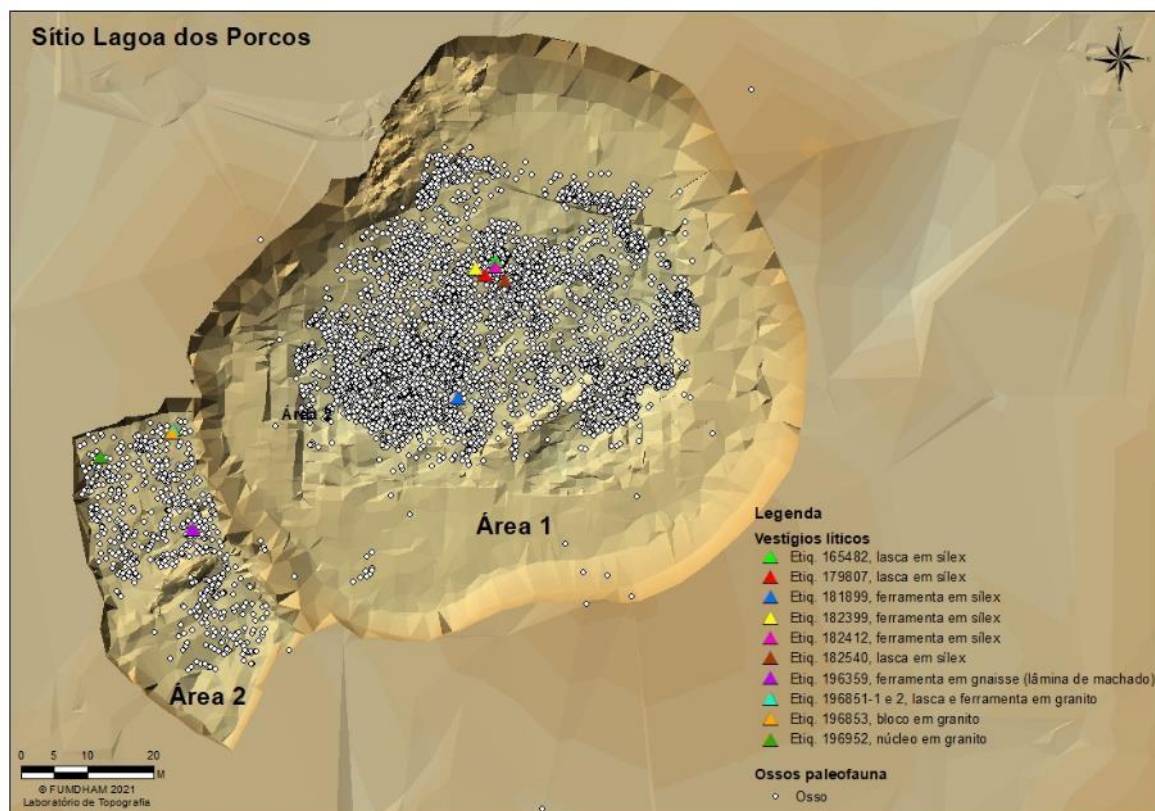


Fonte - Guidon et al., (2018, p. 17).

Os vestígios arqueológicos coletados em superfície e subsuperfície correspondem a 455 peças líticas. De acordo com a análise, estas 455 peças correspondem a 36 ferramentas, 250 núcleos, 147 lascas com córtex e 22 lascas sem córtex, confeccionadas em sílex, quartzo, quartzito, granito, gnaisse e arenito silicificado.

Os 11 líticos evidenciados em subsuperfície, na base da camada mais profunda (camada 5), estavam associados aos ossos da paleofauna, nas áreas 1 e 2 do depocentro da Lagoa (Figura 55). Os sedimentos que recobriram estes vestígios foram datados pela técnica de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e forneceram uma idade de 17.000 anos AP (GUIDON et al., 2018).

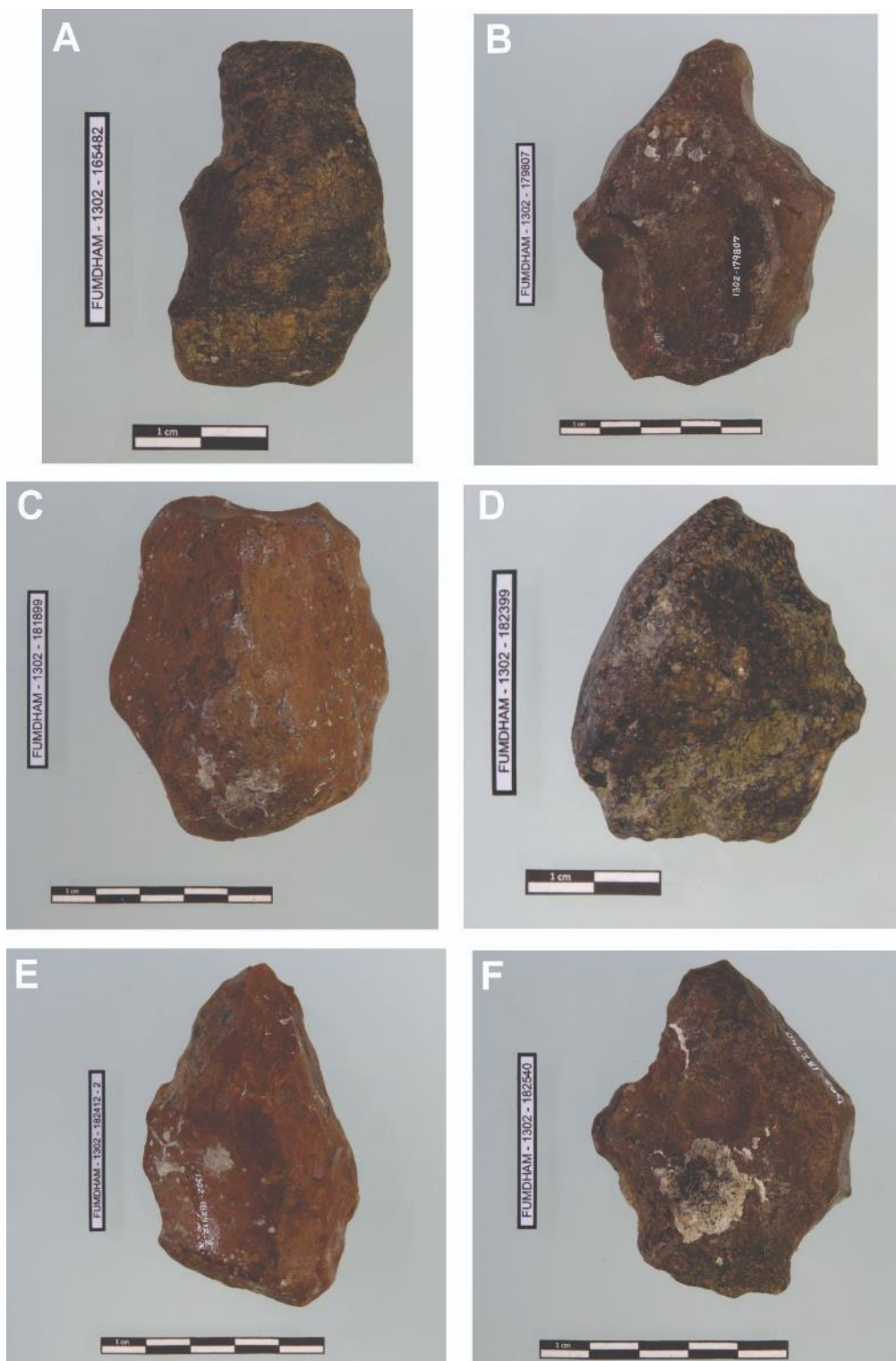
Figura 55 - Localização das 11 peças líticas evidenciadas associadas aos ossos da paleofauna na camada mais profunda, nas áreas de escavação 1 e 2 da Lagoa dos Porcos.



Fonte - Acervo Fumdam, modificado por Andréia Macedo (2021).

Conforme apresentado em Guidon et al. (2018), dos 11 vestígios líticos, 6 foram evidenciados na área 1 e 5 na área 2, tendo sido classificados como ferramentas, lascas e núcleo em sílex, granito e gnaiss (Figuras 56 a 58).

Figura 56 - A, B e C são lascas em sílex e D, E e F são ferramentas em sílex, coletadas na área 1 da escavação da Lagoa dos Porcos.



Fonte - Guidon et al., (2018), adaptado por Andréia Macedo (2021).

Figura 57 - Lâmina de machado em gnaiss.



Fonte - Acervo Fumdam.

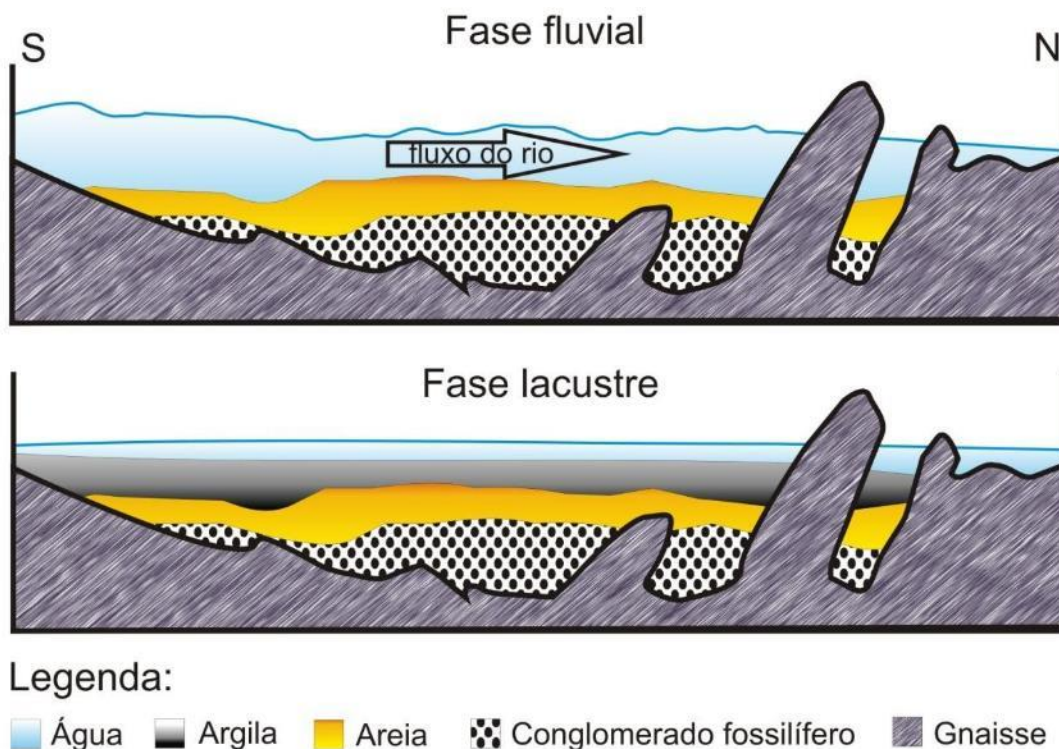
Figura 58 - Núcleo em granito.



Fonte - Acervo Fumdam.

Os estudos realizados por Mendes (2016) na Lagoa dos Porcos, permitiram que o autor levantasse a hipótese de que provavelmente a Lagoa teria passado por dois momentos distintos, marcados possivelmente por duas fases de evolução, definidas de fluvial e lacustre (Figura 59).

Figura 59 - Fases fluvial e lacustre da Lagoa dos Porcos.



Fonte - Mendes (2016, p. 49).

De acordo com o referido autor a fase denominada de fluvial é caracterizada pela atuação de maior energia hidroambiental, permitindo a deposição de sedimentos grossos e grandes ossos da paleofauna. Esta fase, portanto, estaria relacionada com um momento de maior precipitação e no local onde encontra-se a Lagoa dos Porcos provavelmente corria o rio.

Para Mendes (2016), a fase fluvial:

Está relacionada com momentos de elevada precipitação na região, como o HS1, quando a depressão onde hoje se encontra o lago pertenceria à calha de um rio permanente. Esse modelo explicaria tanto a grande ocorrência de fósseis quanto o fato da maior parte dos ossos encontrar-se arredondada ou com sinais de transporte, como desgaste, abrasão, desarticulação e paralelismo de ossos longos. O arredondamento dos ossos pressupõe transporte por arraste e rolamento, pouco provável em fluxos de massa coesivos ou em caso de transporte curto ou inexistente, e por essa razão, atesta a favor da existência de um curso de água permanente (MENDES, 2016, p. 49).

A fase lacustre, proposta por Mendes (2016) é marcada pela deposição da argila resultante da diminuição da precipitação e consequentemente menor energia hidroambiental no ambiente.

Os ossos da paleofauna foram evidenciados em meio a alguns seixos, calhaus, blocos e matacões (Figuras 60 e 61), o que demonstra a atuação de maior energia hidroambiental, porém níveis de cascalheira associados a areia grossa, não aparecem como um claro indicativo de ambiente fluvial.

Figura 60 - Concentração de ossos da paleofauna em meio a seixos, calhaus e blocos.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 61 - Concentração de ossos da paleofauna em meio a seixos, calhaus e matacão.



Fonte - Acervo Fumdam.

Os vestígios paleontológicos caracterizados por ossos da paleofauna, somam aproximadamente 10.600 exemplares evidenciados tanto concentrados como dispersos.

A análise taxonômica, realizada de acordo com o grau de possibilidade de identificação, permitiu uma classificação variada, onde em alguns casos foi possível verificar gênero, família, ordem ou apenas a classe. Dentre os táxons identificados ocorrem *Cervidae* indeterminado, *Pampatherium humboldti*, *Eremotherium rusconi*, *Eremotherium laurillardi*, *Myloodonopsis ibseni*, *Hippidion sp.*, *Equus ap.*, *Glyptodontidae* indeterminado, *Catonyx cuvieri*, *Panochthus greslebini*, *Haplomastodon waringi*, *Macrauchenia patachonica*, *Notiomastodon platensis*, *Smilodon populator*, *Toxodon platensis*, *Piauhitherium capivarae*, *Paleolama niedae* e *Paleolama major* (Base de dados Fumdam; GUÉRIN & FAURE, 2014).

De acordo com Mayer, Kerber e Ribeiro (2013), os fósseis da Lagoa dos Porcos apresentam diferentes estados de integridade, compostos por elementos completos, onde em alguns casos foi observada associação anatômica, bem como por fragmentos com sinais de abrasão.

Os vestígios paleontológicos provenientes da Lagoa dos Porcos correspondem a táxons já identificados em outros sítios localizados nos maciços calcários como a Toca da Janela da Barra do Antonião (Guerin et al., 1996, 2002; Guerin & Faure, 2014), Toca do Gordo do Garrincho (Guerin et al., 1996; Guerin & Faure, 2014), Toca do Serrote das Moendas (Guidon et al., 2009; Guerin & Faure, 2014), Toca do Barrigudo (Guerin & Faure, 2014), Toca de Cima dos Pilão (Guerin et al., 1996; Guerin & Faure, 2014) e Toca do Serrote do Artur (Guerin et al., 1996; Faure et al., 1999; Guerin & Faure, 2014), bem como em ambientes lacustres como a Lagoa do Quari (Parenti et al., 2003, 2021; Guerin & Faure, 2014) e Lagoa do São Vitor (Guerin et al., 1996; Guerin & Faure, 2014), todos situados no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.

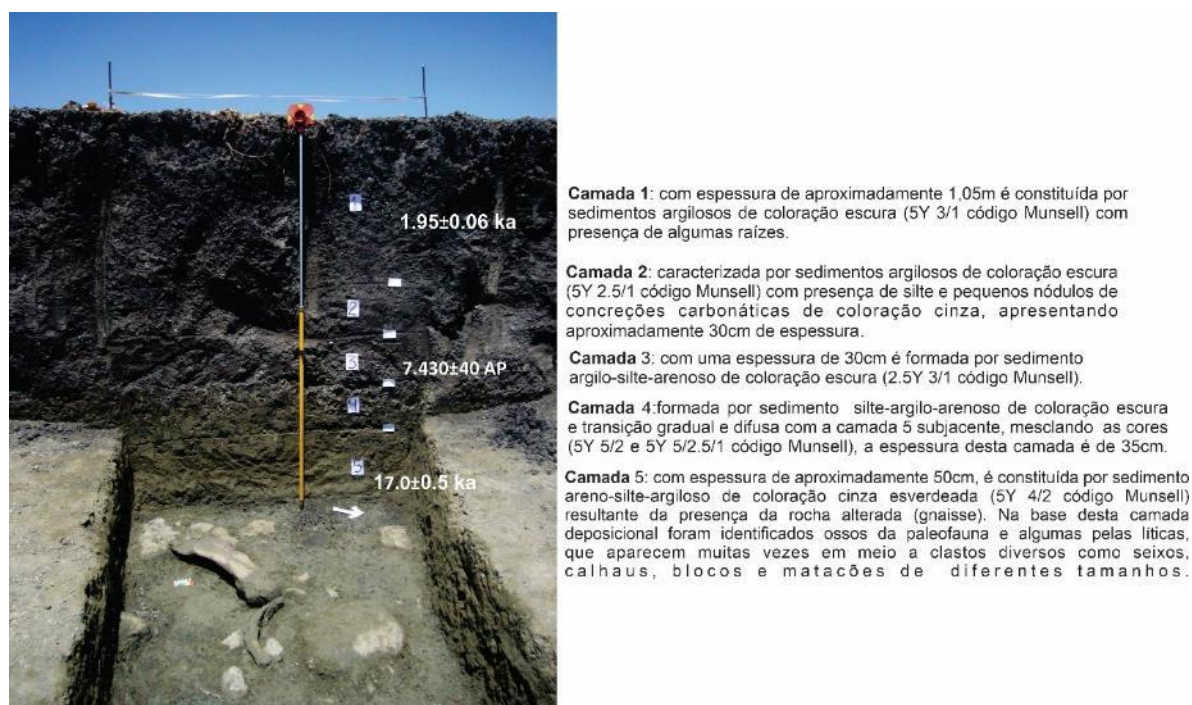
Na Lagoa dos Porcos além dos ossos da paleofauna também foram evidenciados ossos da fauna atual como *Chelonia* e aves pertencentes à família *Vulturidae*.

Durante as campanhas de escavação foram encontrados exemplares importantes para as pesquisas arqueológicas e paleontológicas na região, pois reforçam a presença de ambientes distintos dos atuais, e o fato de peças líticas terem sido evidenciadas na mesma camada de ossos da paleofauna, demonstra a importância do sítio em relação ao tema da coexistência entre grupos humanos e paleofauna. Os fósseis evidenciados apresentam diferentes tipos de

conservação e fossilização, reforçando a dinâmica do ambiente com atuação de processos tafonômicos e sedimentares, que permitiram a preservação desta assembleia fóssil.

A análise dos perfis estratigráficos expostos durante as escavações demonstrou que o pacote sedimentar que preencheu a lagoa é de aproximadamente 2,5 m, onde podem ser observadas cinco camadas conforme a figura 62.

Figura 62 - Perfil estratigráfico 3 da Lagoa dos Porcos com descrição das camadas e localização das datações por LOE e ^{14}C .

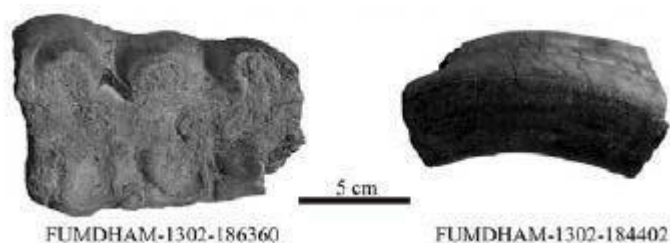


Fonte - Guidon et al. (2018), adaptado por Andréia Macedo (2021).

Como observado na figura 62, para o perfil estratigráfico 3, três camadas de sedimento foram datadas, a camada 5 com idade de 17.000 ± 500 anos AP obtida pela técnica de Luminescência Opticamente Estimulada, a camada 3 com idade de 7.430 ± 40 anos AP obtida através da datação de matéria orgânica pela técnica de radiocarbono e, por fim à camada 1 também datada pela técnica de Luminescência Opticamente Estimulada apresentando uma idade de 1.950 ± 60 anos AP como cronologia mais recente para a deposição dos sedimentos na lagoa.

Ainda no que diz respeito a cronologia do sítio, dois dentes das famílias *Gomphotheriidae* e *Toxodontidae* (Figura 63) foram datados pela técnica de Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR), para os quais as idades obtidas de 26.000 ± 400 e 22.000 ± 300 ka, reforçam a cronologia do Pleistoceno superior para os fósseis da Lagoa (KINOSHITA et al., 2014a).

Figura 63 - Dentes de Gomphotheriidae e Toxodontidae datados por EPR.



Fonte - Kinoshita et al., (2014a, p. 3).

Os sedimentos arenosos que recobrem os ossos da paleofauna e os vestígios líticos foram datados por LOE em 17.000 anos atrás. O perfil estratigráfico da Lagoa apresenta aproximadamente 2,5 m de profundidade e as formações carbonáticas constituídas por pequenos nódulos aparecem dispersos desde os 50 cm da camada 1 até a camada 5, a mais profunda e antiga.

As informações apresentadas neste capítulo a respeito dos sítios Toca do Serrote das Moendas, Lagoa dos Porcos e Estrada da Lagoa do Aldemar, permitem verificar a presença de vestígios arqueológicos em ambientes absolutamente distintos. Enquanto para o sítio Aldemar a ocupação humana está restrita à superfície e aos 15 cm subjacentes a ela, nos sítios Moendas e Porcos os vestígios arqueológicos e paleontológicos estão em contextos pleistocênicos e holocênicos definidos por diferentes análises cronológicas.

Os estudos comparativos dos depósitos quaternários presentes nestes três sítios buscam dados sedimentológicos e cronológicos como elementos tanto de contextualização arqueológica quanto de reconstituição paleoambiental.

5 APORTES TEÓRICOS E CONCEITUAIS

O objetivo deste capítulo é apresentar as abordagens teóricas sobre o estudo dos processos de formação do depósito sedimentar e do registro arqueológico, discutindo seus conceitos e demonstrando como a Geoarqueologia vem contribuindo significativamente para o conhecimento destes temas. Em sequência, é realizada uma discussão sobre os ambientes cárstico, paleodrenagem e lacustre e os processos de formação de calcretes nos depósitos quaternários, onde estão inseridos os sítios arqueológicos pesquisados.

5.1 A INTERFACE ENTRE A ARQUEOLOGIA E AS CIÊNCIAS DA TERRA

A Arqueologia apresenta como um dos seus principais objetivos a busca pelo entendimento das relações entre grupos humanos e ambiente, para isso, há muito tempo vem estabelecendo interações com outras áreas, ciências e disciplinas, por meio das reconstituições dos contextos ambientais e arqueológicos, que demandam a formação de equipes interdisciplinares.

Desde o surgimento da arqueologia até a presente data, séculos se passaram e diferentes conhecimentos foram agregados por meio de diversas correntes teóricas, influenciando o pensamento arqueológico e utilizando várias áreas do conhecimento como, por exemplo, as ciências da Terra, que contribuem com a reconstituição do paleoambiente e a verificação das transformações ambientais e culturais no decorrer do tempo.

O surgimento na década de 60, da corrente teórica denominada de “New Archaeology”, que teve como principal precursor Lewis Robert Binford, gerou a base para discutir o aparecimento da Geoarqueologia (ARAUJO, 1999).

Desde os meados do século XX, de acordo com Araujo (1999), já existia uma colaboração extremamente proveitosa entre arqueólogos, geólogos e geógrafos. O autor enfatiza que a integração plena entre Geociências e Arqueologia demorou a acontecer, citando como exemplo, Karl Butzer que em um trabalho publicado em 1982, chegou a diferenciar Geologia Arqueológica de Geoarqueologia, sendo a primeira, uma geologia realizada com um viés ou aplicação arqueológica, e a segunda, uma arqueologia realizada com a ajuda de métodos, técnicas e conceitos geológicos. É notória a importância de estudos relacionados às características físico-químicas do registro arqueológico, o que se chamava convencionalmente de Geoarqueologia.

Sobre a importância e a aplicabilidade da Geoarqueologia, Araujo (1999), não a considera como subdisciplina ou algo parecido, afirmando que a Geoarqueologia: “ao contrário da

Zooarqueologia ou Palinologia, que podem ou não ser aplicadas dependendo das características específicas de cada sítio arqueológico, todos os sítios arqueológicos são potencialmente um problema geoarqueológico (ARAUJO, 1999, p. 40).

No Brasil os trabalhos de cunho geoarqueológico começaram a aparecer em publicações e eventos científicos desde 1980, mas o termo Geoarqueologia começa a ser aplicado desde 1970, para designar diversos tipos de pesquisas com utilização de técnicas das geociências aplicadas na avaliação do registro arqueológico. Conforme afirma Angelucci (2003, p. 35) em linhas gerais “a Geoarqueologia é a ciência de interface que resulta da interação entre as Ciências da Terra e a Arqueologia”.

Para Angelucci (2003) e Araujo (2018), a abordagem geoarqueológica nasce da interface entre a Arqueologia e as Ciências da Terra e essa interface se justifica pela própria natureza espacial do registro arqueológico, uma vez que este está inserido numa matriz sedimentar. Portanto, a Geoarqueologia deve ser um componente presente em qualquer pesquisa arqueológica, uma vez que o contexto arqueológico é formado e transformado por agentes naturais e culturais.

A aproximação entre a Arqueologia e as Ciências Naturais permeia toda a trajetória de desenvolvimento da Arqueologia, enquanto a acumulação de conhecimentos geológicos preparara o terreno para o surgimento da Geoarqueologia, que utiliza o princípio da superposição de camadas, preocupa-se em determinar cronologias para os artefatos, busca a verificação de objetos numa sequência estratigráfica, onde vestígios estão associados a camadas geológicas, permitindo estabelecer uma ordenação temporal (ARAUJO, 2018).

Alguns autores como Gladfelter, Butzer, Waters, Rapp e Hill apresentam os seguintes conceitos de Geoarqueologia:

Segundo Gladfelter (1977 apud Afonso, 2008, p. 95), “geoarqueologia é a contribuição das ciências da terra, particularmente da geomorfologia e petrografia sedimentar, para a interpretação e a reconstituição ambiental do contexto arqueológico”.

Para Butzer (1989, p.33) “é uma investigação arqueológica que utiliza métodos e conceitos das ciências da Terra”.

Waters (1996, p. 3 e 4) escreve que a “geoarqueologia é a aplicação dos conceitos e métodos das geociências na pesquisa arqueológica, utilizando o enfoque e as técnicas da geomorfologia, sedimentologia, pedologia, estratigrafia e geocronologia”.

De acordo com Rapp & Hill (1998 apud Afonso, 2008, p.96) “geoarqueologia é o uso de conceitos, métodos e conhecimentos geológicos na solução direta de problemas arqueológicos”.

Waters (1999 apud Bitencourt, 2008, p. 43) detalha que "a geoarqueologia constitui um campo de estudo na pesquisa arqueológica, fornecendo uma importante interação entre os aspectos paleoecológicos, geomorfológicos, geológicos e pedológicos que envolvem o sítio e a cultura material, através da aplicação de conceitos e métodos das geociências".

A Geoarqueologia, portanto, apresenta uma ampla diversidade de aplicações que vão desde o estudo da reconstituição paleoambiental, a interação de grupos humanos com o meio até a formação dos depósitos arqueológicos, o que resulta em uma ampla variedade de conceitos convergentes e complementares.

Bitencourt faz uma retrospectiva quando escreve que a Geoarqueologia:

Passou por diferentes momentos nos quais foi tomando interesses distintos, na sua primeira fase no início do século XIX estava voltada para o estudo da cronologia relativa dos estratos e na sequência sedimentar arqueológica, com o intuito de avaliar a associação de artefatos com a fauna extinta; na segunda fase em meados do século XIX voltou-se para os estudos paleoambientais e paleoclimáticos, incorporando estudos de geomorfologia regional, estudos ecológicos e estudos específicos de depósitos contendo sequências de artefatos; a terceira fase ocorreu na segunda metade do século XX apresentando uma nova perspectiva teórica metodológica, abordando a contextualização dos processos paleoambientais, responsáveis por formação dos registros arqueológicos (BITENCOURT, 2008, p. 44).

Uma abordagem geoarqueológica abrange um leque de possibilidades e numa perspectiva mais abrangente tem o objetivo de avaliar as relações e influências entre populações humanas extintas e a dinâmica do meio ambiente circundante (HILL, 2005 apud ARAUJO, 2018).

Conforme enfatizado, o estudo dos processos de formação do depósito, do registro e do sítio em si, constitui uma etapa fundamental para o estudo de qualquer contexto arqueológico, pois a investigação dos agentes naturais e culturais que formam e transformam o depósito arqueológico, é de suma importância para a compreensão das relações pretéritas entre grupos humanos e paleoambiente.

Estudar a origem do depósito e entender a formação da matriz sedimentar que comporta os vestígios, implica em conhecer todos os elementos do ambiente que formam o contexto.

Para Renfrew e Bahn (2012), o contexto de um vestígio arqueológico consiste basicamente na matriz sedimentar que o envolve, no seu posicionamento vertical e horizontal nessa matriz e, na sua associação com outros vestígios.

A Nova Arqueologia apresenta como principal característica a interdisciplinaridade com outras ciências, utilizando os estudos de áreas afins da Arqueologia na interpretação do objeto arqueológico. A partir dessa nova abordagem, observa-se, que os sítios passam a ser estudados a partir da reflexão sobre como se formaram e estruturaram, resultado de um processo de conhecimento cumulativo sobre a observação e explicação dos dados arqueológicos iniciado em correntes teóricas anteriores. Portanto, as teorias e metodologias da Nova Arqueologia foram um avanço na Arqueologia, principalmente, com relação às análises deposicionais e pós-deposicionais de formação do registro e do sítio arqueológico.

Conforme ocorrem os avanços teóricos e a ênfase pelas buscas dos contextos na corrente teórica Pós-Processual, a Geoarqueologia, se estabelece e se consolida como uma das principais ferramentas com enfoque dinâmico que interrelaciona os agentes naturais e culturais, que serão buscados para interpretar a utilização do sítio, a formação do registro e a compreensão dos processos deposicionais e pós-deposicionais.

5.2 DINÂMICA DOS PROCESSOS FORMADORES DE CONTEXTO: DEPÓSITO SEDIMENTAR E REGISTRO ARQUEOLÓGICO

Os vestígios arqueológicos fizeram parte da dinâmica social, econômica e cultural das sociedades pretéritas e são evidenciados em sua maioria em contextos sedimentares, onde segundo Vila & Estevez (2000), o conteúdo (artefato) e o recipiente (sedimento) não podem ser estudados separadamente, ou seja, o conteúdo e o recipiente formam os depósitos arqueológicos, onde o artefato reflete a dinâmica das sociedades e o sedimento a dinâmica dos sistemas naturais.

Para Stein (2001, p. 20) “quando o interesse se concentra no processo de formação que resultou no conteúdo tanto sedimentar como artefactual de um sítio arqueológico, o depósito passa a ser a unidade de estudo por excelência, já que exige considerar o registro além da dicotomia natural/cultural”.

O estudo da relação entre a formação do registro arqueológico em ambientes cárstico e lacustre e as condições paleoambientais vigentes no final do Pleistoceno e no Holoceno, requer uma abordagem teórica e conceitual, que abranja os processos atuantes na formação de depósitos sedimentares e na formação do registro arqueológico.

5.2.1 Principais etapas de formação de depósitos sedimentares

O Nordeste do Brasil, em especial o semiárido, é uma região extremamente importante em termos de possibilidades de informações contidas em depósitos sedimentares, tanto no que se refere aos processos pedogenéticos e sedimentares em si, quanto à presença de registros arqueológicos nestes depósitos, considerando que os sítios arqueológicos constituem geralmente ambientes de aporte de sedimentos que recobrem os vestígios culturais.

De acordo com a definição de Giannini & Riccomini (2000, p.170), sedimento se refere “aquilo que se deposita, que se depositou ou que é passível de se depositar”, sendo que essa deposição implica movimento e transporte físico, químico ou ambos.

Para Guerra (1993, p. 125), o depósito sedimentar é “resultante do acúmulo de materiais desagregados das diferentes rochas que aparecem no globo terrestre”. De acordo com a origem os depósitos podem ser: aluviais, marinhos, eólicos, glaciais e coluviais caracterizados como detriticos e ainda químicos e orgânicos.

Segundo Stein (2001 apud Bicho, 2011, p. 385) “o processo sedimentar pode ser dividido em quatro fases principais: a origem dos sedimentos, o meio de transporte, o ambiente de deposição e os fenômenos de alteração pós-deposicional”.

Os sedimentos podem ser formados na própria área onde são encontrados ou podem ter sido transportados da sua área de origem para o local de “deposição atual”, segundo Laporte (1969), os sedimentos podem ter origem autóctone ou endógeno, formados no local ou ainda alóctone ou exógeno, provenientes de outras áreas.

O acúmulo de sedimento é influenciado por três componentes principais, que auxiliam o entendimento dos processos de formação, sendo eles o geogênico, o biogênico e o antropogênico, conforme detalhados por Farrand (2001) e Araujo (2008).

Os depósitos geogênicos correspondem aos sedimentos acumulados naturalmente, mas que podem ser posteriormente alterados pela ação humana. Estes depósitos podem ser formados por uma variedade de ações como, a desagregação da rocha e fragmentação ou colapso do teto de sítios abrigados, fornecendo materiais clásticos, coluvionares, eólicos e resultantes de precipitação química.

No que diz respeito aos componentes biológicos derivados de animais e plantas estes são formados por meio da deposição de ossos, conchas, carapaças, guano de morcego e pássaros,

regurgito de coruja, coprólitos de mamíferos entre outras matérias orgânicas geradoras dos depósitos biogênicos.

Os depósitos antropogênicos são formados por atividades humanas, intencionais ou não, que contribuem para as taxas de sedimentação, que através de materiais vegetais utilizados para a elaboração de fogueiras, por exemplo, podem gerar depósitos de cinza, da mesma forma que restos alimentares de origem animal e vegetal, como qualquer outro elemento trazido pela ação antrópica, poderá ser somado e agregado ao sedimento.

Deve-se lembrar que, em sítios arqueológicos, depósitos biogênicos e antropogênicos raramente ocorrem isoladamente, quase sempre eles ocorrem misturados com sedimentos geogênicos (FARRAND, 2001; ARAUJO, 2008).

Quanto aos agentes de transporte dos sedimentos é necessário considerar o vento, a gravidade e a água (Laporte, 1969; Bicho, 2011), sendo este último o principal agente conforme descreve Laporte (1969):

Durante seu trajeto, o fluxo de água transporta materiais sedimentares de três maneiras diferentes. Primeiro, a água *dissolve* várias substâncias como íons de cálcio, ferro e carbonato. Segundo, materiais de granulação fina e fragmentos de rochas que são carregados em *suspensão* no fluxo turbulento do curso d'água. Terceiro, o fluxo da água move partículas de granulação grossa, por *tração*, através de saltos e rolamentos ao longo do leito do curso d'água ou do rio.

Há frequentes intervalos relativamente longos, durante os quais os sedimentos não são transportados por distâncias significantes, no seu trajeto da fonte de produção ao sítio final de acumulação; isto porque os agentes de transporte variam na sua capacidade de carregar material e na sua atividade. Portanto, ainda que o movimento do sedimento possa ser lento pelos padrões humanos, dado os grandes eons dos tempos geológicos disponíveis para a erosão, transporte e deposição, o impacto geral desses processos geológicos é enorme (LAPORTE, 1969, p. 23 e 25).

A terceira fase do processo sedimentar é representada pelo ambiente, ou seja, o local onde acontece a deposição dos sedimentos. Esta fase ocorre quando os agentes de transporte começam a perder energia, permitindo assim sua deposição. O ambiente de deposição exerce grande influência na diversidade de processos de formação do registro arqueológico (BICHO, 2011).

A perda de energia está relacionada a diminuição da força geradora do movimento, da presença de obstáculos e ou da topografia e morfologia do terreno.

Os sedimentos podem ser classificados de acordo com o ambiente de sedimentação, em continental e nesse caso os sedimentos são subdivididos em fluviais, lacustres, glaciais e eólicos, ou em ambiente marinho nerítico, batial e abissal, conforme a zona que ocupam (GUERRA, 1993).

Fazem parte dos processos pós-deposicionais ambientais os acontecimentos naturais que ocasionam tanto o enterramento como a conservação do registro arqueológico (Renfrew & Bahn, 2013), de modo que, dependendo do tipo de vestígio orgânico ou inorgânico, as condições ambientais de deposição agem de três maneiras, alterando, destruindo ou conservando os vestígios.

A sobrevivência de materiais orgânicos depende, em grande medida, do nível (o material circundante) e do clima (local e regional)..

O clima também desempenha um papel importante na conservação dos restos orgânicos. Às vezes podemos falar de “clima local” de um ambiente, como uma caverna. As grutas são “estufas” naturais, devido ao fato do seu interior estar protegido dos efeitos climáticos externos e (no caso das grutas calcárias) a sua alcalinidade permite uma conservação excelente. Se as incinerações ou o pisoteio de animais e homens os alterarem, podem proteger ossos e restos tão delicados como as pegadas e até, às vezes, fibras vegetais, como a corda curta encontrada na caverna com pinturas do Paleolítico Superior de Lascaux, França. (RENFREW & BAHN, 2013, p. 59 e 61, tradução).

A natureza do meio de transporte e as condições existentes durante e após a deposição, controlam a textura dos sedimentos. Quando ocorre deposição rápida por águas movimentadas, os sedimentos apresentam granulação grossa e angular e são mal selecionados, enquanto os sedimentos finamente granulados, bem selecionados e laminados, sugerem, por outro lado, deposição em águas tranquilas (LAPORTE, 1969; LAUREANO & KARMANN, 2013).

Deve-se ressaltar que além da entrada, ou aporte e deposição de sedimento ao longo do tempo, de acordo com a topografia e morfologia do lugar, em conjunto com as condições climáticas, podem ocorrer eventos de grande energia capazes de retirar sedimento, acarretando a possibilidade de uma dinâmica mista de retirada e aporte ou agração de sedimento no ambiente.

Além das características do sedimento, a existência do registro fóssilífero, muitas vezes evidenciado em meio a sedimentos principalmente nos ambientes cárstico e lacustre, permite levantar hipóteses a respeito da natureza, cronologia e antiguidade destes ambientes.

Portanto, uma análise conjunta da composição, textura, camadas de sedimentos, observação das relações estratigráficas, bem como a verificação da presença de fósseis, pode revelar a natureza e a sequência desses ambientes deposicionais (LAPORTE, 1969).

O estudo de sedimentos gera grande interesse pelo fato de apresentar componentes que carregam informações sobre o ambiente durante o processo de deposição destes sedimentos, ou imediatamente após o abandono do sítio. Deste modo, os sedimentos são capazes de registrar eventos naturais e culturais ocorridos ao longo do tempo.

5.2.2 Processos de formação do registro arqueológico: dinâmicas culturais e naturais

No decorrer do desenvolvimento da arqueologia, a cultura material foi considerada por muito tempo, como um reflexo objetivo do comportamento humano e os sítios arqueológicos como uma consequência estática da ação do tempo e de processos naturais de deposição, porém, de acordo com o surgimento dos novos paradigmas e abordagens teóricas conduzidas por Schiffer (1972, 1976) e Binford (1979, 1981), passou-se a entender a variabilidade do registro arqueológico como resultado de diversos e dinâmicos processos de formação, em que se combinam fatores culturais e naturais.

A formação de um sítio arqueológico de acordo com Dubois (1995) está relacionada a um conjunto de processos que podem ocorrer na superfície e em subsuperfície, durante e após as deposições.

O estudo dos processos de formação do registro arqueológico visa a caracterização e interpretação dos depósitos e estratigrafias arqueológicas, no intuito de realizar uma investigação sobre a relação do sítio com o meio, onde a cultura material resultante das ocupações humanas pretéritas se encontra registrada em ambientes diversos e dinâmicos.

De acordo com Araujo (1995, p. 4), “um sítio arqueológico é composto por uma série de itens culturais imersos em uma matriz de natureza geológica, sujeita às mesmas ações e transformações existentes em qualquer outra matriz análoga na paisagem”. Além dos itens culturais citados pelo referido autor, os itens biológicos também estão imersos e em constante interação dentro da matriz geológica.

O registro arqueológico sofre alterações por processos climáticos, geomorfológicos, biológicos e/ou antrópicos, que afetam o registro e as suas relações espaciais originais. A alteração depende do tempo, do ambiente, da localização dos vestígios em superfície e subsuperfície, bem como

do tipo e intensidade dos processos perturbadores. Se os vestígios estiverem expostos em superfície poderão sofrer processos de erosão e meteorização, por exemplo, caso estejam depositados em subsuperfície sofrerão a atuação de processos pós-deposicionais físicos, químicos e biológicos (DUBOIS, 1995).

Uma vez depositados, intencionalmente ou não, vestígios e sedimentos sofrem alterações pós-deposicionais. Os vestígios arqueológicos passam a apresentar diferentes “graus” de preservação, sendo os orgânicos os mais sensíveis às alterações geoquímicas e físicas do meio onde este registro se encontra.

As alterações físicas, químicas e biológicas podem atuar, tanto favorecendo como prejudicando a conservação de determinados vestígios. A identificação e análise dos processos que modificaram o registro, são fundamentais para as interpretações arqueológicas no tocante a preservação deste registro, bem como na compreensão da formação do sítio.

Diferentes abordagens sobre os processos de formação do registro e dos sítios arqueológicos se inserem numa ampla discussão embasada por Schiffer (1972, 1976), Renfrew (1976), Binford (1979, 1981), Butzer (1982) e Stein (2001) e, uma das propostas que se tornou consenso entre as diversas abordagens da arqueologia e que é a utilizada nesta pesquisa, foi a elaborada por Schiffer (1972), onde o referido autor propõe que o registro arqueológico seja pensado ou considerado como o reflexo distorcido do sistema de comportamento humano do passado.

Ao investigar o tema relacionado à formação do registro arqueológico, Schiffer (1972) formulou um conjunto de ações composto por três tipos de processos: os culturais, os culturais secundários e os naturais.

De acordo com o autor, os processos culturais são aqueles responsáveis pela formação inicial do registro arqueológico, desencadeada pela procura e exploração de matérias-primas, manufatura, uso e abandono de objetos, seguidos pela deposição.

Os processos culturais secundários são os que alteram os padrões originais, resultantes de ações contemporâneas como, por exemplo, a atuação de um arqueólogo no sítio, sendo que esses processos podem tanto originar novos padrões como destruí-los completamente.

Como processos naturais, o autor considera que são os responsáveis pela alteração e/ou preservação dos padrões culturais originais, por meio das ações geológicas e climáticas (SCHIFFER, 1972).

Os três processos anteriormente citados refletem por sua vez os processos de formação e transformação do registro arqueológico, que podem ser estudados na perspectiva do contexto sistêmico e do contexto arqueológico (BICHO, 2011).

O conceito de contexto sistêmico formulado por Schiffer (1972) com base na ideia de processos de formação, idealizada por Binford (1964 apud Bicho, 2011), corresponde a um sistema dividido em cinco processos: procura, produção, uso, manutenção e abandono, ou seja, a condição de um elemento que participa de um sistema comportamental, enquanto o contexto arqueológico descreve materiais que passaram por um sistema cultural e que agora fazem parte de um registro arqueológico, objeto de investigação arqueológica.

Esse contexto sistêmico muito se assemelha ao que André Leroi-Gourhan conceituou como cadeia operatória. Para Fagundes (2004), a compreensão das escolhas realizadas pelos grupos humanos pretéritos ocorre em todas as etapas da cadeia operatória de diferentes conjuntos artefatuais como, por exemplo, a procura, a obtenção da matéria-prima, o transporte, a produção, o uso e o descarte e, o estudo desse processo fornece dados importantes sobre o comportamento cultural no passado.

Para Schiffer (1976), os processos de formação culturais envolvem as atividades humanas, que transformam os materiais do contexto sistêmico até o contexto arqueológico, verificado com a utilização e produção dos materiais, o descarte de ferramentas, o enterramento dos mortos e o abandono de estruturas e demais objetos quando o sítio é desocupado pelo grupo. Portanto, os processos culturais são regidos pela ação humana dentro de um contexto sistêmico e agem tanto formando (produção e descarte de artefatos) quanto modificando o registro arqueológico através, por exemplo, do uso e ocupação do solo. Posteriormente é somada a atuação de um pesquisador no próprio sítio arqueológico.

Os processos naturais de acordo com Schiffer (1976) atuam nos materiais culturais em todos os momentos, tanto em contextos sistêmicos como arqueológicos. Nos vestígios antrópicos depositados no contexto arqueológico, esses processos envolvem a sedimentação, lixiviação, erosão, bioturbação, crioturbação, graviturbacão e processos físico-químicos e biológicos que modificam a composição dos sedimentos formadores da matriz onde estão inseridos os vestígios arqueológicos (ANGELUCCI, 2003).

Ao estudar os processos de formação do registro arqueológico, duas perspectivas são abordadas, a primeira envolve o artefato e a avaliação dos processos culturais de deposição, e a segunda

voltada para os efeitos dos processos naturais pós-deposicionais, que alteram a deposição cultural original. Apesar da clareza sobre a existência das perspectivas culturais deposicionais e naturais pós-deposicionais, deve-se sempre ter em mente a dificuldade de separar a natureza cultural e natural dos processos deposicionais e pós-deposicionais, conforme enfatiza Villagrán (2008), uma vez que os processos pós-deposicionais podem acontecer tanto no contexto sistêmico como no arqueológico.

É possível estabelecer, portanto, que os processos deposicionais culturais são representados pelos agentes que atuaram para produção, utilização e descarte de artefatos em sincronia espacial e temporal, formando assim o contexto sistêmico.

Enquanto, os processos pós-deposicionais naturais de acordo com Angelucci (2003), são acontecimentos originários do ambiente natural, sendo compostos por agentes físicos, químicos e biológicos que ocorrem em diferentes intensidades e atuam sobre os artefatos e depósitos arqueológicos, sendo responsáveis pela dispersão de elementos da cultura material, fraturas em artefatos, bem como o desaparecimento parcial de determinados vestígios e da evidência estratigráfica.

Dentre os processos pós-deposicionais naturais podem ser citados a diagênese, a pedogênese e a pedoturbação.

A diagênese diz respeito aos novos processos ou transformações físico-químicas, que um sedimento está sujeito a sofrer após a deposição. Portanto, refere-se ao conjunto de processos atuantes como a compactação, a cimentação, a dissolução e a recristalização que podem ocorrer em sedimentos recém-depositados (SUGUIO, 1973).

No meio sedimentar o esforço de compressão exercido pelos sedimentos superpostos, acarreta a diminuição de volume e porosidade dos elementos formadores da matriz destes sedimentos, gerando o fenômeno físico conhecido por compactação. Este processo “inicia-se no instante da deposição e prossegue por muito tempo, em termos geológicos, enquanto progridem os processos diagenéticos” (SUGUIO, 2003, p. 49).

A compactação é geralmente menor em sedimentos grosseiros e mais acentuada em sedimentos de granulação fina, estes últimos caracterizados por conterem partículas pequenas e achatadas. Segundo Suguio (1973, p. 192), isso acontece “porque os minerais achatados se dispõem

perpendicularmente às pressões exercidas, passando a ocupar um volume bem menor do que quando eles se achavam caoticamente dispostos”.

Outro importante fenômeno diagenético é a cimentação. De acordo com Suguio (2003, p. 48), ela acontece “associada à precipitação química de diversas substâncias, que acarretam o preenchimento dos poros (espaços vazios) dos sedimentos”.

O referido autor cita algumas causas da cimentação, dentre elas, a precipitação inorgânica de íons, a precipitação orgânica de íons, além da reprecipitação inorgânica do cimento dissolvido por pressão de soterramento. Os agentes mais comuns de cimentação são os carbonatos como calcitas pobres ou ricas em Mg, dolomita, aragonita e siderita, seguidos pela sílica representada pelo quartzo monocristalino, opala e calcedônia. Aparecem ainda os sulfetos como anidrita e gipsita, os óxidos (ou hidróxidos) e os sulfetos de ferro como pirita e siderita e hidróxidos de ferro.

Durante a diagênese, constituintes específicos ou determinadas camadas de sedimentos podem ser atingidas pelo fenômeno de dissolução, que age eliminando seletivamente mineiras componentes de um sedimento ao longo do tempo (SUGUIO, 2003).

Outro processo diagenético frequente é a recristalização, que conforme Suguio (2003, p. 50), caracteriza-se pelas “mudanças nos tamanhos, formas e orientação dos cristais, com total preservação da espécie mineralógica”.

Estabelecidas as principais características da diagênese, é importante caracterizar também os processos de formação do solo, tratados pela pedogênese. Tais processos compreendem a alteração gradual das rochas e depósitos, iniciada geralmente nas porções mais próximas a superfície, onde os intemperismos atuam de forma mais intensa. Os solos são formados devido a alterações físicas e químicas da rocha mãe e de sedimentos superficiais.

A ação da pedogênese no decurso do tempo pode determinar alterações significativas e levar ao desaparecimento da evidência estratigráfica e à homogeneização de unidades. Estes processos são, claramente, mais eficazes em sítios antigos, mas não deixam de assumir um papel significativo também em cronologias mais recentes (ANGELLUCI, 2003, p. 59).

Além da diagênese e pedogênese como processos pós-deposicionais, ressalta-se a pedoturbação que é por sua vez representada por um conjunto de processos de modificação que podem ser de caráter geológico e de origem animal. Esses processos são bastante diversificados e apresentam intensidades e modalidades variáveis, que podem ser determinantes no posicionamento original

dos vestígios ou estruturas pré-históricas e consequentemente na formação e alteração do registro arqueológico. Dentre os processos biológicos e físicos de pedoturbação os mais frequentes são: a bioturbação, a crioturbação, a graviturbação, a aquoturbação e a argiliturbação (ANGELUCCI, 2003).

De acordo com as definições de Angelucci (2003) e Bicho (2011), a bioturbação é representada pela modificação estrutural ocasionada pela ação biológica, tanto animal quanto vegetal, denominadas respectivamente de zooturbação e fitoturbação.

As atividades de cupins, formigas, minhocas, tatus, coelhos e roedores em meio aos sedimentos, podem gerar desde modificações imperceptíveis até grandes deslocamentos de vestígios em meio as camadas estratigráficas (ARAUJO, 1995).

Nos depósitos arqueológicos é comum como bioturbação a presença de raízes de diferentes dimensões, que comumente podem estar concentradas nas camadas mais superficiais e ou chegar a atingir vários metros de profundidade.

No tocante aos processos físicos de pedoturbação ressalta-se a dinâmica da água no solo, onde a comum existência de poros e vazios entre os grãos e clastos que compõem os sedimentos, permite o deslocamento da água através dos mesmos, que quando em ambientes com variações de temperaturas podem expandir e contrair as moléculas de água, levando a formação de gelo em regiões de clima frio. Este fenômeno de modificação estrutural é conhecido por crioturbação (ANGELUCCI, 2003).

Quanto aos aspectos pertinentes a força da gravidade, a graviturbação representa o conjunto de fenômenos relacionados a ambientes coluvionares. A mesma é responsável pela modificação estrutural derivada da movimentação de massa junto a vertentes, ocasionada principalmente pela ação da água e da gravidade.

De acordo com Guerra e Marçal (2006, p. 75 e 76), os movimentos de massa são definidos como “o transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo, onde a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água”. Estes movimentos variam em função da natureza do material, da topografia, do clima e da vegetação e levam a mobilização, deslocamento e descida de sedimentos de acordo com a declividade do terreno, podendo gerar muitas vezes o fluxo de lama e detritos.

Por fim, existem ainda dois processos de pedoturbação denominados aquoturbação e argiliturbação. O primeiro ocorre quando a água sob pressão perturba o solo, o que pode levar, por exemplo, a translocação de argilas (WOOD & JOHNSON, 1981). Enquanto a argiliturbação é comum em depósitos onde os sedimentos argilosos são o componente principal. Os solos argilosos apresentam alterações durante períodos secos e úmidos, ou seja, expansão e contração, gerando a abertura de fendas verticais ou gretas de contração de dimensões variadas (ANGELUCCI, 2003).

Além dos fatores naturais podem ocorrer também os fatores culturais pós-deposicionais que conforme enfatizado por Angelucci (2003), envolvem os processos antrópicos que são complexos e inúmeros, dentre os quais, podem ser citados, como exemplos, o pisoteio, atividades agrícolas, desmatamento, mineração, retirada de sedimentos, construções e a própria atividade arqueológica.

Os processos culturais e naturais modificam os padrões originais de deposição cultural e são denominados por Schiffer (1972), como perspectiva transformacional do registro arqueológico.

Ambos os processos naturais e culturais, agem tanto formando quanto alterando os depósitos arqueológicos, onde a disposição e forma como os vestígios são evidenciados durante as pesquisas, são resultantes da atuação desses dois distintos processos. Para Stein (2001), o estudo dos processos de formação deve considerar conjuntamente os artefatos e sedimentos que estruturam os depósitos arqueológicos. Portanto, abordagens como a de Schiffer (1972, 1976) e demais autores, permitem interpretações sobre a formação do registro arqueológico, levando em conta o dinamismo e a variabilidade dos processos culturais e naturais, na configuração do registro arqueológico.

Em distintos setores de uma paisagem podem ocorrer simultaneamente fenômenos de agradação, degradação e estabilidade, variando desta maneira a modalidade do registro arqueológico que se distribui nesse espaço. Assim, a presença de materiais arqueológicos em camada ou em superfície (e sua preservação) é um reflexo da dinâmica geoambiental, desde os momentos de ocupação humana até o presente (DUBOIS, 2001, p. 18-19).

Cada sítio arqueológico apresenta características únicas, sobretudo no que tange aos processos que regem a formação dos depósitos arqueológicos, que são resultado de um grande número de combinações dinâmicas de processos atuantes conjuntamente ou em diferentes momentos ao longo do tempo.

Ambientes como as cavernas e abrigos em maciços calcários e as paleolagoas, geralmente são receptáculos para o aporte de sedimentos, formando deposições que resultam em

cronoestratigrafias de extrema importância para estudos paleontológicos e arqueológicos. As pesquisas realizadas nestes depósitos sedimentares, no Nordeste brasileiro, têm revelado dados que permitem interpretações sobre a coexistência de grupos humanos e megafauna (Bélo, 2012, 2017; Guidon et al., 2009; Guidon et al.; 2018; Parenti et al., 2003, 2021), mudanças paleoambientais (Pessenda et al., 2005; Santos, 2007; Chaves et al., 2008; Mutzenberg et al., 2013; De Oliveira et al, 2014; Macedo, 2016) e conservação de vestígios principalmente orgânicos (Vialou et al., 2017).

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE CÁRSTICO DE CAVERNA

O ambiente cárstico é constituído por um relevo caracterizado principalmente pela dissolução e ou corrosão das rochas, onde aparecem diversas feições geomorfológicas conhecidas como grutas, lapas, abrigos, dolinas, paredões rochosos, lapiás, cavernas entre outras. A principal característica desse ambiente é a formação de drenagens ou rios subterrâneos, que são os responsáveis pelo transporte dos elementos dissolvidos e pela constante dinâmica de ampliação e ou destruição das diversas feições.

As cavernas por serem as feições que permitem o aporte de sedimentos e a ocupação humana, constituem excelentes ambientes que preservam parte da história da dinâmica de sedimentação e da dinâmica cultural, pois conforme a definição de Auler, Piló & Saadi (2005), caverna é uma cavidade natural grande o bastante para ser penetrada por um ser humano.

Segundo Araujo (2008), no Brasil as evidências de ocupações humanas em ambiente de caverna se inserem na zona fótica, que corresponde a área próxima à entrada, sendo raramente as mesmas encontradas na zona afótica das áreas mais profundas da caverna.

“As cavernas não estão isoladas na paisagem. Elas se integram em um relevo bastante particular denominado cárstico. O carste se caracteriza por apresentar feições geradas primordialmente por processos de dissolução” (AULER & PILÓ, 2019, p. 41-42). De acordo com Stock et al. (2005), os relevos cársticos são marcadores geomórficos interessantes para estudos sobre a paisagem.

Travassos (2011) define o ambiente cárstico como um ecossistema complexo, formado por rochas que foram dissolvidas pela água naturalmente acidulada ao longo de milhares de anos. A maior parte das feições superficiais e subterrâneas que formam o ambiente cárstico foram geradas durante o Quaternário e quando comparado a outros ambientes geomorfológicos, o

carste se destaca por apresentar importantes vestígios paleoambientais (Auler, Piló & Saadi, 2005), bem como paleontológicos e arqueológicos.

No Brasil, o carste ocorre em áreas de carbonatos como calcários e dolomitos e de rochas siliciclásticas como arenitos e quartzitos, sendo que a maior atenção tem sido direcionada para os carstes carbonáticos.

A evolução dos relevos cársticos processa-se durante longo intervalo temporal. O carste superficial começa a ser modelado quando camadas de rochas insolúveis sobrejacentes são removidas por erosão, causando o contato direto entre a rocha solúvel e os agentes intempéricos superficiais. O modelamento da superfície cárstica é fortemente dependente da estruturação tectônica da rocha. A evolução geomorfológica cárstica ocorre predominantemente durante o Quaternário, embora os processos de controle possam ter sido herdados de períodos geológicos mais antigos (AULER, PILÓ & SAADI, 2005, p. 324).

Ainda de acordo com os referidos autores os condicionantes das paisagens cársticas dependem das características bioclimáticas e estruturais e/ou tectônicas, condicionadas da mesma forma pela presença de rochas suscetíveis à solubilização de algum elemento químico, predominante em sua composição.

O sistema cárstico, de acordo com Auler, Piló & Saadi (2005) é formado por três domínios: o ambiente externo (exocarste), que corresponde ao carste superficial; o domínio subterrâneo (endocarste) e a zona logo abaixo da superfície referente ao contato entre o solo e a rocha calcária (epicarste). As cavidades penetráveis por humanos, as chamadas cavernas, ficam localizadas no domínio endocárstico.

Segundo Travassos (2011), o ambiente cárstico é caracterizado principalmente pela circulação de água em superfície e em subsuperfície e, por isso, conta com a presença de cavernas, depressões fechadas e drenagens subterrâneas. As formas cársticas são resultado da ação de processos físicos e químicos, por meio da dissolução, da erosão e dos processos sedimentares.

Os sítios arqueológicos em cavernas cársticas são testemunhos importantes da história sedimentar de terrenos cársticos do Brasil, prestando-se para análises cronológicas e paleoambientais. Os sedimentos encontrados nesses ambientes podem ter sido acumulados antes, durante e depois de eventos relacionados com a atividade humana, sendo mais comum a mistura de depósitos sedimentares naturais e antropogênicos (AULER, PILÓ & SAADI, p. 329, 2005).

“As cavernas representam rotas de fluxo em condições freáticas ou vadosas, ativas ou abandonadas. Desta forma, constituem ou constituíram, ambientes associados a transporte de material detrítico e, em determinadas condições, ambientes de deposição” (LAUREANO, 1998, p. 31).

Portanto, as cavernas podem funcionar como áreas de deposição de sedimentos, ou seja, como “armadilhas” naturais. Os sedimentos depositados nesse tipo de ambiente podem fornecer informações sobre a evolução de sistemas cársticos e registros paleoambientais, paleontológicos e arqueológicos. No entanto, nas cavernas não ocorrem apenas os processos de entrada e deposição de sedimento, mas também a remoção dependendo das condições paleoclimáticas que atuaram na formação das sequências sedimentares (AULER & PILÓ, 2019).

As sequências sedimentares podem ser geradas por meio de processos como a precipitação química, a entrada e remoção de sedimentos nas cavernas, estando estes processos intimamente relacionados com as condições paleoclimáticas/hidrológicas do passado (AULER et al., 2009).

De acordo com Haddad-Martim (et al., 2017 apud Caldeira, 2020, p. 17) “os sedimentos no interior das cavernas estão relacionados com o material presente na superfície que foram transportados por agentes não seletivos” e o estudo sedimentar pode ser realizado em sedimentos químicos como os espeleotemas ou em sedimentos clásticos. Apesar da complexidade, segundo Springer (2005 apud Caldeira, Uagoda & Nogueira, 2020), esses ambientes são importantes fontes de pesquisa para o estudo da gênese dos sedimentos, dos processos deposicionais e das mudanças climáticas.

Ainda sobre os sedimentos cavernícolas, de acordo com Sasowsky (2007, apud Caldeira, 2020):

Entre os sedimentos clásticos, dois materiais são comumente encontrados: sedimentos de colapso oriundos de paredes e teto rochosos da caverna, de tamanhos variados e formato angular encontrados nas interseções das passagens da caverna e condutos próximos à superfície e; sedimentos aluvionares transportados geralmente por um fluxo d'água, com tamanhos variados, presença de estruturas sedimentares e imbricações de seixo que refletem o material de origem (SASOWSKY, 2007 apud CALDEIRA, 2020, p. 18).

Para os ambientes de caverna a classificação dos sedimentos clásticos é dividida em dois grupos: os depósitos autóctones (endógenos) e os alóctones (exógenos), que respectivamente correspondem aos sedimentos do interior das galerias derivado de resíduos insolúveis da rocha hospedeira e os provenientes da superfície dos terrenos adjacentes, ou seja, derivado de fontes externas e transportados por uma variedade de processos para dentro das cavernas (WHITE, 2007; FARRANT & SMART, 2011).

Baseado na classificação de sedimentos autóctones e alóctones, alguns pesquisadores, realizam subdivisões utilizando critérios que variam de autor para autor como, por exemplo, Gillieson (1996 apud Caldeira, Uagoda & Nogueira, 2020), que reagrupa os sedimentos clásticos de

acordo com os principais agentes de transporte (gravidade e água) e White (2007) que realizada a distinção baseada na natureza dos depósitos entre os detritos alóctones localizados no talus de entrada, os infiltrados do epicarste, os transportados por cursos d'água, os fluxos de detritos e os depósitos eólicos. No entanto, independente da subdivisão adotada a história deposicional da caverna, receberá em algum momento, contribuições autóctones e alóctones.

A natureza do sedimento e as taxas de fluxo são diretamente controladas pelo clima (Farrant & Smart, 2011), que determina os períodos de intemperismo ativo, gerando o acúmulo de sedimentos que podem ser remobilizados e a descarga de sedimentos existentes, que podem ser transportados para o subsolo das cavernas. Dependendo da fonte de sedimentos, os mesmos podem se acumular em uma área localizada dentro da caverna ou toda a caverna pode ser afetada.

Para Auler et al. (2009, p. 142 e 145) muitas cavernas apresentam comumente evidências de “remanescentes de preenchimentos de sedimentos clásticos presos às paredes e teto, mostrando que um episódio de preenchimento de sedimentos anteriormente mais extenso foi seguido por uma ou mais fases de remoção de sedimentos”. Ainda, de acordo, com o referido autor, ao pesquisar as cavernas localizadas no leste do Brasil, o mesmo observou que “quase todas as cavernas apresentam vestígios de um antigo preenchimento de sedimentos no nível do teto ou em várias alturas nas paredes, às vezes associados a camadas de calcita”.

Um exemplo citado por Auler et al. (2009) é a Caverna da Tiquara associada a fundo de dolina, localizada em Campo Formoso na Bahia, região de clima atualmente semiárido. Nesta caverna a sequência sedimentar clástica é composta por sedimentação de granulação grossa e fina, com mistura de ossos de morcego e materiais orgânicos, sendo toda a sequência coberta por uma camada de calcita com idades em torno de 12 ka. O sedimento clástico não foi datado.

Ao longo da história de vida das cavernas podem ocorrer três processos distintos relacionados a condições paleoclimáticas diferentes, como a entrada de sedimento, a remoção de sedimento e a precipitação química, resultando em conjuntos sedimentares complexos (AULER et al., 2009).

Os sedimentos depositados em ambientes de cavernas estão sujeitos a processos de transformação (diagênese), sendo a precipitação química o principal processo de cimentação nestes sedimentos, onde o mineral mais abundante é a calcita (FORD & WILLIAMS, 1989 apud LAUREANO, 1998).

Em ambientes cavernícolas, a formação dos depósitos sedimentares ocorre de diversas maneiras, desde o aporte de material rochoso de granulometria variada, a deposição por processos químicos de material dissolvido na água, bem como o aporte de material de constituição orgânica. Durante a evolução desses ambientes, as galerias são preenchidas por esses depósitos, que podem atuar de maneiras diversas (AULER & PILÓ, 2019).

Como observado, a dinâmica e a complexa história sedimentar dos ambientes cavernícolas são partes de estruturas estratigráficas maiores, que podem refletir mudanças paleoclimáticas e paleoambientais das regiões e paisagens onde estão inseridas.

Algumas feições morfológicas que podem ser observadas em regiões cársticas bem desenvolvidas e que estão associadas a dissolução da rocha, são principalmente os maciços calcários, dolinas e lapiás (AULER, PILÓ & SAADI, 2005).

Na região Sudeste do Piauí é comum verificar o destaque das zonas cársticas residuais constituídas pelos maciços calcários exumados nos ambientes do Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, especificamente na região vizinha ao Parque Nacional Serra da Capivara inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Estes maciços calcários estão localizados entre o front da cuesta e a drenagem principal do rio Piauí, caracterizando uma área topograficamente de agradação e recoberta pelo pedimento (Figura 64).

Figura 64 - Parque Nacional Serra da Capivara e entorno com a localização dos maciços calcários (círculos laranja) entre o front da cuesta e o rio Piauí, no município de Coronel José Dias.



Fonte - Google Earth Pro (2021) e Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração Andréia Macedo (2022).

Tanto a área do Parque Nacional quanto o seu entorno foram incluídos no projeto Geoparque Serra da Capivara elaborado por Barros et al. (2012). O carste dessa região é constituído por vários morros ou serrotes, como são conhecidos localmente, e embora apresentem dimensões reduzidas, destacam-se na paisagem semiárida (Figura 65).

Figura 65 - Relevos cársticos no município de Coronel José Dias, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.



Fonte - Google Earth Pro (2021), modificada por Andréia Macedo (2022).

Nestas zonas desenvolvidas na unidade geológica Formação Barra Bonita (CPRM, 2009), localizados nos municípios de São Raimundo Nonato e Coronel José Dias, são encontrados vários abrigos e cavernas, tendo sido até o momento cadastrados pela Fumdhm neste ambiente (Quadro 5) um total de 34 sítios com a presença de vestígios paleontológicos pleistocênicos e holocênicos, vestígios arqueológicos, registros rupestres e/ou sepultamentos humanos.

Neste cenário, pode ser destacado o sítio Toca da Janela da Barra do Antonião, onde foram evidenciados registros rupestres, sepultamento humano e materiais líticos associados a ossos da paleofauna, sendo que alguns desses ossos apresentam marcas de uso (GUÉRIN et al, 1999; BÉLO, 2012; VILLAGRÁN et al., 2021).

Quadro 5 - Sítios em áreas cársticas, cadastrados pela Fumdhm, nos municípios de São Raimundo Nonato e Coronel José Dias, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.

CÓD.	NOME DO SÍTIO	PERÍODO
59	Toca do Lado do Serrote do Artur	Pré-histórico
85	Toca da Coroa de Frade	Pré-histórico
113	Toca do Serrote das Moendas	Pré-histórico e Histórico
164	Sumidouro do Sansão	Pré-histórico
165	Toca do Boi do Serrote do Sansão	Pré-histórico
176	Toca do Serrote da Casa Nova	Pré-histórico
183	Toca do Canto do Arame	Pré-histórico
184	Toca da Janela da Barra do Antonião	Pré-histórico
187	Toca dos Pilão	Pré-histórico

188	Toca de Cima dos Pilão	Pré-histórico
189	Toca da Rancharia da Dona Vitória	Pré-histórico
192	Toca da Caieira do Olímpio	Pré-histórico
193	Toca do Serrote do Artur	Pré-histórico
195	Toca dos Crentes da Caieira do Adão	Pré-histórico
200	Toca do Gordo do Garrincho	Pré-histórico
227	Abrigo do Serrote do Artur	Pré-histórico
231	Toca do Serrote da Bastiana	Pré-histórico
324	Serrote do Chico Paulino	Pré-histórico
443	Toca do Morro do Antônio	Pré-histórico
444	Toca do Barrigudo	Pré-histórico
445	Toca do Espeleotema Caído	Pré-histórico
446	Toca dos Cactus	Pré-histórico
643	Toca do Serrote do Tenente Luís	Pré-histórico
737	Toca do Serrote do Antero	Pré-histórico
738	Toca do Serrote do Luís	Pré-histórico
739	Toca do Serrote do Júlio	Pré-histórico
1202	Toca do Gilvan	Pré-histórico
1228	Toca do Chicão do Serrote da Bastiana	Pré-histórico
1229	Toca da Urna do Serrote da Bastiana	Pré-histórico
1230	Sítio A (Missão Francesa)	Pré-histórico
1231	Toca da Pena	Pré-histórico
1232	Toca do Tira-Peia	Pré-histórico
1233	Toca do Pedrinho	Pré-histórico e Histórico
1234	Sítio E (Missão Francesa)	Pré-histórico

Fonte - Base de Dados Fumdam. Elaboração Andréia Macedo (2022).

Alguns dos sítios apresentados no quadro acima, desde a década de 80, têm sido objeto de pesquisas interdisciplinares realizadas por Rodet e Maury (1988), Luz (1989), Peyre (1994), Rodet (1995), Peyre et al. (1998), Guérin et al. (1999), Faure et al. (1999), La Salvia (1998, 2006), Guidon et al. (2000), Santos et al. (2005), Felice (2006), Santos (2007), Almeida e Neves (2009), Guidon et al. (2009), Bélo (2012), Lahaye et al. (2013), Boeda et al. (2014), Cunha (2014), Guérin e Faure (2014), Kinoshita et al. (2014), Moraes (2015), Griggo et al. (2018), Galvão (2019) e Villagrán et al. (2021).

Da mesma forma que as cavernas podem estar total ou parcialmente preenchidas pelos depósitos sedimentares, as paleodrenagens e paleolagoas são ambientes que apresentam esta dinâmica de aporte e retirada de sedimentos e transformações químicas e físicas atuantes ao longo do tempo, tornando-as interessantes locais para registros paleoambientais e depósitos arqueológicos.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS PALEODRENAGENS E AMBIENTES LACUSTRES

Os ambientes lacustres e fluviais e suas áreas de entorno foram e são locais de ocupação humana por apresentarem recursos aquáticos, faunísticos e vegetais. Os grupos pretéritos conviveram e se adaptaram às dinâmicas paleoambientais, ocorridas ao longo do tempo.

As paleodrenagens são caracterizadas como depósitos lineares fluviais, fluviomarinhos ou lacustres e correspondem a uma drenagem pretérita (IBGE, 2009). Elas ocorrem nas planícies, nos terraços fluviais de rios e margens lacustres e são classificadas em dois tipos, primeiro como uma drenagem pré-existente na forma de um paleocanal e segundo como um meandro abandonado sendo posteriormente colmatado (SUGUIO, 2003).

As lagoas, ou melhor as paleolagoas são importantes representantes destes antigos ambientes de sedimentação, que além de proporcionarem informações paleoambientais, em muitos casos também apresentam registros de paleofauna e de ocupação humana pretérita, permitindo o estudo da interação de grupos humanos com o meio.

Guerra (1993, p. 253) define lagoa como “depressão de formas variadas, principalmente tendendo a circulares, de profundidades pequenas e cheia de água doce ou salgada”.

As lagoas situadas no semiárido são atualmente temporárias e dependem diretamente das precipitações pluviométricas que abastecem o sistema hídrico superficial e de subsuperfície, portanto, a presença de água nestes ambientes depende das chuvas. Para Guerra (1993) a tendência natural dessas lagoas temporárias é o seu preenchimento, isto é, sua colmatagem.

A formação das paleoagoas na região da Serra da Capivara está relacionada ao período Quaternário e alguns autores como Laborda & Mendes (2012 apud Felice, Guidon & Mendes, 2014), Mendes (2016) e Parenti et al, (2021), explicam a sua gênese como decorrente de processos fluviais, onde rios perenes passaram a ser temporários e as áreas mais baixas e deprimidas do terreno permitiram o represamento das águas, formando assim algumas paleolagoas.

Durante a execução do projeto de pesquisa sobre a Evolução e distribuição geográfica da fauna fóssil da área do Parque Nacional Serra da Capivara foram realizadas prospecções no entorno do Parque, resultando na catalogação de 36 lagoas. A partir desta catalogação e de análises por sensoriamento remoto, os pesquisadores conseguiram identificar e verificar as principais características destas paleolagoas, que apresentam formato alongado e arredondado com área

inferior a 1 km e pacote sedimentar variando entre 1 a 2,5 m de espessura, ocorrendo em grupo e alinhadas principalmente em áreas planas recobertas pelo pedimento (GUIDON et al., 2012).

Nestas áreas de pedimento as lagoas apresentam como fator determinante para sua formação a inclinação do terreno, sendo que a densidade de lagoas é alta em regiões que apresentam declive médio inferior a 0,5°, enquanto que, para declives entre 0,5° e 1° a densidade é baixa e regiões acima de 1° de inclinação média, a ocorrência de lagoas é rara (LABORDA & MENDES, 2012 apud FELICE, GUIDON & MENDES, 2014).

Tendo como base as pesquisas de Mendes (2016), Guidon et al., (2018) e Parenti et al., (2003, 2021) foi possível estabelecer a caracterização dos depósitos estratigráficos das paleolagoas, desenvolvidas nas áreas de embasamento cristalino do Sudeste do Piauí. Os depósitos, de maneira geral, são formados de baixo para cima por uma camada arenosa ou cascalhosa com paleofauna fossilizada, uma camada intermediária de areia recoberta por uma camada formada por grãos finos de silte e argila, apresentando em seu topo gretas de contração.

Para Galvão (2012) os lagos de regiões com precipitação abundante apresentam marcas de terraço indicando um momento mais úmido que o atual, mas se o corpo d'água estiver localizado no semiárido, sua existência é atribuída ao transbordamento dos leitos dos rios, que assim formaria a lagoa que está sendo barrada pelo próprio terraço fluvial que a abasteceu.

Os terraços fluviolacustres são acumulações planas, levemente inclinadas, que apresentam ruptura de declive em relação à bacia do lago e às planícies fluviolacustres mais recentes, situadas em nível inferior, entalhadas devido às variações de nível da lâmina de água, que por sua vez são provocadas por mudanças de condições de escoamento ou perda por evaporação, levando conseqüentemente a retomada de erosão (IBGE, 2009). Em relação a topografia apresentam alternâncias, diminuindo as elevações em direção à área de transição com a planície fluviolacustre.

Estes terraços de acordo com Guerra (2008), são constituídos por depósitos sedimentares ou por superfície topográfica modelada por erosão fluvial ou lacustre. Quando formados por depósitos sedimentares são constituídos por areia muito fina, silte e argila, estando a gênese conectada a dois ambientes de sedimentação, o fluvial e o lacustre, sendo influenciada por climas úmidos no Pleistoceno Superior e oscilações entre climas úmidos e secos no Holoceno.

O ambiente lacustre é caracterizado normalmente como um ambiente de baixa energia onde as partículas sedimentares se depositam, de acordo com o princípio de superposição, formando camadas sequenciais, onde as mais antigas encontram-se subjacentes às mais recentes. Cada testemunho recuperado neste tipo de ambiente, portanto, funcionará como um arquivo da história da sequência deposicional durante a formação dos depósitos lacustres (GALVÃO, 2012).

De acordo com Tundisi e Tundisi (2008 apud Galvão, 2012), os ambientes lacustres apresentam como principal característica a sua baixa hidrodinâmica, fator que permite a deposição de silte e argila, materiais de baixa granulometria, que em ambientes agitados normalmente ficariam em suspensão, o que favorece no verão a precipitação de carbonatos e de uma sedimentação mais grosseira, sendo que no inverno apresenta-se mais escura, devido à precipitação argilosa rica em matéria orgânica.

Estudos realizados nos sedimentos lacustres do sítio arqueológico e paleontológico Lagoa Uri de Cima, situado no município de Salgueiro-PE, permitiram verificar a presença de sedimentos grosseiros formados por seixos o que demonstra que o primeiro depósito de preenchimento da lagoa foi efetivado em situação de alta hidrodinâmica, enquanto que para as camadas subsequentes depositadas em períodos mais recentes, a energia hidroambiental foi diminuindo gradativamente (MUTZENBERG, 2013).

O estudo de sedimentos lacustres gera grande interesse pelo fato de apresentar componentes, que carregam informações ambientais, que podem, por exemplo, fornecer dados sobre as variações ambientais pretéritas auxiliando em uma reconstrução paleoambiental, uma vez que, os ambientes lacustres apresentam diferentes comportamentos que estão relacionados ao clima da região onde estão inseridos.

Os processos pós-deposicionais vão permitir o aporte ou retirada de sedimentos nas lagoas, bem como as precipitações químicas e as formações carbonáticas como calcretes e nódulos, sendo estes particularmente associados à ocorrência de períodos climáticos de aridez mais pronunciada, servindo como marcador sedimentológico de mudanças paleoambientais no Nordeste do Brasil.

5.5 CALCRETES: FORMAÇÕES CARBONÁTICAS INDICADORAS DE VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

O calcrete como importante indicador paleoambiental vem sendo estudado em pesquisas realizadas em ambientes de tanques, lagoas e sítios arqueológicos e paleontológicos no semiárido brasileiro, conforme os trabalhos de Alves (2007), Silva (2007, 2013), Silva (2009), Macedo (2016) e Bélo (2017).

A definição de calcrete é complexa, pois vários critérios podem ser utilizados na sua conceituação como, por exemplo, a gênese, a textura, a morfologia e os processos de formação.

Alonso-Zarza et al. (2003 apud Cunha, 2011, p.11) definem calcrete como “o acúmulo de carbonato de cálcio (CaCO_3), que se concentra em intervalos estratigráficos de regiões de clima árido e semiárido”.

Para Wright & Tucker (1991) apud Pierini & Mizusaki (2007), os calcretes são:

Acumulações carbonáticas que ocorrem próximas à superfície, sendo constituídas principalmente por carbonato de cálcio (CaCO_3) sob uma variedade de arranjos macroscópicos. Estas acumulações são resultado da introdução e cimentação de CaCO_3 em perfis de solo, rochas encaixantes e sedimentos, em áreas onde o nível freático das águas subterrâneas é superficial e se torna saturado em carbonato de cálcio (WRIGHT & TUCKER, 1991 apud PIERINI & MIZUSAKI, 2007, p.50).

Os calcretes de sedimentos carbonáticos estão ligados a formação de solos, apresentando uma gênese relacionada a períodos de estabilidade do meio, podendo fornecer informações sobre o paleoclima, a temperatura da água no momento da precipitação dos minerais constituintes e regimes de sedimentação. Estas informações estão relacionadas diretamente aos seus ambientes de formação (BORGES, 2016).

Para Sampaio et al. (2017, p. 193), os calcretes “são acumulações secundárias de carbonato de cálcio continentais, formadas próximo à superfície, como resultado de processos pedogenéticos e diagenéticos, produzindo grande variedade de morfologias e texturas”. Estes ocorrem em zonas climáticas áridas a semiáridas, onde a evapotranspiração excede a precipitação em todos, ou na maioria, dos meses (MACK e JAMES, 1994 apud SAMPAIO et al., 2017).

Segundo Teixeira (2003), as formações do tipo calcrete, indicam uma rápida evaporação de água e um processo pedogenético com gênese desencadeada nas camadas mais profundas deste tipo de cobertura superficial, correspondendo, portanto, à um produto típico de pedogênese evaporítica em condições áridas e semiáridas.

Deste modo, o calcrete é constituído por carbonato de cálcio resultando dos processos de evaporação, precipitação e cimentação em regiões de clima árido e semiárido, sendo que sua formação é controlada por diversos fatores do meio físico como, por exemplo, fatores biogênicos, processos sedimentares, pedogênese, clima, composição das águas subterrâneas entre outros (WRIGHT, 2007).

No tocante a composição mineralógica dos calcretes, a calcita com baixo teor de Magnésio é dominante, outro mineral normalmente presente é a dolomita, podendo ser de origem primária ou secundária formada por meio de substituição (WRIGHT & TUCKER, 1991; BUSTILLO & ALONSO-ZARZA, 2007, apud BORGES, 2016).

A pressão de CO_2 (g), temperatura e pH são fatores físico-químicos que ocasionam e/ou influenciam na dissolução do carbonato de cálcio (CaCO_3). Em regiões semiáridas, a evaporação e a perda de CO_2 são processos fundamentais para a precipitação de CaCO_3 (ALONSO-ZARZA et al., 2003).

Para Fernandes (2010, p. 32) “em regiões semiáridas a deposição de carbonato de cálcio frequentemente associa-se com linhas de drenagem e planícies aluviais”.

Em um perfil de solo a precipitação do carbonato de cálcio ocorre de duas maneiras: primeira, por ascensão ou capilaridade, onde a circulação de águas freáticas é que ocasiona a acumulação do carbonato, processo dominante em calcrete do tipo freático. Segunda, por infiltração, onde a água se move bacia abaixo, neste caso, a origem do carbonato de cálcio pode ser pela água da chuva, restos de vegetação, bioclastos, rochas carbonáticas e a própria poeira (ALONSO-ZARZA, 2003).

Os calcretes pedogênicos podem refletir o acúmulo de carbonato em perfis de solo por meio de uma variedade de processos, principalmente gerados por mecanismos descendente e ascendente, onde cada processo reflete as diferentes condições hidrológicas e ambientais (CANDY & BLACK, 2009; YANRONG et al., 2018).

Calcretes pedogênicos formados por processo descendente, “são resultado da percolação descendente das águas do solo dissolvendo o carbonato do horizonte A do perfil do solo e reprecipitando-o no horizonte Bt” (Candy & Black, 2009, p. 8). Os processos atuantes em calcretes pedogênicos são regidos pelo equilíbrio entre a umidade do solo, que está diretamente relacionada às chuvas e à evapotranspiração.

De acordo com Candy & Black (2009, p. 8), no que diz respeito ao processo ascendente, verifica-se que os perfis de solo de calcrete pedogênico, “refletem a precipitação, dentro do sistema do solo, de carbonato secundário de águas subterrâneas que são puxadas para cima no perfil através de processos capilares”.

Embora o direcionamento das águas seja contrário, tanto o processo descendente quanto ascendente, resultam na precipitação do carbonato e na formação do calcrete.

As principais fontes de carbonato nas regiões de clima semiárido e árido, com exceção das rochas locais, são a chuva e a poeira (WRIGHT, 2007; GOUDIE, 1983; CAILLEAU et al., 2004 apud CUNHA, 2011).

Os calcretes de acordo com Wright (2007, p. 15) “normalmente se desenvolvem em planícies de inundação de rios, mas também podem ocorrer em sistemas lacustres, eólicos, depósitos coluvionares, e em sedimentos carbonáticos marinhos expostos a ambientes subaéreos”.

Em relação à origem podem ser freáticos, quando sua gênese está relacionada com águas subterrâneas e pedogênicos, quando formados em perfis de solos, existe ainda um terceiro tipo de acumulação de carbonato que se dá pelo desenvolvimento de lama carbonática (WRIGHT, 2007).

Segundo Wrigth (2007, p. 12) “os calcretes de águas subterrâneas se desenvolvem na franja capilar de aquífero freático raso, em ambientes semiáridos a áridos de contextos fluviais ou de leques aluviais”.

Os calcretes freáticos dependem de dois fatores para serem formados: primeiro a disponibilidade de água e segundo a permeabilidade do material em questão. Este tipo de calcrete apresenta as seguintes características: sua espessura varia de centímetros a vários metros, sua forma é controlada pela topografia da drenagem, não apresentam restos de raízes e pedos com microtextura do tipo alfa, geralmente apresentam contatos basais e de topo abruptos, são mais comuns em sedimentos mais permeáveis (MANN; HORWITZ, 1979; MACK et al., 2000 apud DANI, 2013).

Os calcretes pedogênicos, segundo Alonso-Zarza e Silva (2002 apud Cunha, 2011, p. 14), “são os calcretes que comumente se formam em perfis de solos e, portanto, em contexto acima do nível freático”. Este tipo de calcrete caracteristicamente exhibe distintos perfis dentro do

sedimento hospedeiro (Gile et al., 1966 apud Dani, 2013). Ainda segundo Arakel & McConchie (1982 apud Borges, 2016), estes calcretes devem sua origem à adição ou redistribuição de carbonato de cálcio associada a processos eluviais e iluviais.

Para Wright & Tucker (1991 apud Borges, 2016, p. 10) “calcretes pedogênicos formam-se dentro do perfil de solo e constituem vários horizontes de acumulação de carbonato, formando um sub-perfil dentro do perfil de solo principal”. Ainda, de acordo com os autores, os tipos de solos mais característicos para a presença de calcretes são os classificados como Aridissolos, Vertissolos, Molissolos e Alfissolos, nos quais os calcretes desenvolvem-se nos horizontes B ou C como concentrações iluviais.

Para Alonso-Zarza (2003 apud Maoski, 2012, p. 7) “os carbonatos paludiais originam-se em lagoas salinas rasas e efêmeras ou em planícies alagadiças”.

Esteban & Klappa (1983 apud Cunha, 2011, p. 14) propõem que “os horizontes de um perfil de calcrete pedogênico podem ser distintos, do topo para a base, nos tipos: crosta dura, laminar, nodular e mosqueado” (Figura 66). Esteban & Klappa (1983 apud Maoski, 2012) definem os tipos de calcretes da seguinte maneira:

A crosta dura ou maciço é caracterizado por um horizonte mais cimentado ou endurecido, praticamente desprovido de porosidade e permeabilidade intergranular. Ao tornar-se homogêneo passa a ser denominado de horizonte maciço. Pode alcançar 1,5 m de espessura nos perfis mais desenvolvidos. É composto predominantemente de calcita microcristalina bem cimentada ou calcita criptocristalina.

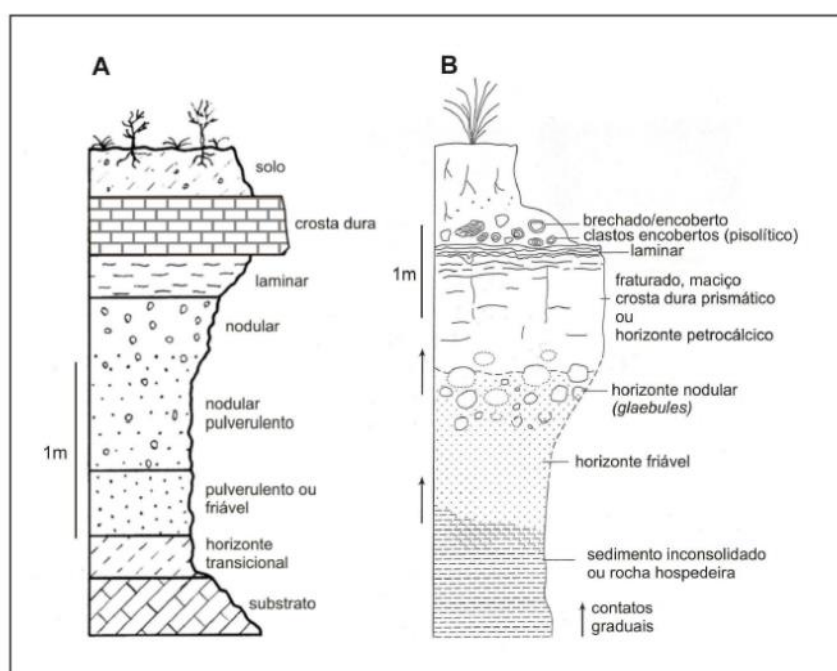
O laminar é constituído por lâminas de espessura milimétrica de carbonato de cálcio, ocorrendo geralmente acima do horizonte nodular e tem padrão acamadado e micro-ondulado.

Calcrete nodular é composto de nódulos carbonáticos que consistem em concentrações pulverulentas a endurecidas de carbonato de cálcio envoltos numa matriz menos rica em carbonato. As cores dos nódulos variam de branco a creme. Em relação as formas podem ser esféricas ou subesféricas, irregulares e cilíndricas, esta última em sua maioria são verticalmente alongadas. Enquanto, o mosqueado corresponde a manchas carbonáticas na matriz do paleossolo.

Os calcretes segundo Wright (2007), podem ocorrer ainda na forma pulverulenta ou friável, caracterizada por cimentação carbonática intergranular parcial e incipiente por micrita e/ou calcita microespática, conferindo fácil desagregação mecânica. Predomina a textura homogênea, mas podem ocorrer nódulos esparsos por ação de raízes. Este tipo de calcrete pode ocupar qualquer posição dentro do perfil estratigráfico.

Wright (2007), afirma que os calcretes ocorrerem na cor branca ou creme, sendo que além dos tipos citados por Esteban & Klappa (1983) e Wright (2007), o mesmo acrescenta mais dois tipos: o platy representado por placas de espessura variadas formadas acima do horizonte crosta dura, e o brechado ou conglomerado, no qual as crostas duras são rompidas pela ação de raízes ou por processos mecânicos.

Figura 66 - Modelos de perfis ideais de calcretes pedogênicos. (A) perfil com predomínio de horizontes com passagens bruscas, proposto por Esteban & Klappa (1983) e (B) perfil com horizontes de passagens graduais, idealizado por Wright (2007).



Fonte - Maoski (2012).

Horizontes de calcretes são recorrentes no registro estratigráfico e são produtos diretos de interações entre clima, taxa de sedimentação, estabilidade geomórfica, hidrologia e tectônica, funcionando como sistemas naturais abertos e representando, assim, importante fonte de dados paleoambientais (ALONSO-ZARZA, 2003). Sua gênese está relacionada ao desenvolvimento de horizontes pedogênicos cálcicos na zona vadosa ou a flutuações do lençol freático nas zonas vadosa e freática de depósitos sedimentares (WRIGHT & TUCKER, 1991).

Os calcretes de maneira geral estão relacionados com aridez e a sua origem, textura e extensão, estão ligadas tanto as condições climáticas quanto hidrológicas do ambiente de ocorrência dos mesmos, expressando assim os efeitos das condições ambientais atuantes no meio deposicional. Conforme Pimentel et al, (1996), a recorrência de sobreposições de processos pedogenéticos, sedimentares e diagenéticos envolvidos na formação dos calcretes produz morfologias e estruturas que dificultam o reconhecimento e distinção dos processos envolvidos na sua formação.

A introdução do carbonato de cálcio em perfis de solo, geralmente, ocorre de cima para baixo (Bachman & Machette, 1977; Wright 2007), o que com o decorrer do tempo de estabilidade e da evolução dos perfis, leva à geração de zonas com maior concentração de carbonato de cálcio nas porções superiores (BACHMAN & MACHETTE, 1977; ALONSO-ZARZA, 1999).

A compreensão do ambiente, dos processos deposicionais e dos processos pós-deposicionais é fundamental para entender a relação das camadas arqueológicas e as circunstâncias ambientais, tanto de ocupação humana como de formação do sítio.

Os conceitos anteriormente apresentados fundamentam a análise dos distintos ambientes de caverna, paleodrenagem e paleolagoa, permitindo o estudo analítico comparativo da dinâmica deposicional e pós-deposicional destes ambientes e, a obtenção de dados que levem ao conhecimento cronoestratigráfico dos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa aborda uma discussão acerca dos processos atuantes na formação dos depósitos sedimentares quaternários, nos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos, a partir da análise das estratigrafias desses depósitos e da observação dos ambientes cárstico, paleodrenagem e lacustre, onde os sítios estão inseridos, visando uma correlação com os possíveis processos deposicionais e pós-deposicionais atuantes nestes ambientes.

Segundo Stein (2001), artefatos e sedimentos estruturam conjuntamente os depósitos arqueológicos e não podem ser considerados separadamente no estudo dos processos de formação do sítio, do registro arqueológico e da estratigrafia, sendo que as análises de sedimentos revelam a gênese do depósito sedimentar que envolve artefatos, estruturas e remanescentes humanos.

No caso dos sítios Toca do Serrote das Moendas e Lagoa dos Porcos, o depósito sedimentar envolve ainda, ossos fossilizados da paleofauna.

Esta pesquisa é caracterizada como uma investigação geoarqueológica e o conceito de geoarqueologia adotado é baseado em Waters (1996), que considera a disciplina como sendo a aplicação das técnicas de geomorfologia, sedimentologia, pedologia, estratigrafia, arqueometria e geocronologia no universo das pesquisas arqueológicas. A geoarqueologia, portanto, utiliza os métodos e técnicas das geociências visando a resolução de problemas arqueológicos.

O estudo dos depósitos sedimentares fornece informações sobre a vegetação e o clima em períodos de ocupações humanas pretéritas, permitindo a reconstituição do paleoambiente. De acordo com Felice (2006, p. 27), o paleoambiente é o “conjunto e soma de condições que atuaram, em períodos pretéritos e ao longo do tempo, sobre o planeta Terra e sobre os seres vivos ou organismos no interior da biosfera, incluindo os fatores de ordem físico-química, de ordem climática, edáfica, hídrica e biótica”.

Para Suguio (1998, p. 575), o paleoambiente “refere-se ao ambiente antigo de sedimentação, que em geral, é reconstituído através das características dos sedimentos depositados. Deste modo pode-se chegar, com maior ou menor grau de precisão, aos parâmetros físicos, químicos e biológicos característicos de um paleoambiente”.

O estudo dos depósitos sedimentares em sítios que contêm material paleontológico e arqueológico, permite uma formação estratigráfica com diversidade de elementos que interrelacionam aspectos cronológicos, ambientais e culturais, tornando a análise estratigráfica e sedimentológica o alicerce da pesquisa.

Com a finalidade de obter dados que auxiliem na compreensão do paleoambiente e da ocupação humana na região da Serra da Capivara, como descrito nos Capítulos 3 e 4, foram selecionados três sítios arqueológicos em ambientes distintos, para a realização da pesquisa: a Toca do Serrote das Moendas, no maciço calcário; a Estrada da Lagoa do Aldemar localizada em área de paleodrenagem e a Lagoa dos Porcos, que corresponde a uma paleolagoa.

A escolha destes três sítios arqueológicos levou em consideração os seguintes critérios: por apresentarem registro arqueológico relacionado a ocupação humana (*in situ* ou na área de entorno), por estarem localizados em contextos geomorfológicos distintos (maciço calcário, paleodrenagem e lacustre) e pelo fato de apresentarem diferentes tipos de formações carbonáticas (calcretes e nódulos carbonáticos) presentes nos depósitos sedimentares quaternários que compõem as estratigrafias.

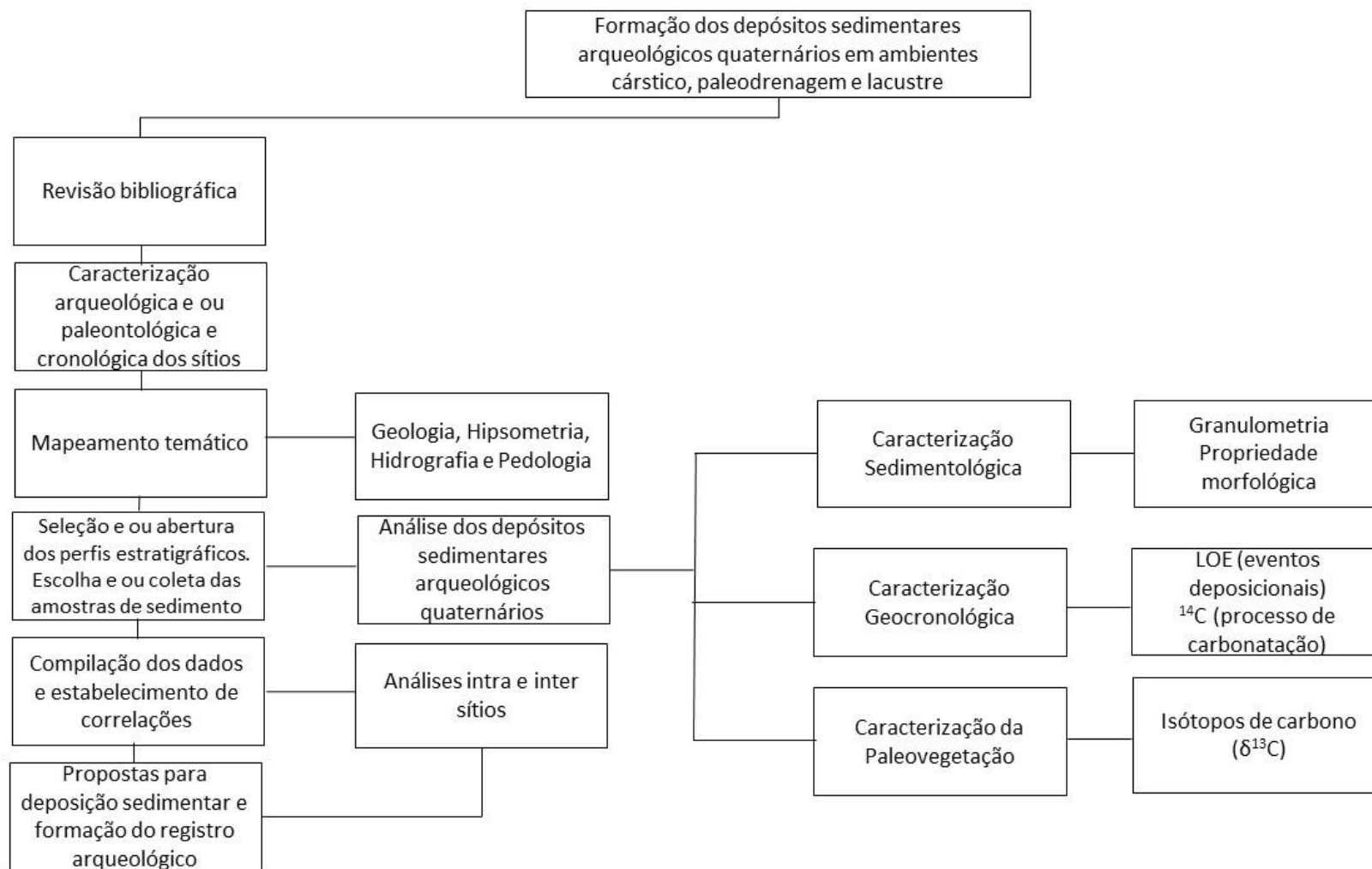
Em relação a metodologia foram aplicadas as propostas de estudo geoarqueológico em escalas macro, meso e micro de Butzer (1989) e Angelucci (2003) e os métodos analíticos fundamentais de Butzer (1989), no que se refere ao campo e ao laboratório.

A abordagem geoarqueológica está dividida em diferentes escalas de análise: a macro representada pelo contexto ambiental da área de entorno dos sítios; a meso constituída por cada um dos sítios arqueológicos e a microescala definida pelo estudo detalhado da estratigrafia nos distintos ambientes.

Os sítios Toca do Serrote das Moendas, Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos foram localizados e contextualizados em mapas temáticos que tratam sobre geologia, hipsometria, hidrografia e pedologia, para a caracterização macro e meso da área de pesquisa. As bases cartográficas utilizadas foram do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Agência Nacional de Águas (ANA), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e da Embrapa Solos.

Um conjunto de procedimentos metodológicos conforme mostra o fluxograma da pesquisa (Figura 67) foi aplicado em campo e laboratório, com o intuito de obter dados geoarqueológicos para a compreensão do paleoambiente e da ocupação humana na região da Serra da Capivara.

Figura 67 - Fluxograma da pesquisa.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

6.1 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

Em campo, as atividades consistiram na observação e descrição do ambiente de entorno dos sítios, dos próprios sítios e na escolha dos locais para limpeza e para abertura de perfis estratigráficos e coleta das amostras de sedimento.

A coleta de amostras de sedimento foi realizada nos perfis estratigráficos dos sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar.

Os perfis da Toca do Serrote das Moendas (Figura 68 a 70) já haviam sido expostos durante as escavações arqueológicas empreendidas pela Fundação Museu do Homem Americano – Fumdhm. Após a limpeza dos mesmos foi realizada a análise das camadas, tendo como referência as discretas diferenças de coloração e compactação. Definidas as camadas, o registro topográfico foi feito. Os locais de coleta dos sedimentos das diferentes camadas para análise sedimentológica e datações por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e Radiocarbono (AMS), foram definidos e registrados com Estação Total.

Para o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, após a observação de locais onde a subsuperfície havia sido exposta pela erosão das águas pluviais, foi escolhido o local de maior profundidade exposta, para abertura do perfil estratigráfico e com uso de GPS foi registrada a altimetria e localização do mesmo. Após a preparação do perfil foi feita a análise das camadas, tendo como referência as diferenças de coloração e compactação (Figuras 71 e 72). Definidas as camadas, foi realizado o desenho manual utilizando coordenadas cartesianas. Os locais de coleta dos sedimentos provenientes das diferentes camadas para análise sedimentológica e datações por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e Radiocarbono (AMS), foram definidos e registrados.

O perfil selecionado para análise estratigráfica do sítio Lagoa dos Porcos, foi escolhido a partir da documentação de campo, produzida pelas escavações arqueológicas e paleontológicas realizadas pela Fumdhm e da literatura existente. O perfil 4 (Figura 73) foi escolhido pelo fato de terem sido coletadas pequenas concreções carbonáticas esféricas nas camadas 2 e 4.

Para a caracterização dos depósitos sedimentares quaternários das áreas de estudo, os seguintes procedimentos de campo e laboratório foram realizados:

1. Limpeza de perfis estratigráficos expostos;
2. Abertura de perfis estratigráficos;
3. Documentação e registro dos perfis estratigráficos;
4. Identificação, análise e descrição das camadas de cada perfil estratigráfico;
5. Coleta e separação de amostras sedimentares para análise Granulométrica;
6. Coleta e separação de amostras sedimentares para datação dos eventos deposicionais, com a utilização da técnica de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE);
7. Coleta e separação de amostras sedimentares e nódulos carbonáticos, para datação do processo de carbonatação do calcrete, utilizando a técnica de Radiocarbono (AMS) e análise dos Isótopos de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$).

Figura 68 - Levantamento topográfico inserindo os dois perfis estratigráficos amostrados no sítio Toca do Serrote das Moendas.



Autoria - Gisele Felice (2021).

Figura 69 - Coleta de amostras de sedimento no perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Autoria - Gisele Felice (2021).

Figura 70 - Perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Autoria - Gisele Felice (2021).

Quadro 6 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico 1, no sítio Toca do Serrote das Moendas.

Sítio	Etiqueta	Camada	Profundidade em relação a superfície	Análise
Toca do Serrote das Moendas Perfil estratigráfico 1	237050	1A	10 cm	Datação ^{14}C e Granulometria
	237049	1B	10 cm	Granulometria
	237048	2	40 cm	Granulometria
	237047	3	60 cm	Granulometria
	237046	4	80 cm	Granulometria
	237045	5	95 cm	Granulometria
	237044	6	1,06 m	Granulometria
	237043	7	1,2 m	Granulometria
	237042	8	1,3 m	Granulometria
	237052	8	1,3 m	Datação LOE
	237041	9	1,5 m	Granulometria
	237040	10	1,7 m	Granulometria
	237039	11	1,85 m	Granulometria
	237038	12	2 m	Granulometria
	237037	13	2,1 m	Datação ^{14}C e Granulometria
	237036	14	2,2 m	Granulometria
	237035	15	2,3 m	Granulometria
	237034	16	2,5 m	Granulometria
	237033	17	2,7 m	Granulometria

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

Quadro 7 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico 2, no sítio Toca do Serrote das Moendas.

Sítio	Etiqueta	Camada	Profundidade em relação a superfície	Análise
Toca do Serrote das Moendas Perfil estratigráfico 2	237056	1	10 cm	Granulometria
	237055	2	35 cm	Datação ^{14}C e Granulometria
	237059	3	55 cm	Datação LOE
	237054	3	55 cm	Granulometria
	237053	4	90 cm	Granulometria

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

Figura 71 - Perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Autoria - Gisele Felice (2019).

Figura 72 - Coleta de amostras de sedimento do perfil estratigráfico Nordeste, no sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Autoria - Ariclens Santos (2019).

Quadro 8 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico Nordeste, no sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.

Sítio	Etiqueta	Camada	Profundidade em relação a superfície	Análise	Observação
Estrada Lagoa do Aldemar Perfil estratigráfico Nordeste	237014	1	10 cm	Granulometria	
	237013	2	30 cm	Granulometria	
	237012	3	45 cm	Granulometria	
	237008	4	80 cm	Datação ¹⁴ C	
	237009	4	80 cm	Granulometria	
	237010 e 237011	4	80 cm	Datação LOE	Amostra duplicada
	237007	5	1,15 m	Granulometria	
	237006	6	1,35 m	Granulometria	
	237002	7	1,75 m	Granulometria	
	237003	7	1,75 m	Datação ¹⁴ C	
	237004 e 237005	7	1,75 m	Datação LOE	Amostra duplicada
	237001	8	2,1 m	Granulometria	
	237015	9	65 cm	Granulometria	

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

Figura 73 - Coleta de amostras de sedimento no perfil estratigráfico 4, no sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - Gisele Felice (2010).

Quadro 9 - Relação das amostras coletadas no perfil estratigráfico 4, no sítio Lagoa dos Porcos.

Sítio	Etiqueta	Camada	Profundidade em relação a superfície do solo	Análise	Observação
Lagoa dos Porcos Perfil estratigráfico 4	183462	1	35 cm	Granulometria	
	183463 e 183464	1	35 cm	Datação LOE	Amostra duplicada
	183459	2	85 cm	Granulometria	
	183460 e 183461	2	85 cm	Datação LOE	Amostra duplicada
	183465	2	85 cm	Datação ^{14}C	
	183456	3	1,25 m	Granulometria	
	183457 e 183458	3	1,25 m	Datação LOE	Amostra duplicada
	183455	4	1,6 m	Datação ^{14}C e Granulometria	
	183453 e 183454	4	1,6 m	Datação LOE	Amostra duplicada
	183448	5	1,9 m	Granulometria	
	183447	6	2,2 m	Granulometria	

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

6.2 MÉTODO PARA ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA

A análise em microescala tem como finalidade a caracterização dos sedimentos e a busca de informações cronoestratigráficas dos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos.

O método da pesquisa utiliza a combinação das seguintes análises: física verificada através da Granulometria e das propriedades morfológicas, geocronológica através de Radiocarbono (AMS) e Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e paleoambiental verificando os Isótopos de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$).

6.2.1 Análise Granulométrica

De acordo com Suguio (2003), a importância da aplicação de análises granulométricas, justifica-se pelo fato destas fornecerem bases para uma descrição mais precisa dos sedimentos, podendo a distribuição granulométrica caracterizar sedimentos de determinados ambientes deposicionais. O estudo granulométrico detalhado pode fornecer informações sobre os processos físicos atuantes na deposição.

Para compreender os ambientes, a gênese e a evolução da sedimentação e os regimes hidrodinâmicos que atuaram na formação dos sítios pesquisados, foi realizada a caracterização granulométrica dos sedimentos, pelo método de peneiramento, no Laboratório de Sedimentologia da Fumdam.

O procedimento de análise granulométrica utiliza 50g de cada amostra de sedimento, inicialmente separada por quarteamento e posteriormente lavada em solução de hexametáfosfato de sódio, composta por 500ml de água destilada e 10g do soluto. A solução é levada ao agitador mecânico por 20 minutos para desflocular os materiais finos e deixar os grãos bem lavados, feito isso, o material é lavado em água corrente, usando peneira de 62 μm onde os sedimentos muito finos (silte e argila) são evacuados e os que ficam retidos na peneira são levados para secar em estufa a 60°C.

Posteriormente, as amostras devem ser novamente pesadas e peneiradas no rotap pelo tempo de 10min e vibração 1, em jogo de peneiras com intervalos sucessivos de 1 ϕ (Φ) para a determinação de cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina.

Os sedimentos mais finos (silte e argila) são evacuados durante a lavagem em água corrente, sendo que de acordo com o peso inicial e o peso final é possível calcular a sua porcentagem.

Os dados obtidos no processo de peneiramento seco resultam em valores específicos para cada fração granulométrica. Estas são submetidas a tratamento seguindo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para o cálculo dos graus de seleção, assimetria e curtose e os diagramas de Pejrup (1988) e Shepard (1954) para a classificação da hidrodinâmica e textura da matriz, utilizando o programa SysGran 4.0.

De acordo com Suguio (1973), o grau de seleção está ligado ao tipo de transporte do sedimento e sua maturidade, enquanto o grau de assimetria fornece indicações sobre a natureza do fluxo, que pode ser positiva (unidirecional) ou negativa (bidirecional), já a curtose reflete o grau de achatamento da distribuição granulométrica.

As amostras de sedimento coletadas nas camadas dos perfis estratigráficos, também são analisadas de acordo com as propriedades morfológicas de compactação, textura e cor, esta última baseada no código Munsell. Tais análises, somadas a granulometria, permitem caracterizar os sedimentos que compõem os depósitos quaternários dos sítios arqueológicos.

6.2.2 Luminescência Opticamente Estimulada - LOE

Para a definição da cronologia dos episódios de deposição foram realizadas datações de amostras de camadas de sedimento, provenientes dos perfis estratigráficos dos três sítios arqueológicos.

A técnica empregada é a de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) feita no Laboratório de Datação, Comércio & Prestação de Serviços LTDA, em São Paulo.

A técnica de LOE tem sido amplamente empregada para o estabelecimento de cronologias dos depósitos quaternários e de acordo com Silva et al. (2021):

A Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), consiste em lançar um feixe de luz polarizada a materiais previamente expostos à radiação ionizante ambiental, para que por meio da ação do agente excitante (feixe de luz) o material emita um sinal luminescente, proporcional ao tempo que esteve soterrado e recebendo o influxo da radiação do depósito (SILVA et al., 2021, p. 461).

O método consiste ainda, na ponderação estatística utilizando sub-álíquotas, que no caso desta pesquisa, para o cálculo da idade optou-se pelo protocolo SAR (*single aliquot regenerative-dose*) de 15 alíquotas por amostra datada e o mineral analisado foi o quartzo. As coletas das amostras de sedimento foram realizadas em canos, sem incidência de luz, conforme estabelecem a técnica e os protocolos de LOE.

Para o sítio Toca do Serrote das Moendas duas amostras foram coletadas, a primeira no perfil 1 e a segunda no perfil 2.

A amostra do perfil 1 (Figura 64) foi retirada na camada 8, única camada na qual foi possível inserir o cano de ferro galvanizado, tendo sido necessária a utilização de marreta. As demais camadas encontravam-se extremamente compactadas o que inviabilizou a inserção dos canos. A profundidade desta amostra é de aproximadamente 1,3 m em relação a superfície (Quadro 6).

A segunda amostra foi retirada do perfil 2 (Figura 65) na camada 3 e está localizada a aproximadamente 55 cm de profundidade em relação a superfície (Quadro 7).

Conforme o resultado das análises, torna-se possível comparar o processo deposicional entre os perfis e verificar suas cronologias.

A coleta de amostras para LOE no sítio Estrada da Lagoa do Aldemar foi realizada no perfil estratigráfico Nordeste (Figura 67), nas camadas 4 e 7, em profundidades de aproximadamente

80 cm e 1,75 m respectivamente (Quadro 8). Com esta análise pretende-se verificar se o depósito apresenta diferentes deposições ao longo do tempo.

No que diz respeito as amostras do sítio Lagoa dos Porcos, estas haviam sido coletadas durante as escavações arqueológicas e paleontológicas realizadas em 2010. O perfil estratigráfico escolhido para análise nesta pesquisa, foi o denominado perfil 4 (Figura 68) e as amostras para datação LOE são provenientes da camada 2, coletada a 85 cm de profundidade e da camada 4, coletada a 1,6 m de profundidade em relação a superfície (Quadro 9).

Através dos resultados obtidos pretende-se conhecer a cronologia da deposição dos sedimentos que preencheram esta paleolagoa.

A utilização do método de datação por LOE tem como objetivo principal, definir a cronologia dos episódios de deposição, sendo bastante adequado para depósitos siliciclásticos quaternários, permitindo um alcance temporal bem amplo podendo abranger, portanto, períodos de importantes mudanças ambientais ao longo do Quaternário e tendo grande utilidade nas Geociências e na Arqueologia.

6.2.3 Radiocarbono (AMS) e Isótopos de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$)

A identificação dos indicativos paleoclimáticos e paleovegetacionais foi realizada por meio de análises radiocarbônicas por AMS e análises isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$).

Conforme explicado no início deste capítulo, um dos critérios que levou a escolha dos três sítios pesquisados, foi a presença de distintos elementos carbonáticos nos depósitos sedimentares dos mesmos.

As datações obtidas destes elementos carbonáticos permitem conhecer os períodos que ocorreram os processos de carbonatação, que na maior parte das vezes estão relacionados às mudanças ambientais.

Pelo fato de estarem os sítios localizados em diferentes feições geomorfológicas, torna-se possível verificar e comparar os reflexos de tais mudanças ambientais na formação dos distintos registros arqueológicos.

As análises isotópicas destes mesmos elementos carbonáticos, permitem ainda a verificação dos isótopos de carbono da matéria orgânica do solo ($\delta^{13}\text{C}$), que por sua vez fornecem informações sobre o clima e o ambiente do passado.

Os estudos com aplicação de métodos de análise isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$), são viáveis devido à presença desses isótopos estáveis em uma ampla variedade de reservatórios naturais como rochas, solo, oceanos e atmosfera, estando os valores de $\delta^{13}\text{C}$ relacionados com as condições climáticas e ambientais nas quais os mesmos se formaram. Portanto, a análise de isótopos de carbono nos solos, incorporado por meio da decomposição das plantas, é um importante indicador paleoclimático e paleoambiental (PESENDA et al., 2001; NOVELLO et al., 2021).

De acordo com Machado (2013), as plantas apresentam diferentes ciclos fotossintéticos, conforme detalhado:

Os três ciclos fotossintéticos principais baseiam-se nos diferentes modos de assimilação de CO_2 pelas diferentes plantas. São eles: o ciclo de Calvin (C3), o ciclo de Hatch-Slack (C4) e o ciclo do Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM). Estes ciclos levam em conta o tipo de planta envolvida e sua relação com o carbono, caracterizando-se por possuírem distintos valores de $\delta^{13}\text{C}$ (MACHADO, 2013, p. 85).

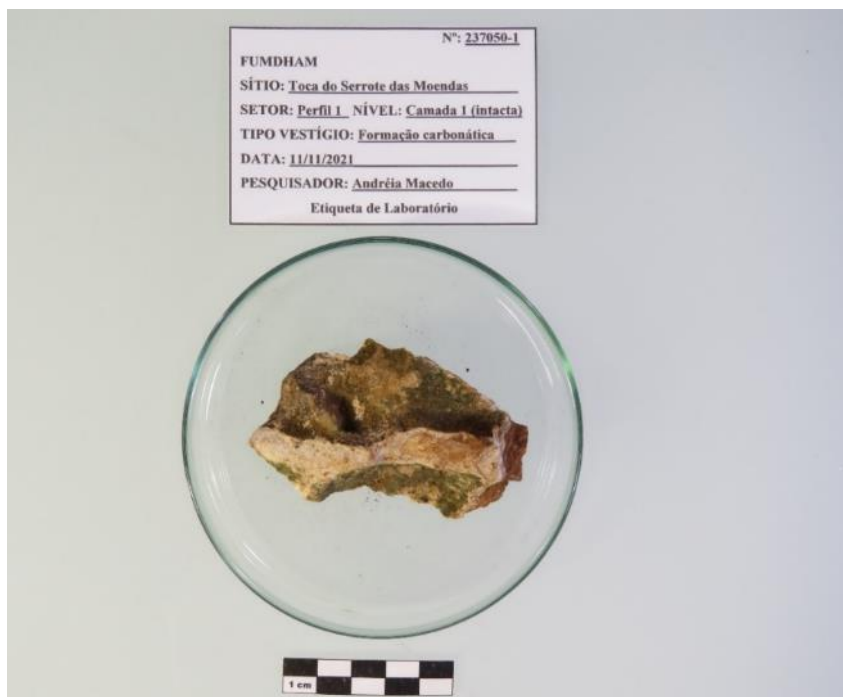
As plantas C3 apresentam assinaturas isotópicas com valores entre -32 ‰ e -20 ‰, mais comum em árvores, indicando um ambiente de floresta, enquanto a identificação de plantas C4 é feita com a obtenção de valores entre -17 ‰ e -9 ‰, caracterizando gramíneas e refletindo um ambiente de vegetação aberta. Por fim, as plantas CAM são indicadas por valores entre -28 ‰ e -10 ‰, geralmente representadas pelas suculentas típicas de climas áridos (PESENDA et al., 2001; ARAÚJO, 2013; PESENDA et al., 2015; UTIDA, 2016).

Os elementos carbonáticos que podem viabilizar informações sobre a paleovegetação e o paleoclima foram identificados no Laboratório de Sedimentologia da Fumdam e encaminhados para análises radiocarbônicas e isotópicas no Laboratório Beta Analytic, nos EUA.

Para o sítio Toca do Serrote das Moendas foram escolhidas duas camadas do perfil 1 (Figura 69), das quais foram coletadas amostras para análises radiocarbônicas e isotópicas. A camada que recobre os sedimentos, denominada camada 1A, apresenta coloração esbranquiçada e está extremamente compacta, constituindo um tipo de assoalho de calcita (Figura 74), o que indica boa possibilidade de que contenha elementos passíveis de verificação cronológica do período de carbonatação e verificação dos isótopos deste assoalho de calcita.

A segunda amostra escolhida para este perfil é constituída por sedimentos da camada 13 (Figura 75), que estão extremamente compactados, provavelmente pela presença de cristais de calcita, portanto, indicando tratar-se de carbonatos que podem viabilizar as análises.

Figura 74 - Amostra da camada 1A, perfil estratigráfico 1, sítio Toca do Serrote das Moendas.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

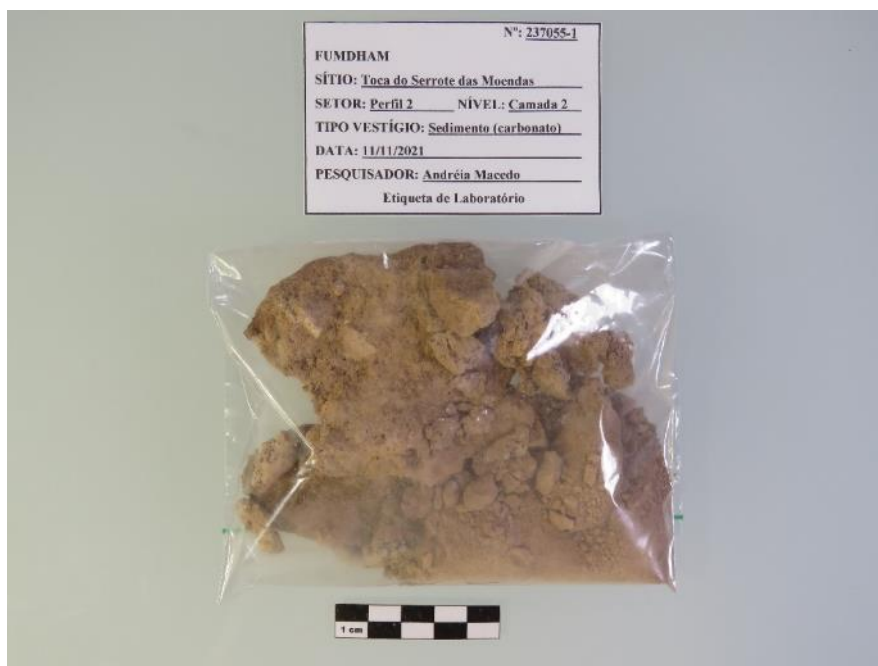
Figura 75 - Amostra da camada 13, perfil estratigráfico 1, sítio Toca do Serrote das Moendas.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Ainda para o sítio Toca do Serrote das Moendas foi escolhida mais uma amostra para análises radiocarbônica e de isótopos, proveniente da camada 2 do perfil 2 (Figuras 70 e 76), camada esta razoavelmente compactada com porções esbranquiçadas indicando a presença de carbonato.

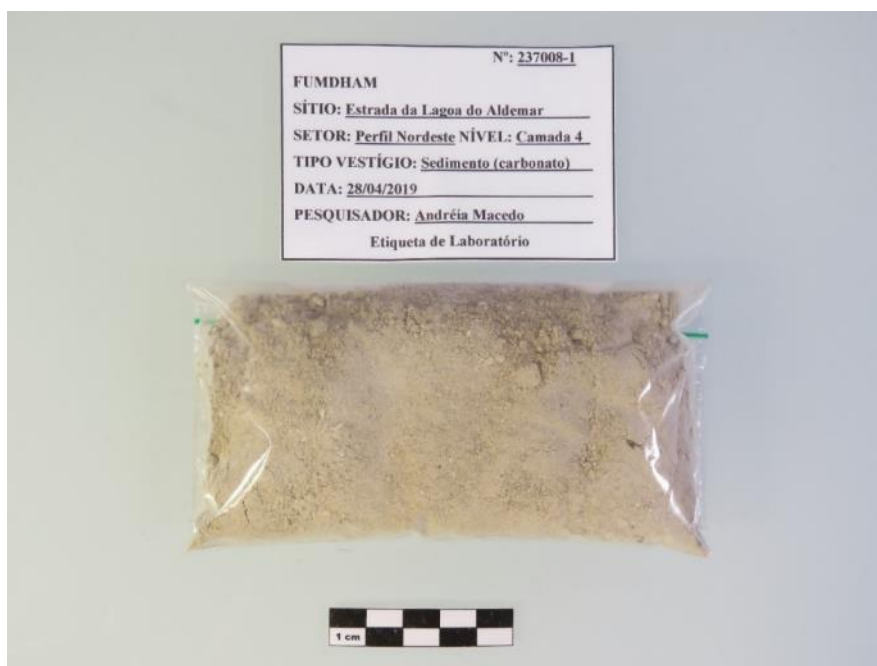
Figura 76 - Amostra da camada 2, perfil estratigráfico 2, sítio Toca do Serrote das Moendas.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

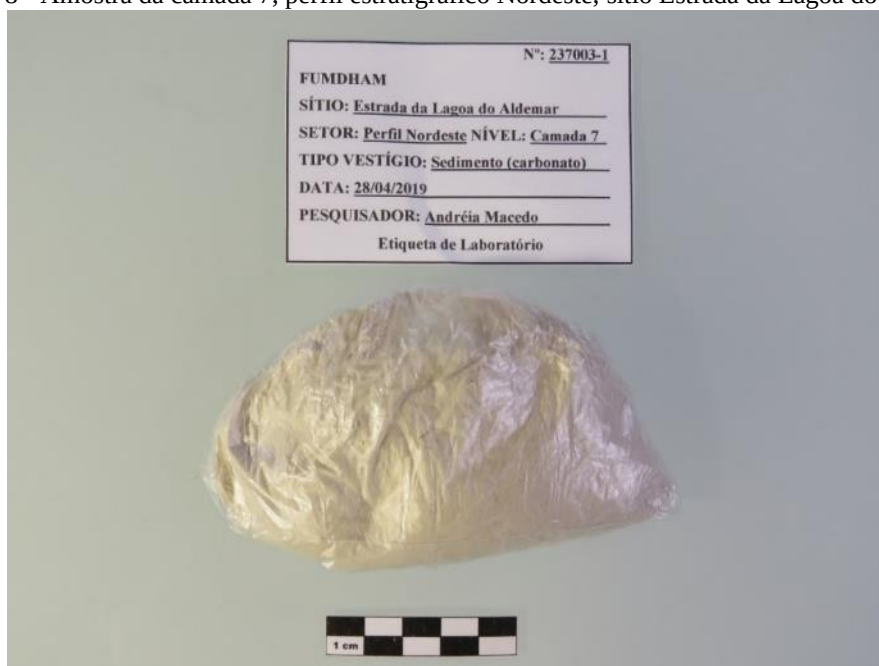
A estratigrafia do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar (Figuras 71 e 72), apresenta coloração esbranquiçada a partir da camada 2, o que indica a presença de carbonato praticamente ao longo de todo o perfil estratigráfico. As camadas escolhidas para a coleta de amostras foram a 4 e 7 (Figuras 77 e 78).

Figura 77 - Amostra da camada 4, perfil estratigráfico Nordeste, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Figura 78 - Amostra da camada 7, perfil estratigráfico Nordeste, sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

O carbonato presente no sítio Lagoa dos Porcos aparece na forma de pequenos nódulos nas camadas 2 (Figura 79) e 4 (Figura 82), no perfil estratigráfico 4 (Figura 73). No Laboratório de Sedimentologia da Fumdhm foi realizada a separação destes nódulos contidos na matriz de sedimento argiloso e escuro, conforme figuras 80, 81, 83 e 84.

Figura 79 - Amostra de sedimento com nódulos carbonáticos, camada 2 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



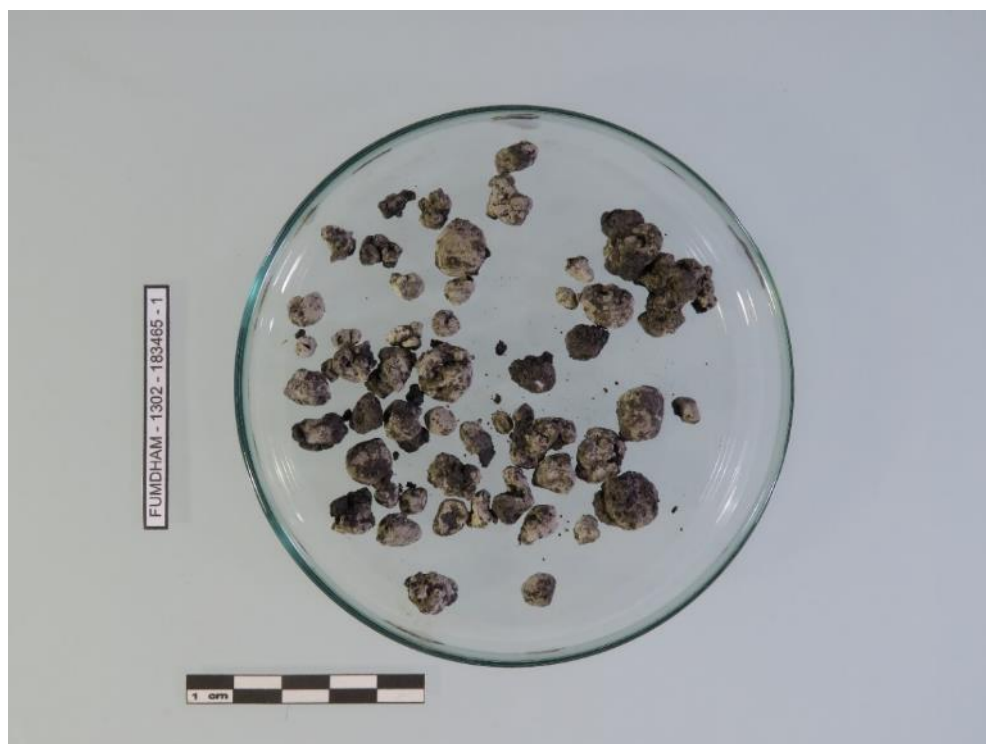
Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Figura 80 - Separação dos nódulos carbonáticos da matriz do sedimento da camada 2, do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Figura 81 - Nódulos carbonáticos, camada 2 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Figura 82 - Amostra de sedimento com nódulos carbonáticos, camada 4 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Figura 83 - Separação dos nódulos carbonáticos da matriz do sedimento da camada 4, do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

Figura 84 - Nódulos carbonáticos, camada 4 do perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - Dalmir Negreiros (2022).

O total de amostras submetidas as análises radiocarbônicas e isotópicas é de 7, para os três sítios arqueológicos em estudo. Os resultados obtidos com tais análises, cruzados com os resultados da distribuição granulométrica e de Luminescência Opticamente Estimada (LOE), são utilizados para realizar as interpretações a respeito da dinâmica paleoambiental dos sítios arqueológicos.

A possibilidade de realizar comparações intra e inter sítios através da Geoarqueologia, auxilia na compreensão dos contextos ambientais, cronológicos e culturais para sítios localizados nos diferentes ambientes do Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, na área de entorno do Parque Nacional Serra da Capivara.

7 CORRELAÇÃO DOS DADOS E INTERPRETAÇÕES GEOARQUEOLÓGICAS

Este capítulo apresenta as interpretações construídas a partir das análises com enfoque em diferentes escalas, conforme a proposta metodológica de investigação geoarqueológica, feita para o estudo dos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos, localizados respectivamente em ambiente cárstico, de paleodrenagem e lacustre.

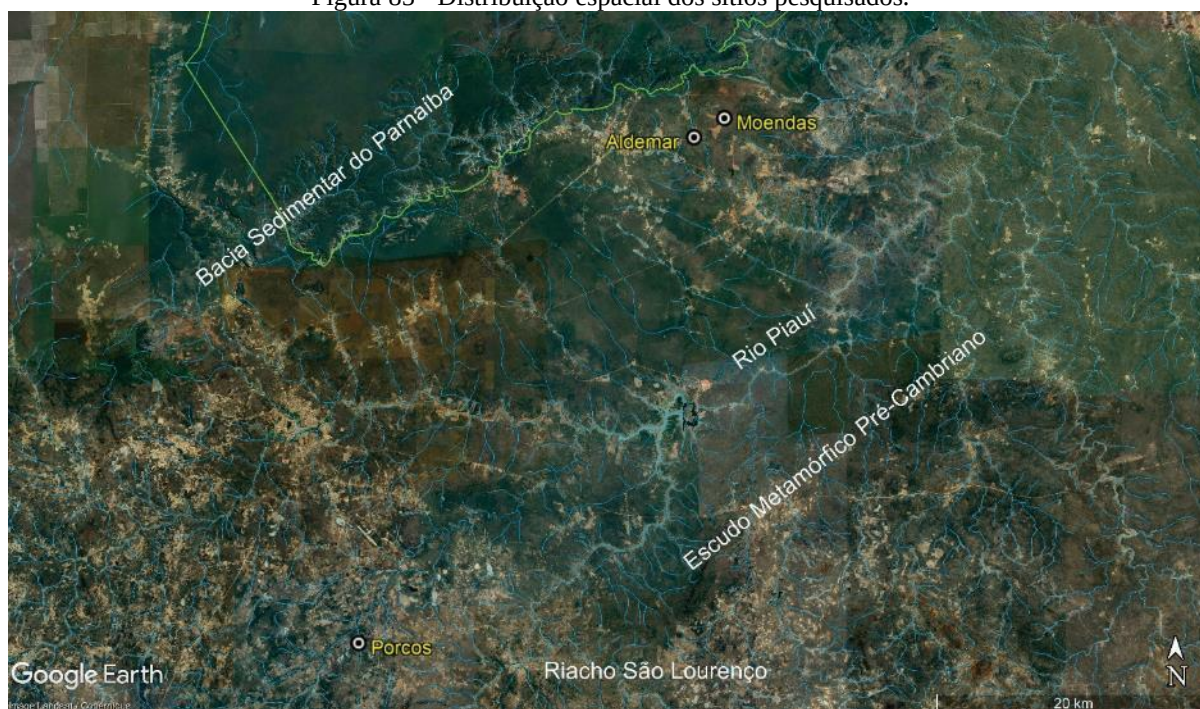
O contexto geoambiental da área de entorno do sítio caracteriza a escala macro, enquanto os contextos ambiental, arqueológico e paleontológico caracterizam a escala meso. A escala micro, por sua vez, enfoca a estratigrafia de cada sítio. Estes três enfoques são interdependentes e consequentemente estão interrelacionados.

Os dados obtidos com a presente pesquisa, somados aos dados publicados em pesquisas anteriores, permitem elaborar possibilidades interpretativas quanto as contextualizações paleoambientais, cronológicas e arqueológicas para os três sítios localizados na área contígua ao Parque Nacional Serra da Capivara.

7.1 OS ENFOQUES MACRO E MESO DA ÁREA DE PESQUISA

Analisando o cenário da distribuição espacial dos sítios investigados (Figura 85), é possível verificar que a Toca do Serrote das Moendas e a Estrada da Lagoa do Aldemar, distam entre si 2,6 km em linha reta e situam-se a 46 km da Lagoa dos Porcos, estando estes sítios localizados no Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, mas em duas Províncias Estruturais distintas, o que lhes confere características específicas de acordo com o contexto geológico onde estão inseridos.

Figura 85 - Distribuição espacial dos sítios pesquisados.

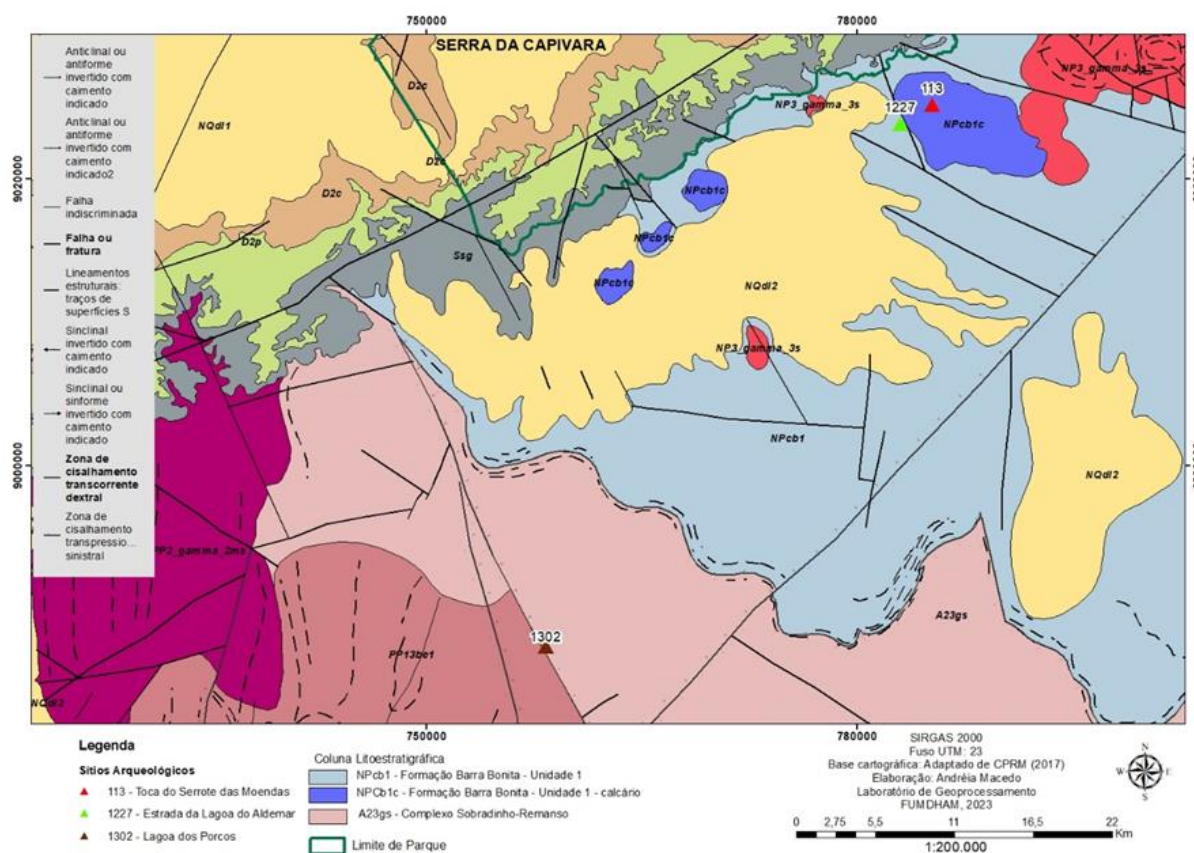


Fonte - Google Earth Pro, 2018. Elaboração Andréia Macedo (2023).

Apesar dos sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar estarem próximos e na mesma Província Estrutural, apresentam particularidades resultantes da diferenciação litológica dos distintos conjuntos da Formação Barra Bonita onde estão situados, representados por calcários metamórficos (NPcb1c) e por afloramentos de micaxisto (NPcb1), que se destacam na paisagem.

Observando o mapa geológico com os elementos estruturais sobrepostos (Mapa 11), verifica-se de acordo com o banco de dados da CPRM, que a área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar está situada ainda em local de falha ou fratura linear, enquanto a área da Lagoa dos Porcos, no Complexo Sobradinho-Remanso (A23gs) encontra-se na zona de cisalhamento. Portanto, deve-se considerar que a gênese, morfologia e evolução destas lagoas atualmente temporárias, foi influenciada pela ocorrência de fraquezas estruturais.

Mapa 11 - Geologia e elementos estruturais da área de estudo, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, com a localização dos sítios pesquisados.



Fonte - Base de dados CPRM e Fumdhm. Elaboração Andréia Macedo (2023).

Como reflexo das especificidades geológicas ocorre obviamente a diversidade litológica e mineralógica da área pesquisada, o que implica diretamente na presença das fontes de matérias-primas disponíveis para a produção do material lítico, dos utensílios cerâmicos e dos pigmentos utilizados nos grafismos rupestres.

A Bacia Sedimentar do Parnaíba provê o arenito silicificado que aflora pontualmente no topo das chapadas, os seixos de quartzo e quartzito que compõem o conglomerado e fornece ainda os argilitos, folhelhos, siltitos e arenitos de diferentes granulometrias, que aparecem intercalados nos estratos que formam as rochas sedimentares siluro-devonianas. Enquanto no Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, granitos, gnaisses, micaxistos, calcários, mármore, quartzos, sílex e calcedônias são as principais matérias-primas disponíveis, que geralmente estão presentes nos pavimentos detríticos formados no pedimento dissecado. É importante salientar que ao longo dos cursos d'água como o rio Piauí e o riacho São Lourenço, pode ser encontrada uma diversidade de seixos e calhaus de quartzo, quartzito e sílex.

De acordo com Mutzenberg (2010, p. 228), "as fontes de sílexitos *in situ*, são encontradas nas cristas de calcário metamorfizado". Rioda et al. (2011), destacam a existência de concentrações de materiais silicosos associadas a depósitos colúviais, onde aparecem blocos de diversas rochas como calcedônia, sílex e raros quartzitos.

As argilas e areias aparecem associadas aos Depósitos Colúvio-Eluviais, estando disponíveis nos terraços fluviais e lacustres, nos leitos dos rios e nas próprias lagoas. Na região da Serra da Capivara as depressões ou vazantes próximas as serras, constituem áreas popularmente chamadas de baixões, onde historicamente fontes de argilas são utilizadas para elaboração de telhas e tijolos.

É possível afirmar que a distância dos três sítios em relação as fontes de matérias-primas é de no máximo 15 km, quer seja, da Toca do Serrote das Moendas e da Estrada da Lagoa do Aldemar para as fontes de sílexito *in situ* descritas por Mutzenberg (2010) ou sílex, calcedônia e quartzitos descritos por Rioda et al. (2011), quer seja, das fontes de matérias-primas disponíveis no leito do rio Piauí.

A presença do pavimento detrítico na superfície do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, apresenta-se como fonte de matéria-prima autóctone principalmente de quartzos, sílex e quartzitos. Enquanto para o sítio Lagoa dos Porcos abundantes quantidades de seixos destas mesmas matérias-primas, encontram-se no leito do riacho São Lourenço distante apenas 11 km da lagoa.

Portanto, enquanto novas fontes de matérias-primas não forem encontradas na área de entorno imediato dos sítios Toca do Serrote das Moendas e Lagoa dos Porcos, consideram-se alóctones as mais frequentes matérias-primas utilizadas para elaboração dos vestígios líticos que aparecem nestes sítios, com exceção dos calcários, ganisses e quartzitos que são autóctones.

O único sítio onde foram evidenciados fragmentos de cerâmica foi a Toca do Serrote das Moendas, distante aproximadamente 11 km para as fontes de argila conhecidas nas localidades Barreiro Grande e Barreirinho.

No que diz respeito a geomorfologia e conseqüentemente ao relevo, na região da Serra da Capivara o marcador paisagístico mais imponente é o planalto na Bacia Sedimentar do Parnaíba e, especificamente na área de estudo, a borda deste planalto se destaca com a presença das maiores altimetrias. A feição popularmente chamada de serra que aparece nesta área é

caracterizada pelas reentrâncias que formam os boqueirões e baixões, pelos patamares estruturais e pela zona de cuesta. Na porção subsequente aparecem os morros isolados areníticos e o próprio monumento geológico Pedra Furada, que são resquícios de relevo e demonstram o recuo da borda da bacia, servindo como testemunhos do processo de erosão regressiva. O relevo ruiforme e as feições como torres, submetidos à constante erosão diferencial, também representam a dinâmica deste processo de recuo.

A partir do sopé da borda do planalto, as rampas de colúvio formam os depósitos de tálus, no front da escarpa ocorrem ainda os leques aluviais e já na porção de Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, o vasto pedimento gera a morfologia aplainada e suavemente inclinada em direção a calha do rio Piauí. Neste ambiente encontram-se morros ou interflúvios, cristas, lajedos, lagoas e as redes de drenagem.

Na área contígua ao planalto, no domínio geomorfológico da Depressão Interplanáltica, mais precisamente na unidade denominada por Ferreira & Dantas (2010) como Depressão de São Raimundo Nonato, encontram-se os três sítios pesquisados.

Enfocando a escala macro para a região dos sítios, de acordo com Mutzenberg & Corrêa (2014), o principal processo morfogenético atuante, resulta no modelado de pedimento dissecado recoberto por mantos de intemperismo.

Este tipo de pedimento indica a ocorrência de diferentes processos de deposição e erosão, onde de maneira geral neste ambiente aparecem os latossolos e argissolos, com as especificidades locais.

Os latossolos são caracterizados pelo avançado estágio de intemperização, onde os teores da fração argila aumentam gradativamente com a profundidade ou permanecem constantes ao longo do perfil (Santos et al., 2018). Este tipo de solo ocorre na região onde estão situados os sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar.

Os argissolos são moderadamente intemperizados apresentando profundidade variável, textura de arenosa a argilosa, geralmente com horizontes nítidos e boa capacidade hídrica (Santos et al., 2018). Este tipo de solo ocorre na região onde está localizado o sítio Lagoa dos Porcos.

Conforme explicado no início desta pesquisa, a escolha dos sítios levou em consideração ambientes distintos e conseqüentemente as diferentes formas de relevo, bem como a presença

de carbonatos. Portanto, a litologia, as feições geomorfológicas e os solos nas áreas dos sítios são diferenciados.

A **Toca do Serrote das Moendas** considerada por Mutzenberg & Corrêa (2014) como uma crista de calcário metamórfico (Figura 86), constitui uma forma de relevo residual, onde em seu entorno aparecem afloramentos de rocha calcária metamorfizada em meio ao latossolo vermelho (Figura 87), razoavelmente permeável, onde as águas meteóricas infiltram formando as típicas drenagens subterrâneas cársticas.

Nas proximidades da crista calcária das Moendas a porção mais baixa do relevo fica a uma distância de 2,4 km, coincidindo com a Lagoa do Aldemar. Portanto, tanto para o sítio Toca do Serrote das Moendas, quanto para o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, a fonte d'água para sobrevivência dos grupos humanos e dos animais inclusive da megafauna, foi a drenagem atualmente intermitente do riacho da Lagoinha, onde situa-se a referida Lagoa do Aldemar.

Figura 86 - Crista de calcário metamórfico e entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 87 - Cristas e afloramentos de rocha calcária metamorfozada em meio ao latossolo vermelho.



Fonte - Google Earth Pro (2018).

Utilizando as imagens de drone e Google Earth Pro para analisar as altimetrias no entorno do sítio, verificam-se os desníveis no terreno em frente à entrada da caverna, o que gerou um declive no sentido noroeste/sudeste direcionando os fluxos de lama para o seu interior.

Observando o contexto onde o sítio Toca do Serrote das Moendas está inserido é interessante pensar na sua ocupação interna pois, por se tratar de um ambiente protegido de caverna torna-se naturalmente um abrigo e/ou esconderijo, onde o ocupante não pode ser visto da parte externa, porém o mesmo não tem o controle visual da área circundante. Mas, por outro lado, o próprio serrote serve de marco paisagístico e seu topo com 390 m de altitude, na porção mais elevada em relação aos pedimentos que o circundam, configura-se como um local ideal para domínio visual de toda a área de entorno, a depender das condições ambientais vigentes.

Quanto a ocupação humana pretérita para a área do Serrote das Moendas além do próprio sítio Moendas, as Tocas Serrote da Bastiana, Espeleotema Caído, Janela da Barra do Antônio e Serrote do Tenente Luís, constituem os sítios cársticos pré-históricos mais próximos.

O sítio **Estrada da Lagoa do Aldemar** localiza-se na área contígua a lagoa temporária homônima, na porção de média e baixa vertente da margem esquerda do riacho intermitente da Lagoinha, portanto, nas proximidades de um ambiente fluviolacustre. A superfície da vertente convexa suavemente inclinada (Figura 88) apresenta-se recoberta pelo pavimento detrítico do

pedimento dissecado (Figura 89), que forma um estrato com uma espessura média de 60 cm de solo avermelhado sobreposto ao calcrete pedogênico, formado pela reprecipitação do carbonato de cálcio.

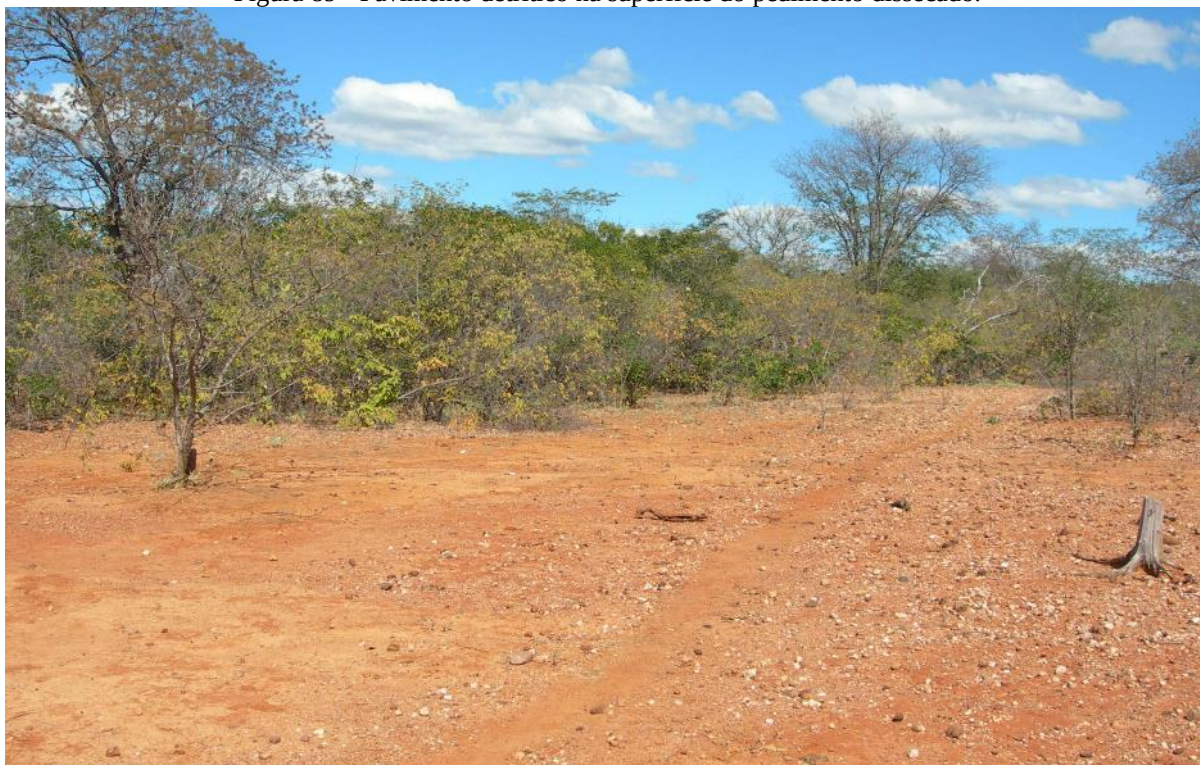
Por se tratar de uma feição geomórfica menos conspícua topograficamente, situada na transição entre pedimentos detríticos e a incisão da drenagem, é plausível que o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar esteja inserido no trecho final da rampa pedimentar, com a possibilidade de que os sedimentos avermelhados sejam resultantes de corrida de lama que tenha recoberto a área, que teria sido posteriormente retrabalhada pelos fluxos laminares gerando o pavimento detrítico.

Figura 88 - Contexto ambiental do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Fonte - Google Earth. Elaboração Andréia Macedo (2023).

Figura 89 - Pavimento detrítico na superfície do pedimento dissecado.



Fonte - Acervo Fumdam.

Os processos erosivos laminar e linear estão expondo o calcrete (Figura 90) e em algumas ravinas (Figura 91) aparecem fragmentos de micaxisto bastante intemperizados.

Figura 90 - Processos erosivos expondo o calcrete pedogênico na área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 91 - Ravina na área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Autoria - Gisele Felice (2019).

Na porção topográfica mais elevada da Estrada da Lagoa do Aldemar, observa-se maior intensidade de processos erosivos favorecidos pela declividade da vertente, pelo tipo de solo, pela escassa cobertura vegetal, pelo intenso pisoteamento do gado e pelo tráfego de veículos na estrada, fatores que deixam o terreno cada vez mais vulnerável e exposto à ação dos ventos e ao escoamento superficial das águas pluviais. Estes processos são intensificados em função da vegetação esparsa, do uso da terra e da erosão linear e laminar, causando a remoção das fácies mais finas do sítio.

Os impactos antrópicos de retirada da cobertura vegetal original para a implantação de roças e atividade de pastoreio tem degradado a área ao longo dos anos e aportado sedimentos para o antigo leito do rio, acarretando a descontinuidade do fluxo de água mesmo nos períodos chuvosos.

O riacho da Lagoinha e posteriormente a Lagoa do Aldemar foram sendo submetidas aos processos climáticos de semiaridez, suas águas foram retraindo, ficando restritas as porções topográficas mais baixas. Provavelmente em tempos pré-históricos a ocupação humana

acompanhou esta dinâmica da paleodrenagem, podendo, portanto, ter ocorrido a sobreposição de ocupação nas margens da lagoa, já que em períodos históricos a família do senhor Aldemar tem utilizado a área para moradia, roça e criação de gado, inclusive realizando o represamento de parte das águas que chegam até a lagoa nos períodos de chuva. Deste modo, a existência e permanência de possíveis vestígios arqueológicos nesta área podem ter sido afetadas pelas ocupações históricas.

A **Lagoa dos Porcos** está inserida em uma área de relevo residual de lajedos e matacões de gnaiss intercalados por deposições de terraços lacustres, estando a sua gênese provavelmente ligada a formação de uma paleodepressão de dissolução.

Conforme descrito no capítulo 4, Mendes (2016) considera que houveram dois distintos momentos para evolução do ambiente, uma fase fluvial mais antiga e uma fase lacustre relacionada ao período holocênico mais recente.

Contudo, a afirmação categórica sobre a fase fluvial carece ainda de aprofundamento de investigações de campo. A dinâmica da atual drenagem intermitente está auxiliando na alimentação das lagoas, porém a afirmação da existência do curso de um rio pretérito, necessita da identificação da sua antiga confluência, da sua posição na bacia de drenagem e sobretudo da verificação da existência de fisionomias erosivo-deposicionais que justifiquem essa interpretação. Tal aprofundamento de estudo não foi realizado na presente pesquisa, ficando portanto, a possibilidade da fase fluvial a ser averiguada.

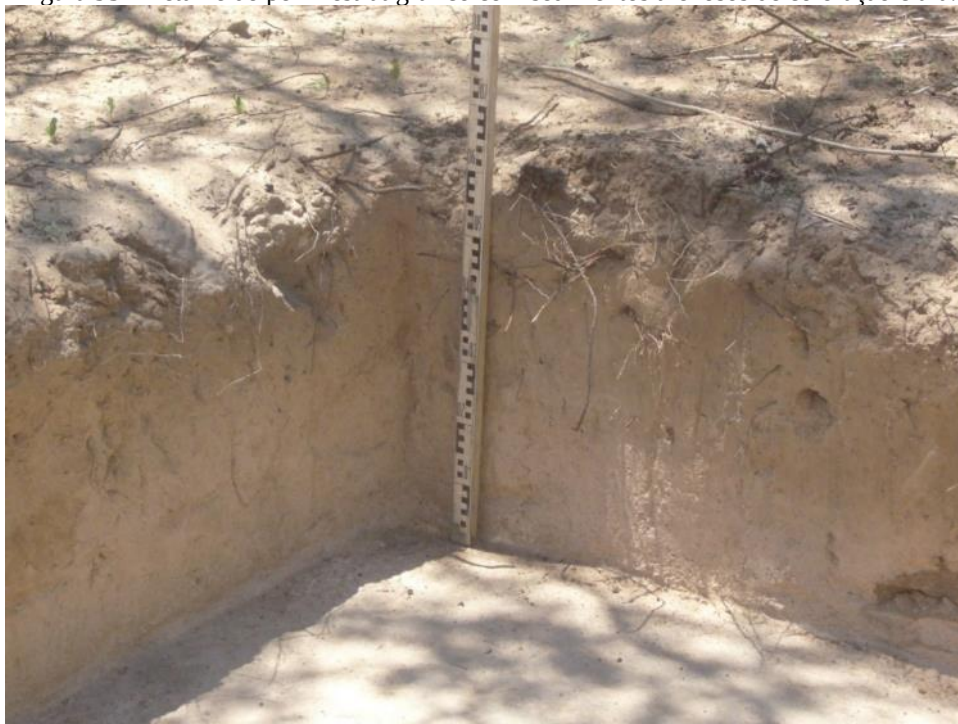
O ambiente de entorno imediato da lagoa apresenta terraços lacustres, onde nos entremeios dos afloramentos rochosos os sedimentos que preenchem as porções deprimidas e irregulares, são constituídos de areias e siltes de coloração esbranquiçada. Durante as escavações arqueológicas realizadas na lagoa, sondagens abertas nas proximidades da mesma, permitiram verificar na porção de terraço lacustre sedimentos arenosos de coloração clara, constituindo depósitos finos de planície de inundação (Figuras 92, 93 e 96).

Figura 92 - Sondagem realizada no terraço lacustre expondo o solo arenoso.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 93 - Detalhe do perfil estratigráfico com sedimentos arenosos de coloração clara.



Fonte - Acervo Fumdam.

Nas proximidades do terraço lacustre, ainda nas porções aplainadas do terreno, uma sondagem expôs um solo raso de coloração avermelhada silte-argiloso, com a presença de fragmentos e blocos de ganisse, indicando se tratar possivelmente de uma acumulação de sedimentos alúvio-coluviais e/ou corrida de lama nas margens da depressão (Figuras 94, 95 e 96).

Figura 94 - Sondagem expondo os sedimentos alúvio-coluviais e/ou corrida de lama com a presença de clastos de gnaiss e exposição de parte do gnaiss do embasamento rochoso.



Fonte - Acervo Fumdhm.

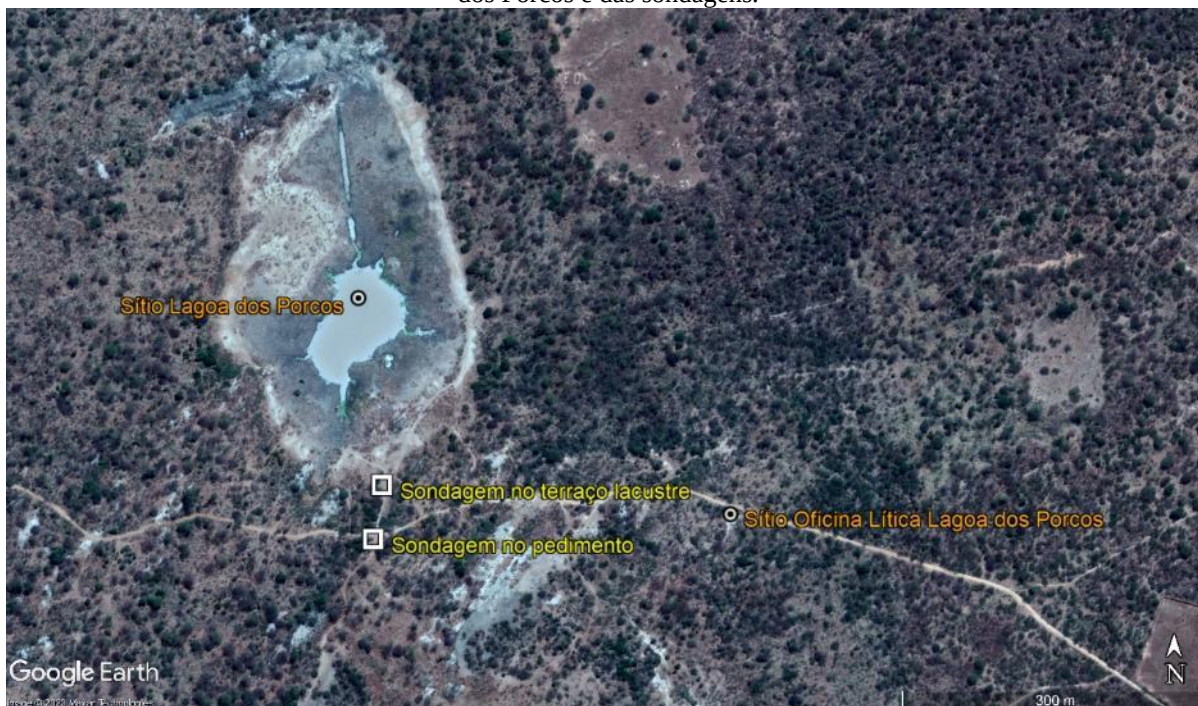
Figura 95 - Detalhe do perfil estratigráfico com o sedimento de coloração avermelhada.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Margeando a estrada de acesso a lagoa foi encontrado um sítio arqueológico de superfície denominado Oficina Lítica Lagoa dos Porcos (Figura 96), onde vestígios em sílex e quartzo demonstram uma ocupação humana no entorno da lagoa. Da mesma forma que o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, a utilização do ambiente para o estabelecimento de moradias, atividades agrícolas e pecuária tem sido os impactos mais recorrentes para as áreas de entorno dos locais com disponibilidade de água.

Figura 96 - Localização do sítio arqueológicos e paleontológico Lagoa dos Porcos, do sítio Oficina Lítica Lagoa dos Porcos e das sondagens.



Fonte - Google Earth Pro e Base de Dados Fumdam.

As chuvas torrenciais típicas do semiárido, somadas ao escoamento difuso das águas superficiais em função da presença dos lajedos e matacões, vem remobilizando os sedimentos dos terraços e provavelmente afetando a preservação de eventuais sítios arqueológicos que possam ter existido no entorno da lagoa. A ocupação humana na área possivelmente acompanhou a dinâmica de formação e erosão dos terraços, bem como a expansão e redução do volume d'água na lagoa.

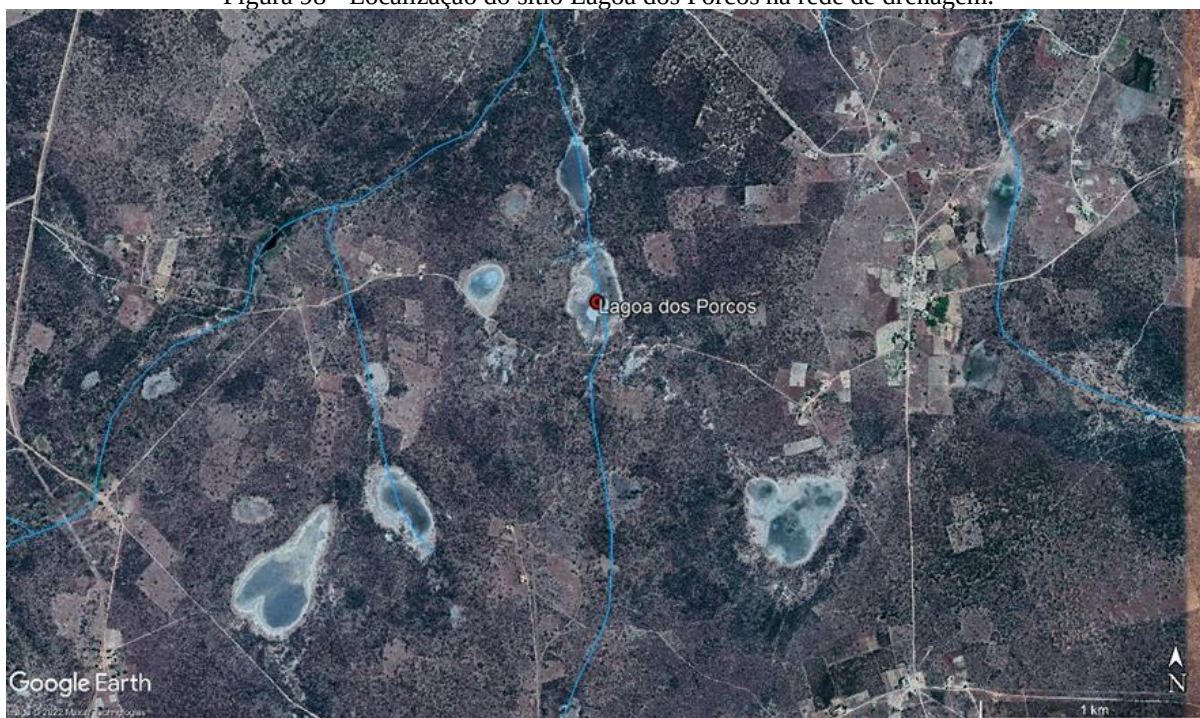
Utilizando as imagens de drone e Google Earth Pro para analisar as altimetrias no entorno da lagoa, verificam-se os desníveis no sentido sul/norte, que corresponde ao direcionamento das águas e a formação de uma lagoa subsequente conforme as figuras 97 e 98.

Figura 97 - Contexto ambiental do sítio Lagoa dos Porcos.



Autoria - José Nicodemos Chagas Júnior (2022).

Figura 98 - Localização do sítio Lagoa dos Porcos na rede de drenagem.



Fonte - Google Earth Pro e Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração Andréia Macedo (2023).

No intuito de iniciar uma reconstituição paleoambiental da área estudada, o primeiro indicativo de um ambiente mais úmido com drenagens e corpos d'água perenes é a presença de ossos fossilizados da paleofauna nos sítios Toca do Serrote das Moendas e Lagoa dos Porcos.

Utilizando a identificação dos táxons feita principalmente por Guérin & Faure (2014), foi possível ilustrar a paleopaisagem através da coerência do ambiente com os hábitos alimentares de alguns gêneros da paleofauna que estariam presentes na região no Pleistoceno superior e Holoceno inferior.

O gênero *Toxodon* era megaherbívoro associado a ambientes abertos de pastagens de zonas baixas e inundadas, charcos, cursos d'água ou proximidades de lagoas, sugerindo um hábito provavelmente anfíbio ou semiaquático, similar ao hipopótamo. Apresentava dentes curvos de crescimento contínuo adaptado para a alimentação de plantas C4 como as gramíneas, folhas e plantas aquáticas abrasivas, presentes em campos, cerrados, savanas e pântanos (ALVES, 2007; BOND, 1999 apud DE OLIVEIRA et al., 2014).

O *Haplomastodon waringi*, alimentava-se principalmente de ramos de pequenos arbustos, gramíneas (plantas C4), folhas e frutos (Cartelle, 1999; Guimarães Jr e Galetti, 2001 apud Paixão, 2010). Segundo Santos (2008 apud Carvalho, 2012), a presença do *Haplomastodon waringi* (mastodonte), no que hoje chamamos de Nordeste Brasileiro, em especial nas áreas acatingadas, serve de testemunho que a vegetação no final do Pleistoceno e início do Holoceno deveria ser diferente do que é atualmente, provavelmente mais rica em gramíneas e folhas e não tão seca como se apresenta hoje, já que este animal necessitava de uma grande quantidade de vegetais para manter sua estrutura.

As preguiças do gênero *Eremotherium* são consideradas megaherbívoras podadoras e pastadoras, com dieta alimentar baseada em plantas do tipo C3, sugerindo um habitat de bordas de florestas e plantas C4, associadas a ambientes de savana com arbustos espinhosos e cerrado grosso (Vizcaíno et al., 2009 apud De Oliveira et al., 2014; Alves, 2007). Farina et al. (1998 apud De Oliveira et al., 2014) ressaltam que o tamanho das preguiças do gênero *Eremotherium* é incompatível com áreas de vegetação fechada.

O *Glyptodon* habitava áreas abertas de pradarias, com ambiente de savana pouco arborizada com hábito alimentar herbívoro-onívoro, provavelmente adaptado à alimentação

predominantemente de gramíneas abrasivas, plantas do tipo C4, ovos de outros animais, organismos em decomposição e frutos variados (ALVES, 2007).

A existência de um ambiente com vegetação mista de cerrados, savanas abertas e campos pode ser validada ainda pela presença da *Palaeolama* que, de acordo com Cartelle (1992), alimentava-se principalmente de arbustos, ao invés de gramíneas.

Por fim, o fato de terem sido encontrados ossos fossilizados da capivara na Toca do Serrote das Moendas, corrobora para demonstrar a perenidade de cursos d'água em períodos pré-históricos, já que este grande mamífero roedor é herbívoro com hábito semiaquático. A possibilidade de que algumas porções das atuais drenagens intermitentes e de algumas lagoas tenham se mantido perenes até períodos históricos recentes, está relacionada com o fato de existir o próprio topônimo Serra da Capivara, demonstrando que este animal teria ocorrido na região em tempos atuais e que com as prováveis mudanças da disponibilidade de água relacionadas a impactos antrópicos recentes como o desmatamento, assoreamento e represamento dos cursos d'água, tenham restringido cada vez mais os habitats da capivara no semiárido, levando a sua extinção local.

7.2 ENFOQUE MICRO - CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO TOCA DO SERROTE DAS MOENDAS

O enfoque micro apresentado no capítulo 6 referente a Materiais e Métodos, compreende o estudo da estratigrafia de cada sítio e trata dos perfis amostrados e analisados, sendo que a partir desta análise micro foi possível levantar dados sobre as condições ambientais que contribuíram tanto para o processo pedogenético, quanto para o aporte dos sedimentos que preencheram os sítios arqueológicos e em alguns casos recobriram os vestígios da cultura material, ou serviram como superfícies de agradação para materiais e/ou de substrato para ocupação humana.

Os dados da escala micro da mesma forma que os dados das escalas macro e meso estão interrelacionados e são interdependentes na área de estudo.

A seguir são apresentados para os três sítios, os resultados das análises em micro escala dos depósitos sedimentares, com o objetivo de utilizar os dados e informações obtidas para auxiliar na caracterização sedimentológica, geocronológica, paleovegetacional e na formação do registro arqueológico e paleontológico.

No sítio Toca do Serrote das Moendas por se tratar de um ambiente cavernícola, o aporte de sedimento ocorre naturalmente pela entrada da caverna (Figura 99), com o aproveitamento da morfologia e topografia de desnível entre o ambiente de entorno, a entrada ou boca e a parte interna. Os blocos calcários abatidos ou desmoronados presentes na entrada das Moendas (Figuras 99 e 100) atuaram como barreiras e como direcionadores dos fluxos de lama e detritos.

A porção de endocarste por apresentar topografia em desnível e morfologia irregular das paredes, exibe variação de composição, compactação, espessura e extensão horizontal no pacote que forma o seu preenchimento, exibindo diferenciações de acordo com os setores 1, 2, 3, 4 e 5, sendo que para esta pesquisa as estratigrafias estudadas localizam-se nos setores 2 e 3 e foram escolhidas de acordo com a proximidade das áreas onde apareceram esqueletos humanos em subsuperfície e cerâmicas em superfície. Enfatiza-se que em nenhum dos setores escavados os sedimentos foram totalmente retirados e a base rochosa não foi evidenciada, portanto, a espessura total do pacote sedimentar ainda é desconhecida.

Figura 99 - Blocos calcários abatidos ou desmoronados na entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Acervo Fumdhm.

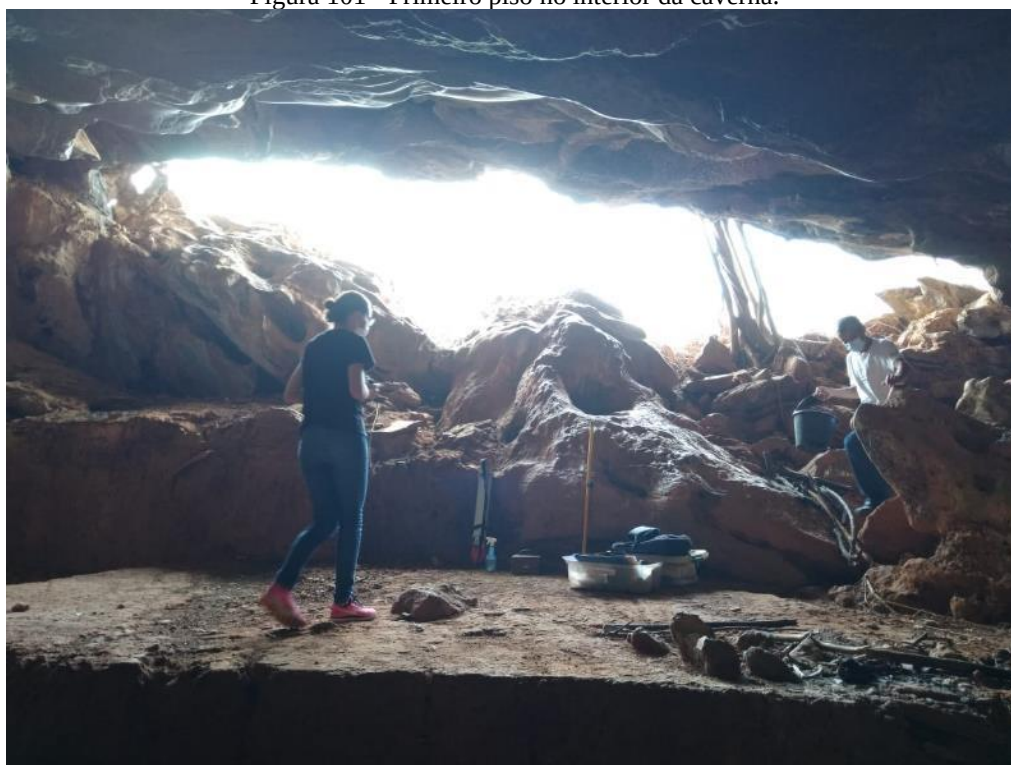
Figura 100 - Blocos calcários abatidos ou desmoronados evidenciados na entrada do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Fonte - Acervo Fumdhm.

O piso do interior da caverna é composto por sedimento compactado e por fragmentos de rocha calcária com diversidade de dimensões, abarcando desde matacões até pedregulhos (Figura 101).

Figura 101 - Primeiro piso no interior da caverna.



Autoria - Gisele Felice (2021).

Em alguns locais reentrâncias e falhas no teto e nas paredes guardam resquícios de sedimentos incrustados constituindo um tipo de brecha (Figura 102), demonstrando que a caverna esteve praticamente totalmente preenchida em períodos pretéritos por antigos fluxos de lama e detritos.

Este entupimento teria sido posteriormente retrabalhado pela entrada de água combinada com a constante dinâmica de drenagem subterrânea. A alternância de deposição e retirada de sedimentos dentro da caverna pode ainda ser verificada, quando alguns espeleotemas do tipo couve-flor presentes nas paredes internas foram parcialmente recobertos por sedimentos e exumados durante as escavações arqueológicas (Figura 103). A presença destes espeleotemas demonstra períodos em que a caverna não esteve totalmente preenchida e o carbonato pôde precipitar nas paredes de calcário.

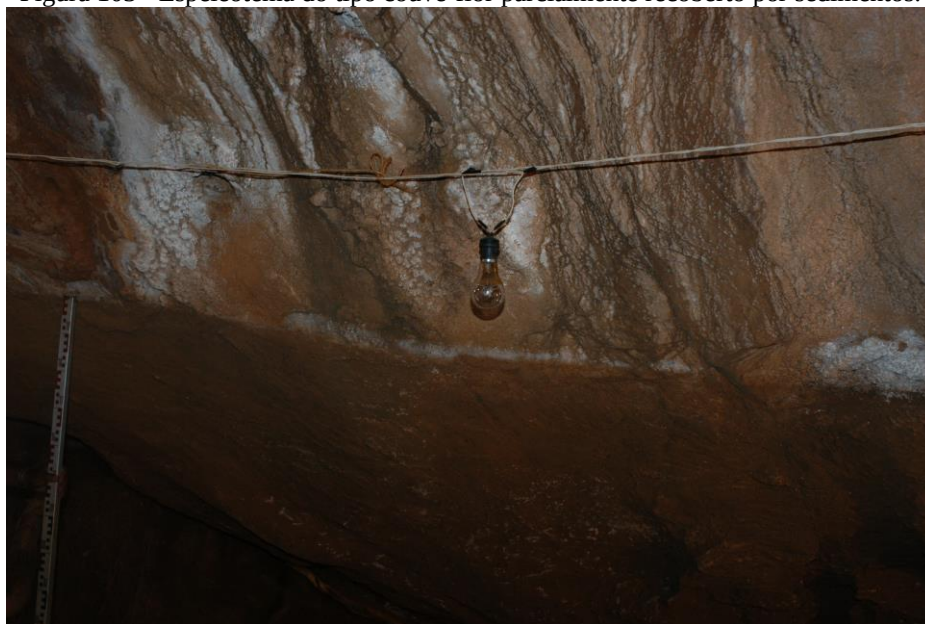
Deste modo, enquanto por um lado as brechas presentes em porções altas na parede e no teto demonstram pelo menos um momento de antigo preenchimento total, por outro lado os espeleotemas parcialmente soterrados em porções mais baixas, demonstram ausência de sedimentos permitindo a deposição química e a recristalização.

Figura 102 - Resquícios de sedimentos incrustados constituindo no teto formando uma brecha.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 103 - Espeleotema do tipo couve-flor parcialmente recoberto por sedimentos.



Fonte - Acervo Fumdham.

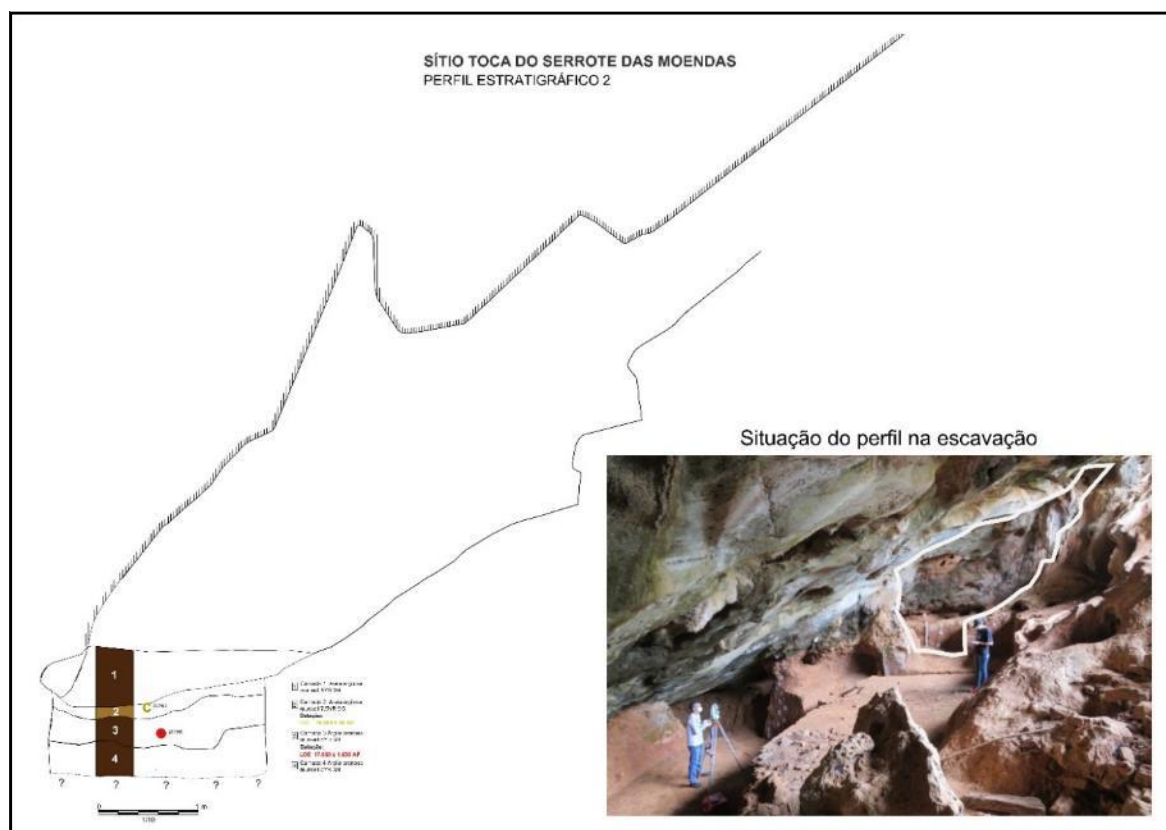
O retrabalhamento dos preenchimentos é ainda verificado pela presença de porções de superfície inclinada (Figura 104), onde os sedimentos depositados foram parcialmente retirados pela água e geraram o declive de acordo a drenagem interna. Estas porções inclinadas apresentam sedimentos menos compactados devido as constantes passagens de água, enquanto em outras porções mais distantes desta circulação de água, sedimentos extremamente endurecidos ocorrem tanto em meio ao perfil estratigráfico quanto próximos a superfície.

Figura 104 - Porções da caverna com superfície inclinada.



Fonte - Acervo Fumdham.

Figura 107 - Localização do perfil estratigráfico 2 no setor 3.



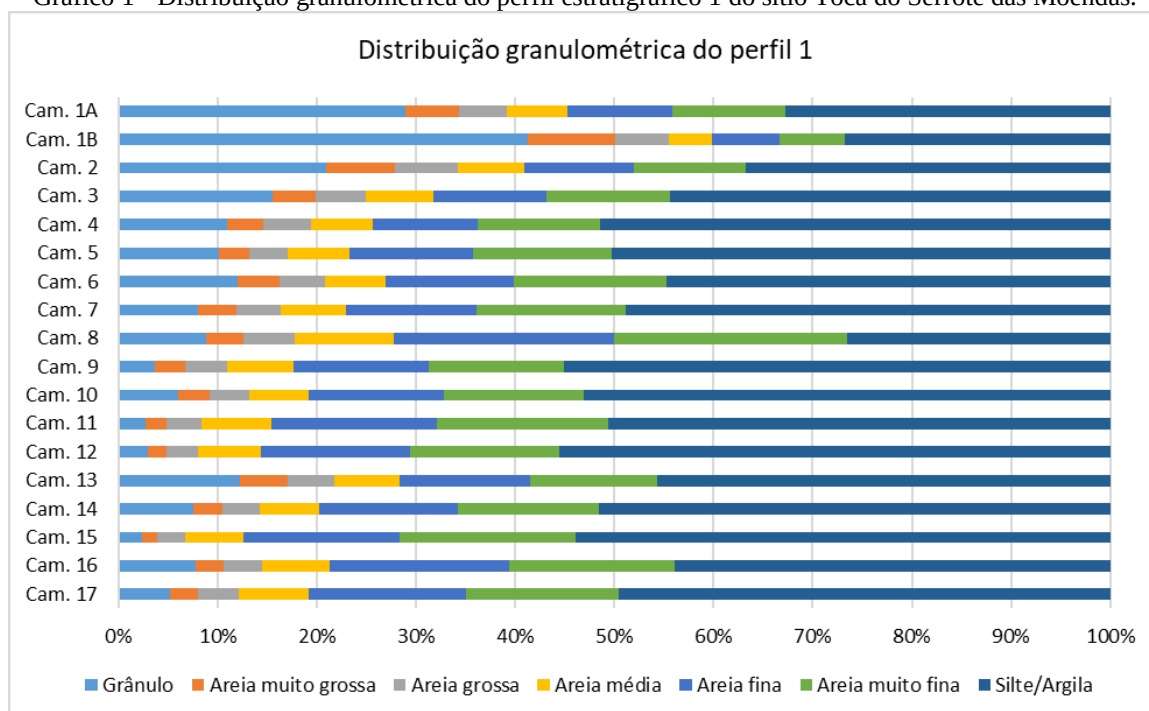
Elaboração - Dalmir Negreiros, Andréia Macedo e Ariclenes Santos.

Quanto ao estudo da distribuição granulométrica da fração grossa dos sedimentos que corresponde a grânulo e areia, foi utilizada a escala de Wentworth (1922). Conforme explicado no tópico Análise Granulométrica, os sedimentos finos foram evacuados durante a lavagem, mas de acordo com o peso inicial e o peso final de cada amostra, obteve-se o peso da fração fina formada por silte/argila o que possibilitou calcular a sua porcentagem.

Foram realizadas análises granulométricas por peneiramento em vinte e duas amostras de sedimento, sendo dezoito do perfil 1 e quatro do perfil 2, que correspondem as camadas identificadas. Os resultados referentes à caracterização granulométrica são apresentados nos gráficos 1 e 2 e nos quadros 10 e 11.

As frações granulométricas do perfil estratigráfico 1 variam entre grânulo, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte/argila, conforme observado no gráfico 1.

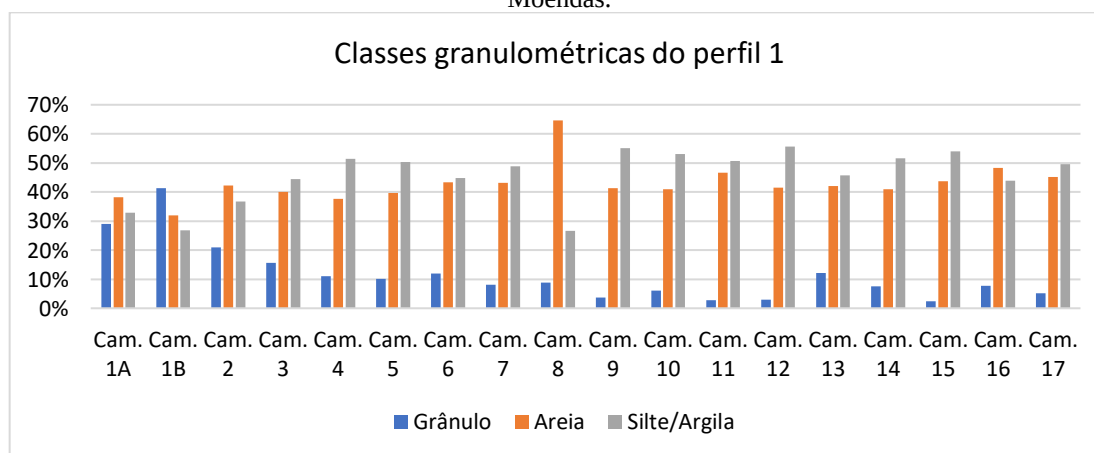
Gráfico 1 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

As classes granulométricas apresentam a seguinte predominância por camada (Gráfico 2): camada 1A areia (38%), camada 1B grânulo (41%), camada 2 areia (42%), camada 3 silte/argila (44%), camada 4 silte/argila (51%), camada 5 silte/argila (50%), camada 6 silte/argila (44%), camada 7 silte/argila (48%), camada 8 areia (64%), camada 9 silte/argila (55%), camada 10 silte/argila (53%), camada 11 silte/argila (50%), camada 12 silte/argila (55%), camada 13 silte/argila (53%), camada 14 silte/argila (51%), camada 15 silte/argila (53%), camada 16 areia (48%) e camada 17 silte/argila (49%).

Gráfico 2 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

É importante ressaltar que para a camada 1B, a classe predominante grânulo (41%) é composta em parte por pequenos fragmentos de sedimento litificado.

De modo geral, os sedimentos do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas concentram-se na fração silte/argila, apresentando baixa variação entre as classes silte/argila e areia ao longo do perfil, quando comparadas com a classe grânulo, com exceção da camada 8, onde observa-se um pico acentuado na classe areia (Gráfico 2).

A camada 8 apresenta granulometria com predomínio da classe areia (areia fina e areia muito fina correspondem a 45% da amostra), o que pode indicar um transporte por fluxos de água com maior velocidade. A partir da camada 9 é possível verificar um aumento da classe silte/argila, ou seja, aumento dos finos nas camadas mais profundas do depósito sedimentar (Gráfico 2).

A análise granulométrica forneceu ainda dados sobre as seguintes variáveis: classificação, seleção, assimetria e curtose segundo os parâmetros de Shepard (1954) e Folk & Ward (1957), onde de forma geral predomina a classificação argila ou argilito para a matriz dos sedimentos (Quadro 10).

Quadro 10 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose do perfil estratigráfico 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.

Etiqueta	Camada	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose
237050	1A	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237049	1B	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237048	2	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237047	3	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237046	4	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237045	5	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237044	6	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237043	7	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237042	8	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237041	9	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237040	10	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237039	11	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica

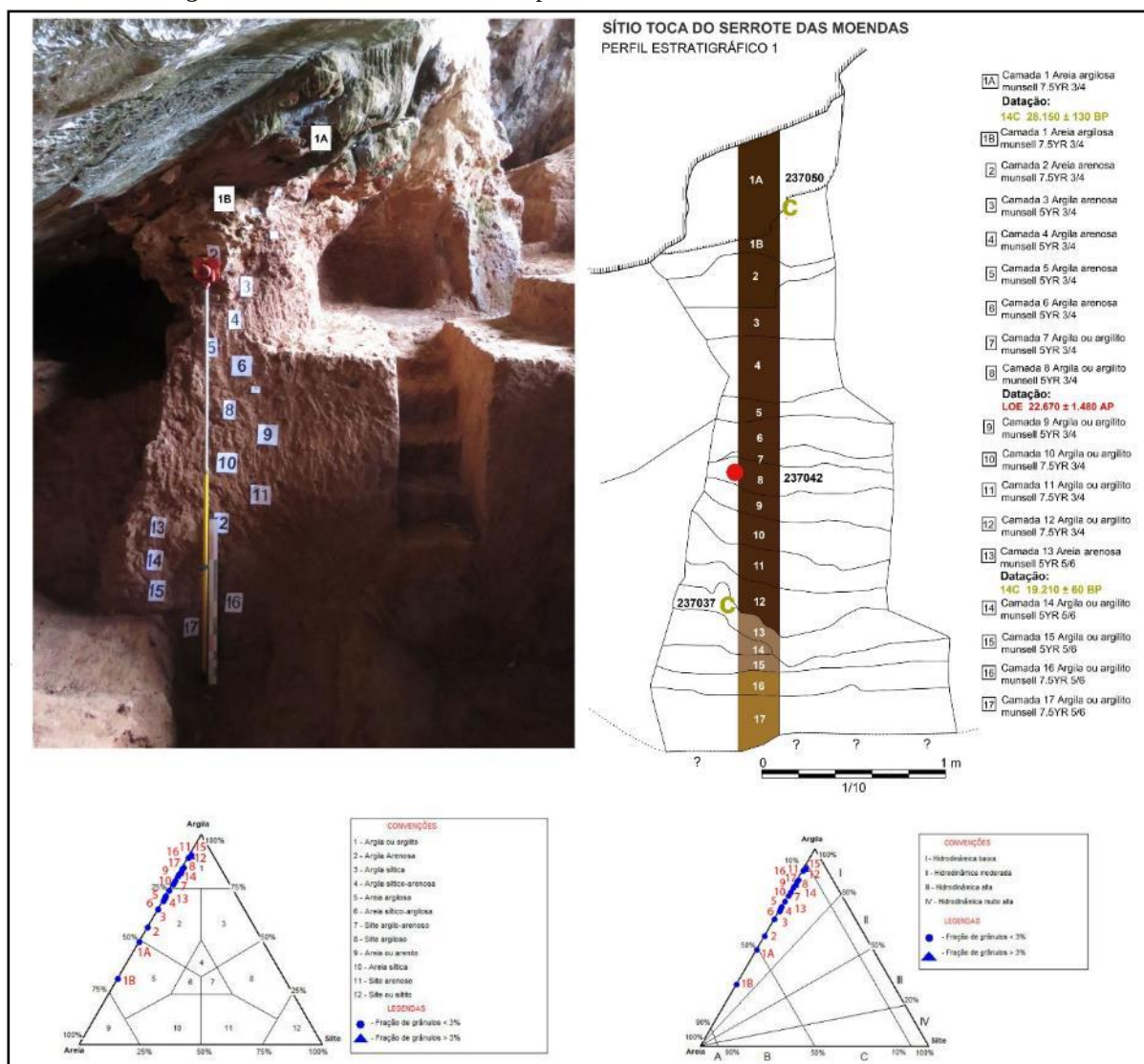
237038	12	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237037	13	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237036	14	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237035	15	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237034	16	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237033	17	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

O resultado dos parâmetros estatísticos da matriz das amostras referente a hidrodinâmica indica baixa energia atuante na deposição dos sedimentos, de acordo com o diagrama Pejrup (1988) (Figura 108) e os dados de curtose, muito platicúrtica, para todas as camadas indicam curta movimentação dos mesmos. A seleção demonstra sedimentos extremamente mal selecionados, com exceção das camadas 11, 12 e 15, onde aparecem muito bem selecionados. Quanto a assimetria, todas as amostras apresentam valores positivos, indicando fluxo unidirecional (Quadro 10).

O pacote sedimentar do perfil 1 com espessura de 2,7 m é incompleto, pois durante as escavações a base rochosa não foi atingida. A sua compactação é extremamente dura para as camadas 1A, 1B, 2 e 6 e dura para as demais camadas restantes. De acordo com o diagrama de Shepard (1954), os estratos são compostos por textura areia argilosa (camadas 1A e 1B), argila arenosa (camadas 2, 3, 4, 5, 6 e 13) e argila ou argilito (camadas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16 e 17). As cores foram verificadas com as amostras umedecidas de acordo com o código Munsell e variam entre marrom escuro, marrom avermelhado escuro e vermelho amarelado (Figura 108).

Figura 108 - Síntese das análises do perfil 1 do sítio Toca do Serrote das Moendas.

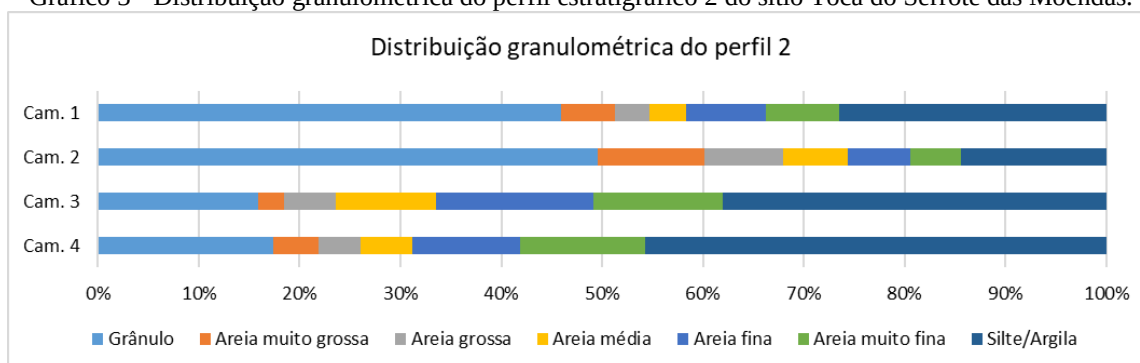


Elaboração - Dalmir Negreiros, Andréia Macedo e Ariclenes Santos.

No que diz respeito ao perfil estratigráfico 2 (Figuras 105 e 107) do sítio Toca do Serrote das Moendas, este apresenta uma profundidade frontal de 1m sem levar em consideração a camada 1, de aproximadamente 70 cm, que foi em parte escavada durante as pesquisas arqueológicas. As porções não escavadas da camada 1 aparecem mais recuadas nas proximidades das reentrâncias da parede da caverna.

O resultado das análises sedimentológicas permitiu verificar que no perfil estratigráfico 2, as frações granulométricas variam entre grânulo, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte/argila, conforme demonstra o gráfico 3.

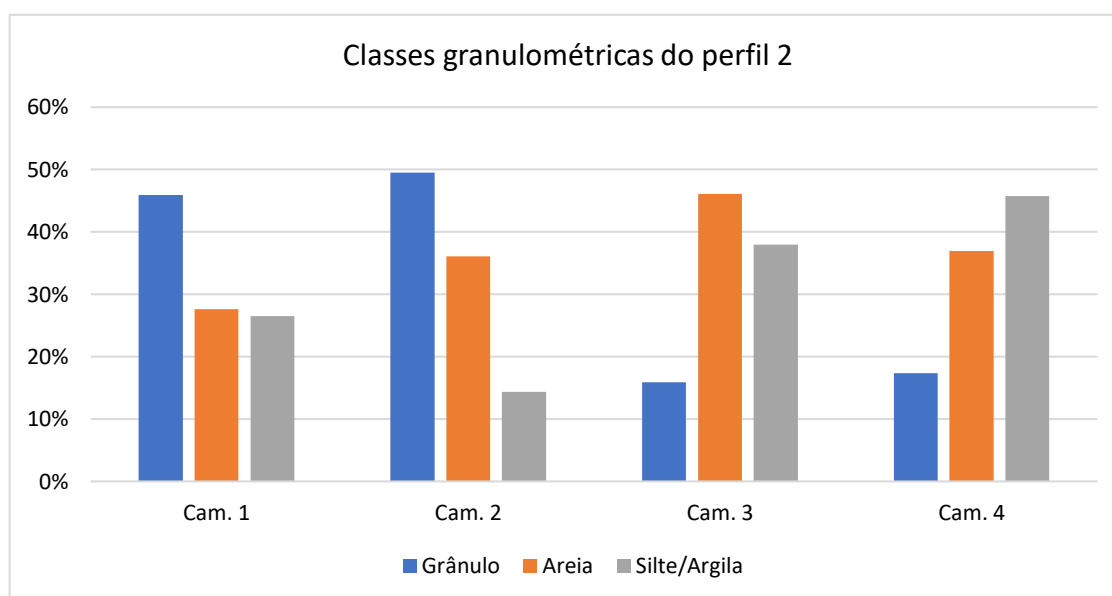
Gráfico 3 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

As classes granulométricas apresentam a seguinte predominância por camada (Gráfico 4): camada 1 grânulo (45%), camada 2 grânulo (49%), camada 3 areia (46%) e camada 4 silte/argila (45%).

Gráfico 4 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

É importante ressaltar que para a camada 2, a classe predominante grânulo (49%) é composta em parte por pequenos fragmentos de sedimento litificado.

De modo geral, os sedimentos do perfil estratigráfico 2 apresentam variação entre as quatro camadas do depósito, sendo o grânulo predominante nas primeiras camadas, a areia na terceira e silte/argila na quarta camada (Gráfico 4).

A análise granulométrica forneceu ainda dados sobre as seguintes variáveis: classificação, seleção, assimetria e curtose segundo os parâmetros de Shepard (1954) e Folk & Ward (1957), onde a matriz dos sedimentos foi classificada em areia argilosa e argila arenosa (Quadro 11).

Quadro 11 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose do perfil estratigráfico 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.

Etiqueta	Camada	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose
237056	1	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237055	2	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237054	3	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237053	4	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

O resultado dos parâmetros estatísticos da matriz das amostras referente a hidrodinâmica indica baixa energia atuante na deposição dos sedimentos, de acordo com o diagrama Pejrup (1988) (Figura 109) e os dados de curtose, muito platicúrtica, para todas as camadas indicam curta movimentação dos mesmos. A seleção demonstra sedimentos extremamente mal selecionados e quanto a assimetria, todas as amostras apresentam valores positivos, indicando fluxo unidirecional (Quadro 11).

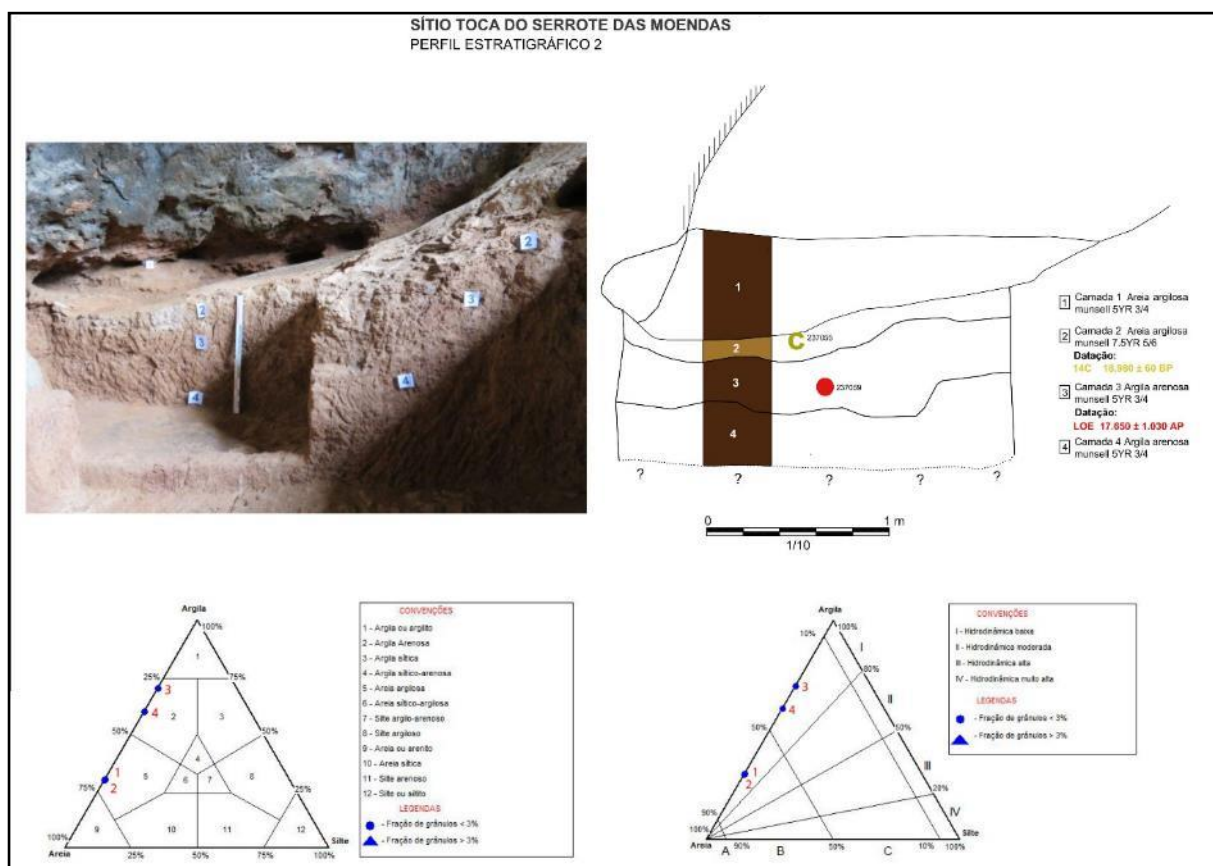
O pacote sedimentar do perfil 2 apresenta compactação extremamente dura para a camada 2 e dura para as demais camadas restantes. De acordo com o diagrama de Shepard (1954), as camadas são compostas por textura areia argilosa (camadas 1 e 2) e argila arenosa (camadas 2 e 3). As cores, verificadas com as amostras umedecidas de acordo com o código Munsell variam entre marrom escuro e marrom avermelhado escuro (Figura 109).

Durante as análises dos sedimentos realizadas em laboratório verificou-se, principalmente no perfil 1, a presença de cristais de calcita e alguns torrões de sedimento com coloração esbranquiçada na superfície.

A característica mais marcante do depósito sedimentar examinado tanto em campo quanto em laboratório foi a existência de camadas com compactação extremamente dura e dura, que demonstra um processo de litificação dos sedimentos relacionado a carbonatação e cristalização formando um tipo de calcrete.

A área fonte dos sedimentos que preencheram o endocarste foi o pedimento dissecado submetido a fortes eventos torrenciais, que formaram os fluxos de lama e detritos transportados para o interior da caverna.

Figura 109 - Síntese das análises do perfil 2 do sítio Toca do Serrote das Moendas.



Elaboração - Dalmir Negreiros, Andréia Macedo e Ariclens Santos.

7.2.2 Caracterização geocronológica

No que diz respeito as informações sobre o contexto cronoestratigráfico do sítio Toca do Serrote das Moendas, estas foram obtidas através da realização de datações por Luminescência Opticamente Estimulada e datações de radiocarbono das formações carbonáticas.

Para o perfil 1 a camada escolhida para amostragem por LOE foi a 8, coletada a aproximadamente 1,3 m em relação a superfície e para o perfil 2 a camada 3, localizada a aproximadamente 55 cm de profundidade em relação ao topo da camada 2 e aproximadamente a 105 cm de profundidade em relação a superfície.

A camada 8 do perfil estratigráfico 1, forneceu uma idade de 22.670 ± 1.480 anos AP (Tabela 1), demonstrando que está possivelmente relacionada a eventos deposicionais ocorridos no Último Máximo Glacial. É caracterizada por um sedimento com matriz argilosa, extremamente mal selecionado, assimetria muito positiva e curtose muito platicúrtica.

A camada 3 do perfil estratigráfico 2, datada em 17.650 ± 1.030 anos AP (Tabela 1), também está possivelmente ligada a eventos deposicionais ocorridos no Último Máximo Glacial. Corresponde também a um sedimento com matriz argilosa, extremamente mal selecionado, assimetria muito positiva e curtose muito platicúrtica.

As idades de 22.670 ± 1.480 anos AP e 17.650 ± 1.030 anos AP obtidas para as deposições dos sedimentos do sítio Toca do Serrote das Moendas, estão relacionadas ao Último Máximo Glacial, caracterizado por um clima mais frio e seco. Portanto, os aportes de materiais para o interior da caverna pelos fluxos de lama e detritos ocorreram como consequência de uma alta energia hidroambiental relacionada a esporádicos eventos torrenciais.

Tabela 1 - Correlação dos dados sedimentológicos, geocronológicos e paleovegetacionais obtidos para o sítio Toca do Serrote das Moendas.

Sítio Toca do Serrote das Moendas									
Perfil 1	Amostra	Prof. da amostra	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose	Idade LOE (Formação da camada)	Idade ¹⁴ C (Processo de carbonatação)	$\delta^{13}\text{C}$ (Paleovegetação)
	Camada 1A	10 cm	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	-	28.150 ± 130 BP	-8,0
	Camada 8	1,3 m	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	22.670 ± 1.480 AP	-	-
	Camada 13	2,1 m	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	-	19.210 ± 60 BP	-8,8
Perfil 2	Amostra	Prof. da amostra	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose	Idade LOE (Formação da camada)	Idade ¹⁴ C (Processo de carbonatação)	$\delta^{13}\text{C}$ (Paleovegetação)
	Camada 2	35 cm (105 cm completo)	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	-	18.980 ± 60 BP	-1,8
	Camada 3	55 cm	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	17.650 ± 1.030 AP	-	-

Elaboração - Andréia Macedo (2023).

No tocante aos sedimentos clásticos presentes em cavernas brasileiras, de acordo com Caldeira (2021), estudos mostram que:

Os processos de erosão e deposição podem estar relacionados à variabilidade paleoclimática. Em ambientes de clima seco, a entrada de sedimentos em cavernas é controlada por chuvas episódicas, uma vez que a ausência de vegetação densa aumentaria a erosão do solo e o suprimento de sedimentos, enquanto em ambiente úmido, a presença de uma cobertura vegetal mais densa reduz os processos erosivos e o suprimento de sedimentos (Auler et al., 2002, 2009; Jaqueto et al., 2016; Haddad-Martim et al., 2017; Novello et al., 2019). No entanto, essa dinâmica também depende dos processos fluviais e dos sedimentos temporariamente armazenados nos vales dos rios (Herman et al., 2012; Laureano, 2014) (CALDEIRA, 2021, p. 35, tradução).

Além dos preenchimentos por sedimentos alóctones trazidos pelos fluxos de lama e detritos, o sítio Toca do Serrote das Moendas, por se tratar de um ambiente de caverna calcária, apresenta materiais autóctones gerados pelos abatimentos de blocos de diversas dimensões, pela sedimentação/precipitação química dos carbonatos produzidos pela dissolução da rocha. A dinâmica interna deste ambiente é ainda verificada nos espeleotemas, nos gotejamentos e nos escorrimentos, que por muitas vezes irão afetar, recobrir e permear os sedimentos depositados.

Dentre as pesquisas realizadas na região do Parque Nacional Serra da Capivara com aplicação da técnica de datação de sedimentos por Luminescência Opticamente Estimada, que obtiveram cronologias semelhantes à da Toca do Serrote das Moendas, podem ser citados os trabalhos de Santos (2007), Mutzenberg (2010), Lahaye et al. (2013), Guidon et al. (2018) e Galvão (2019).

No que se refere aos estudos realizados por Santos (2007), por meio de datações de amostras de colúvio do pedimento, foram obtidas idades de 23.900 ± 3.000 anos AP relacionadas ao perfil estratigráfico de 4,8 m de espessura, onde a amostra foi coletada a 1,2 m de profundidade no sítio Toca do Barrigudo. A autora obteve ainda uma idade de 15.800 ± 900 anos AP para um perfil com 4 m de profundidade com amostragem realizada a 80 cm de profundidade no sítio Toca do Gordo do Garrincho. Para estes dois sítios localizados em ambiente de maciço calcário as idades foram interpretadas da seguinte maneira:

A formação desses depósitos quaternários reflete a remobilização dos mantos eluviais de intemperismo, recobertos por vegetação esparsa dos serrotes de mármore. Reflete também a contribuição dos sedimentos vindos da área da Bacia do Parnaíba. Eles foram evacuados por fluxos de detritos gravitacionais não-canalizados, durante enxurradas, fluxos de maior fluidez, do tipo corridas de lama, preenchendo tanto as porções inferiores da encosta quanto as antigas paleodepressões localizadas no seu sopé. Essas paleodepressões são as lapiás, conjunto de incisões formadas pela dissolução do mármore, frente à ação de fluxos de água corrente.” (SANTOS, 2007, p. 94).

Durante os estudos que caracterizaram a sedimentação quaternária na área do vale do Boqueirão da Pedra Furada, Mutzenberg (2010) obteve idade de 23.200 ± 1.850 anos AP para a camada 12 (3,3 m de profundidade) da seção vertical DBPF04, estando de acordo com o autor, a deposição ligada a eventos torrenciais ocorridos no Último Máximo Glacial.

De acordo com os estudos realizados Lahaye et al. (2013) no sítio arqueológico Toca do Tira Peia, o sedimento de uma camada com a presença de vestígios líticos foi datado em 20.000 ± 1.500 anos AP, indicando uma ocupação humana pleistocênica para este sítio. Da mesma forma que Guidon et al. (2018) também reforça indiretamente a ocupação humana pleistocênica na região, quando demonstra que sedimentos que recobrem os ossos da paleofauna associados a vestígios líticos forneceram uma idade de 17.000 anos AP através de datação por LOE.

Galvão (2019), a partir do estudo da evolução do paleoambiente e da paisagem no sudeste do Piauí, obteve no Sítio do Meio uma idade de 21.760 ± 4.580 anos AP (2,7 m de profundidade) para a deposição de uma camada relacionada ao Último Máximo Glacial.

Em um cenário que extrapola a região da Serra da Capivara e abrange o semiárido nordestino, pesquisas realizadas por Santos (2007), Silva (2007), Mutzenberg (2007, 2010), Cruz et al. (2009), Galvão (2019) e Fonsêca et al. (2020) indicam deposições de sedimentos relacionadas a eventos esporádicos de alto aporte pluviométrico ocorridos no Último Máximo Glacial.

No sítio Toca do Serrote das Moendas processos relacionados a períodos de maior umidade geraram a precipitação e cristalização dos carbonatos verificados nos espeleotemas, no recobrimento parcial da superfície de deposição e ainda dentro das camadas do perfil estratigráfico.

Especificamente no que diz respeito aos processos de carbonatação relacionados a períodos secos, foi possível verificar a litificação dos sedimentos causada pela formação de calcretes dos tipos maciço e crosta dura presentes nos perfis estratigráficos do sítio.

A formação destes tipos de calcrete é resultado de um processo de cimentação condicionado por eventos paleoambientais relacionados ao clima semiárido.

Ao longo do pacote sedimentar, presente no sítio, ocorreu primeiramente a precipitação e acumulação do carbonato e posteriormente a formação de calcita microcristalina e/ou

criptocristalina em meio aos sedimentos. Este processo ocorre em função da evaporação das águas saturadas em CaCO_3 .

O reflexo de um clima mais seco na região registrado neste tipo de sítio, envolve uma complexa combinação de fatores, já que o ambiente cavernícola tem sua gênese e evolução ligadas a presença de água, com significativa drenagem subterrânea, fator que, somado a presença da rocha calcária disponibilizou francamente o carbonato em meio ao sedimento.

De acordo com diversos fatores como a morfologia da caverna, a espessura do pacote depositado, os diferentes períodos de deposição, a profundidade da rocha base, combinados com a circulação da água, quer seja por infiltração de forma descendente, quer seja por saturação e capilaridade de forma ascendente, ocorre a formação do calcrete com diferentes graus de cimentação no pacote sedimentar.

De maneira geral, a estratigrafia do sítio apresenta na primeira camada superficial um sedimento friável e pouco compactado, com espessura média de 70 cm sobre o perfil 2 e mais espessa no perfil 1 com aproximadamente 80 cm, dada a topografia mais inclinada e, portanto, mais baixa para o setor 2, onde o aporte de sedimento foi maior.

Em alguns locais onde esta camada alcança a porção de teto rebaixado aparecem resquícios de brechas incrustadas, que foram recobertas por uma formação carbonática. Este contato do teto com o sedimento permitiu uma continuidade das formações carbonáticas dentro da camada 1 formando finos estratos carbonáticos.

Esta primeira camada foi retirada durante as escavações dos setores 2 e 3 (Figura 110) e seus sedimentos são cronoestratigraficamente os mais recentes e correspondem aos fluxos de lama e detritos.

Figura 110 - Setores 2 e 3 após a retirada da camada 1 e topo da camada 2 sendo evidenciado.



Fonte - Acervo Fumdhm.

A camada 2 apresenta-se bastante inclinada no setor 3 e segue espraçando em direção ao setor 2, a sua superfície deve corresponder a continuidade do escoamento que tem origem na parede da caverna e forma o espeleotema do tipo véu de noiva (Figura 111). Quando este escoamento atinge o piso, recobre os sedimentos depositados pelos fluxos de lama e detritos formando um tipo de assoalho calcítico. Esta segunda camada apresenta uma coloração esbranquiçada e é extremamente compacta.

Figura 111 - Escorrimento que tem origem na parede da caverna e forma o espeleotema do tipo véu de noiva.



Fonte - Acervo Fumdam.

Pelo fato desta segunda camada se tratar de uma sedimentação química, sua presença teria afetado o topo da camada 3 subjacente, onde neste contato ocorre a combinação da carbonatação descendente, proveniente do escorrimento, com a carbonatação ascendente do processo de formação do calcrete nas camadas subjacentes formadas por fluxos de lama e detritos. Esta junção de processos teria gerado um tipo de calcrete que corresponde a uma crosta dura, porém a utilização deste termo nesta pesquisa, refere-se à combinação do sedimento químico depositado pelo escorrimento com a cristalização dos carbonatos do calcrete maciço propriamente dito.

A partir da camada 3 até a camada 17 que corresponde a última camada exposta no perfil, as deposições apresentam estratos mais litificados e estratos com menor litificação, demonstrando diferenças de dureza e resistência para a formação das camadas de calcrete maciço. Esta diferenciação no processo de litificação deve estar relacionada a diferentes fases de aporte de fluxos de lama e detritos e ainda com possíveis momentos de esvaziamento de parte destes sedimentos depositados. Esta dinâmica depende do retrabalhamento dos sedimentos de acordo com a circulação interna de água dentro da caverna.

A verificação deste comportamento litificado permite afirmar que as camadas correspondem a formação de um calcrete maciço, refletindo um processo diagenético para os sedimentos que

preencheram os setores 2 e 3 da caverna. O estrato mais litificado corresponde à camada 13 do perfil estratigráfico 1.

No que diz respeito a cronologia de deposição dos fluxos de lama e detritos, as datações de LOE realizadas no perfil 1 e 2, identificam pelo menos dois momentos de deposição ocorridos há 22.670 ± 1.480 anos AP (camada 8 do perfil 1) e 17.650 ± 1.030 anos AP (camada 3 do perfil 2), demonstrando coerência cronológica de acordo com a sucessão de deposições (Tabela 1).

Além da datação dos sedimentos por LOE foram realizadas datações por radiocarbono para verificação dos processos de carbonatação nos sedimentos. Para os dois perfis, as idades obtidas foram de 28.150 ± 130 anos BP para a camada 1A e 19.210 ± 60 anos BP para a camada 13 do perfil 1 e 18.980 ± 60 anos BP para a camada 2 do perfil 2 (Tabela 1).

A datação de 28.150 ± 130 anos BP para a camada 1A, corresponde a um processo de carbonatação que recobre uma antiga brecha na porção de contato entre o teto rebaixado e os sedimentos depositados (Figura 112).

Figura 112 - Antiga brecha na porção de contato entre o teto rebaixado e os sedimentos depositados.



Autoria - Gisele Felice (2021).

A formação desta deposição carbonática sobre os antigos sedimentos de brecha, demonstra que em um período de 28.000 anos a disponibilidade de água era maior indicando um clima mais

úmido. Esta datação permite ainda propor que houve um período de deposição de sedimentos anterior a 28.000 anos, relacionado a existência da própria brecha. É importante deixar claro que, esta datação se refere a um processo deposicional anterior ao da formação do perfil estratigráfico como um todo. Onde ocorreu o acúmulo de sedimentos mais recentes que alcançaram parte do teto rebaixado da caverna, praticamente unindo antigas deposições (brecha) com a deposição mais recente do perfil.

Ainda no que diz respeito as formações carbonáticas e a sua relação com o clima, os dois perfis apresentam um processo de carbonatação e formação do calcrete durante um clima mais seco entre 19.000 e 18.000 anos.

As informações fornecidas pelo perfil 1, indicam que houve um período de deposição relacionado a eventos torrenciais ocorridos a 22.000 anos e posteriormente um período seco registrado na formação do calcrete que teria ocorrido por volta de 19.000 anos.

Quanto a deposição de sedimentos e o processo de carbonatação no perfil 2 é possível notar uma incoerência em relação à camada 3 depositada a 17.000 anos, enquanto a carbonatação da camada 2, que deveria ser posterior a deposição da camada 3, apresenta idade mais antiga de 18.000 anos. Novas amostras precisam ser submetidas a diferentes análises para verificar esta contradição.

7.2.3 Caracterização paleovegetacional

Com o objetivo de buscar indicativos paleovegetacionais para a área do sítio Toca do Serrote das Moendas, foram realizadas análises de isótopos de carbono $\delta^{13}\text{C}$ em três amostras de formações carbonáticas, provenientes das camadas 1A e 13 do perfil 1 e da camada 2 do perfil 2.

Os valores obtidos foram -8,0‰ (camada 1A), -8,8‰ (camada 13) e -1,8‰ (camada 2) (Tabela 1). Considerando que as assinaturas isotópicas para as plantas C3 estão no intervalo de -32 a -20‰, para as plantas C4 entre -17 a -9‰ e para as plantas CAM entre -28 a -10‰, os resultados das três análises estão fora dos intervalos das assinaturas isotópicas.

7.2.4 Formação do registro paleontológico e arqueológico

No que diz respeito a presença de ossos da paleofauna nos setores 2 e 3 estudados, verificou-se que estes encontram-se dispersos principalmente a partir da decapagem 4, ou seja, a

aproximadamente 30 cm de profundidade e estariam concentrados majoritariamente nas decapagens 8 (*Mylodontidae* e *Dasypodidae*), 12 (*Palaeolama*, *Cervidae*, *Dasypodidae* e *Equidae*) e 17 (*Palaeolama*, *Cervidae* e *Equidae*). A partir desta decapagem esporádicos ossos aparecem na decapagem 21 (*Palaeolama*) e na decapagem 29 (*Palaeolama* e *Tayassuidae*). Estando, portanto, a presença da paleofauna nestes setores associada as camadas de deposição de fluxos de lama e detritos desde o meio da camada 1 até a camada 3.

Para os outros setores mais profundos da caverna uma maior diversidade e quantidade de ossos foi encontrada, estando inclusive alguns dos ossos em conexão anatômica (Figura 113), o que indica o carreamento tanto de ossos quanto de animais durante os fluxos de lama e detritos.

Figura 113 - Ossos da paleofauna em conexão anatômica evidenciados no setor 1.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Os vestígios arqueológicos encontrados no sítio Toca do Serrote das Moendas, são constituídos por gravuras, pinturas de cor preta, fragmentos de cerâmica, ossos humanos e materiais líticos, tendo sido considerados para esta pesquisa apenas os vestígios relacionados as deposições dos sedimentos dos setores 2 e 3, para a proposta de formação do registro arqueológico.

O material lítico (Figuras 18 a 21) ocorre desde a superfície até uma profundidade de aproximadamente 70 cm na decapagem 10 somando 53 peças, das quais 31 aparecem da superfície até a 4ª decapagem, apenas 1 na 5ª decapagem e 21 peças distribuídas entre as decapagens 6 e 10. A frequência do aparecimento destes materiais líticos coincide com a

ocorrência da cerâmica nas primeiras decapagens da camada 1 e a partir da 6ª decapagem os líticos estariam associados aos três esqueletos humanos encontrados no sítio.

Os vestígios cerâmicos que aparecem nos setores 2 e 3 somam um quantitativo de 562 fragmentos, dos quais 327 foram encontrados em superfície, 188 na 1ª decapagem (Figura 114) e 35 na 2ª decapagem (Figura 115), enquanto os 12 fragmentos restantes aparecem até a 6ª decapagem.

Figura 114 - Fragmentos de cerâmica evidenciados na decapagem 1 dos setores 2 e 3.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 115 - Fragmentos de cerâmica evidenciados na decapagem 2 do setor 2.



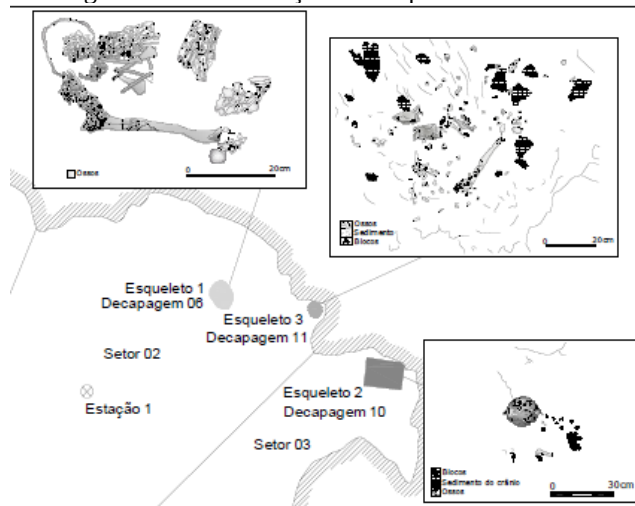
Fonte - Acevo Fumdam.

A diminuição gradual da ocorrência destes vestígios conforme as decapagens são aprofundadas em subsuperfície, pode demonstrar que a ocupação ceramista ocorreu em superfície e que os fragmentos teriam atingido as decapagens principalmente 1, 2 e 3 em função de processos pós-deposicionais relacionados a pisoteamento e uma curta remobilização dos sedimentos da superfície.

De acordo com Guidon et al., (2009) dois fragmentos de cerâmica localizados no setor 2 nos primeiros 15 cm decapados, foram datados por Termoluminescência (TL) no Laboratório de Cristais Iônicos e Datação (LACIFID) do Instituto de Física da USP, fornecendo idades de 4.891 e 4.076 anos AP, o que permite indicar a idade de 4.000 anos para ocupação ceramista.

Ainda no que diz respeito a presença de materiais arqueológicos em subsuperfície, foram encontrados três esqueletos humanos incompletos, que aparecem localizados a partir da sexta decapagem em uma profundidade de aproximadamente 50 cm (esqueleto 1), na décima decapagem (esqueleto 2) e na décima primeira decapagem (esqueleto 3), estes dois últimos em uma profundidade de aproximadamente 75 cm (Figura 116).

Figura 116 - Localização dos esqueletos humanos.



Fonte - Guidon et al., (2009, p. 74).

O esqueleto 1 que foi evidenciado na 6ª decapagem (Figuras 27 e 117) poderia ter sua deposição relacionada ao grupo ceramista, considerando que diferenças de compactação no entorno do esqueleto indicam a abertura de cova na camada 1 do depósito. Desta forma, para a realização da atividade de sepultamento a abertura de cova teria gerado uma intrusão feita pelo grupo ceramista nas camadas subjacentes mais antigas.

No que diz respeito a cronologia deste esqueleto de acordo com a lista de datações disponíveis na base de dados da Fumdhm, um molar fragmentado foi datado por radiocarbono fornecendo uma idade de 5.030 ± 30 anos BP (Beta -536530).

Figura 117 - Esqueleto 1 sendo evidenciado no setor 2.



Fonte - Acervo Fumdhm.

A descrição feita por Almeida & Neves (2009) estabelece que os ossos pertenciam a uma criança com idade entre 2 e 4 anos, porém de acordo com os autores junto aos ossos da criança do esqueleto 1, foi identificado um fêmur adulto direito intrusivo que a princípio seria compatível com o esqueleto 3, que foi diagnosticado como adulto.

A ocorrência deste osso de adulto em meio ao esqueleto 1 pode indicar diferentes situações como contemporaneidade entre os esqueletos, que a deposição do esqueleto 1 tenha perturbado uma antiga deposição do esqueleto 3, ou ainda, que agentes pós-deposicionais como pedoturbações e bioturbações tenham afetado os esqueletos.

O esqueleto 3 (Figura 29), por sua vez, de acordo com a contextualização feita por Guidon et al. (2009) estaria depositado na porção próxima de contato de sedimentos com o teto rebaixado, tendo sido recoberto por sedimentos, onde em meio a estes uma fina deposição de carbonato teria sido formada (Figura 118). A datação obtida para esta formação carbonática foi de 13.000 anos, indicando desta forma que o esqueleto 3 poderia ter uma idade mais antiga que o referido carbonato, o que descartaria a possibilidade da sua associação com grupo ceramista.

Figura 118 - Esqueleto 3 recoberto por sedimentos com deposição de carbonato.



Fonte - Acervo Fumdhm.

As informações que dizem respeito ao esqueleto 2 (Figuras 28 e 119), demonstram que também estaria próximo a porção onde a deposição de sedimentos encontra com o teto rebaixado. Entretanto, para este esqueleto que foi diagnosticado como criança, não há registro sobre a formação da deposição de carbonato dentro da camada que o recobriu.

Figura 119 - Esqueleto 2 evidenciado no setor 3.



Fonte - Acervo Fumdhm.

De acordo com Almeida & Neves (2009, p. 90-91) alguns ossos do esqueleto 2 “se mostravam cobertos com um sedimento concrecionado”, da mesma forma que alguns “ossos do esqueleto 3 estavam cobertos por sedimentos concrecionados e soltos”. A presença destas concreções deve estar relacionada a localização próxima a área de percolação de carbonatos, podendo indicar ainda uma certa antiguidade dos sedimentos e dos ossos.

As informações provenientes das escavações arqueológicas não contêm nenhum dado a respeito da presença de estruturas de combustão do tipo fogueiras, o que dificulta o estabelecimento dos níveis de ocupação do sítio, apenas pequenos fragmentos de carvão apareceram dispersos nas decapagens 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 12 nos setores 2 e 3, somando um total de 18 amostras, porém de proveniência incerta.

O pacote de sedimento da camada 1, onde encontram-se os vestígios, foi formado por fluxos de lama e detritos tanto em suas porções mais superficiais pequenas remobilizações ligadas a curtos colúvios. As concentrações diferenciadas dos vestígios arqueológicos no perfil e dentro desta camada, sugerem pelo menos dois momentos de ocupação, o mais antigo que poderia estar ligado a grupos caçadores-coletores e o mais recente ligado aos grupos ceramistas.

A associação segura entre os diferentes vestígios incluindo os ossos de paleofauna, que aparecem esparsos a partir da decapagem quatro, só poderá ser feita mediante um melhor conhecimento a respeito do comportamento dos sedimentos utilizando análises micromorfológicas, comparações tafonômicas e com maior número de datações disponíveis para os perfis já existentes.

Sugere-se ainda, a abertura de novos perfis estratigráficos mais completos para verificar se a camada 1, que foi considerada um único pacote tenha diferenciações de deposição a partir da decapagem 5.

Quanto aos impactos atuais aos quais o sítio arqueológico e paleontológico vem sendo submetido, destacam-se na porção externa a quebra do calcário para a fabricação de cal e a retirada de madeira, atividade que foi suspensa há aproximadamente 20 anos, o desmatamento na área de entorno e o pisoteio direto na superfície do sítio, tanto por pessoas quanto por animais principalmente caprinos.

7.3 ENFOQUE MICRO - CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO ESTRADA DA LAGOA DO ALDEMAR

Para o estudo com enfoque micro do sítio arqueológico Estrada da Lagoa do Aldemar, assim como para os demais sítios desta pesquisa, analisou-se o perfil estratigráfico para o qual foram definidas nove camadas, sendo que a camada 9 corresponde a uma intrusão que aparece relacionada as camadas 1 e 2 (Figura 120).

Figura 120 - Perfil Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



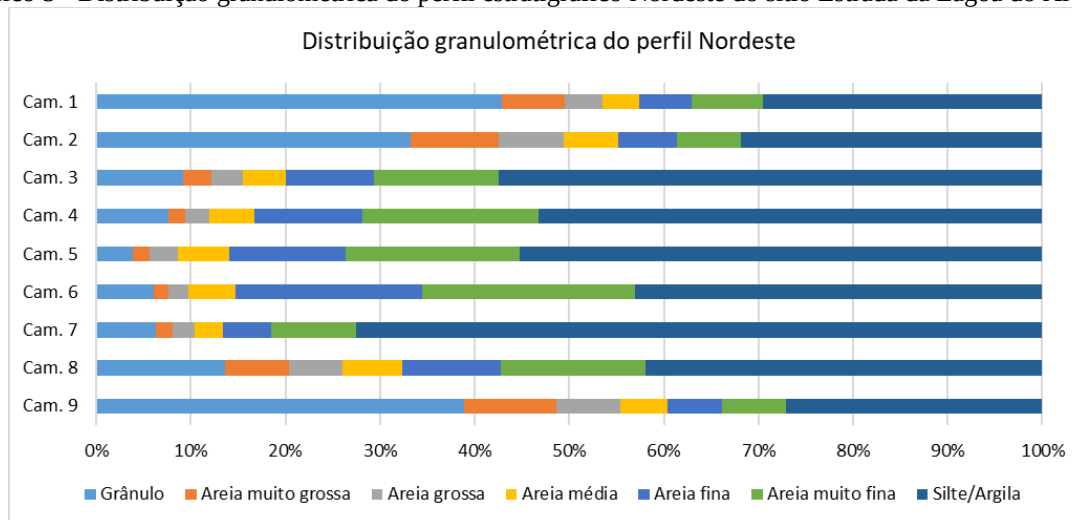
Autoria - Gisele Felice (2019).

A seção estratigráfica apresenta 2,5 m de espessura e não corresponde ao perfil completo, pois a base rochosa não foi alcançada, portanto, o pacote total de camadas que compõem a estratigrafia é ainda desconhecido. As análises tiveram como foco principal o estudo sedimentológico, mais precisamente as frações granulométricas das nove camadas.

7.3.1 Caracterização sedimentológica

O resultado destas análises permitiu verificar que no perfil estratigráfico denominado de Nordeste, as frações granulométricas variam entre grânulo, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte/argila, conforme demonstra o gráfico 5.

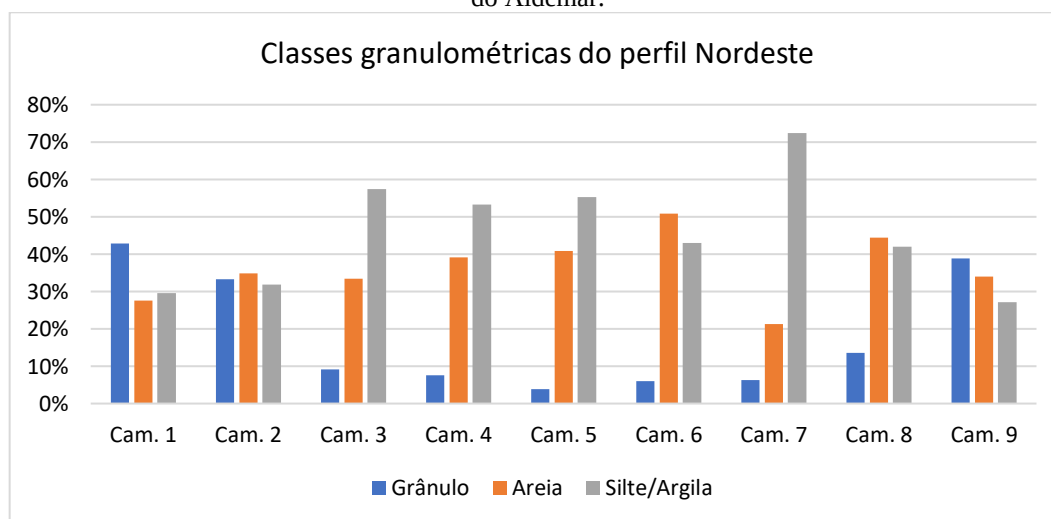
Gráfico 5 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

As classes granulométricas apresentam a seguinte predominância por camada (Gráfico 6): camada 1 grânulo (42%), camada 2 areia (34%), camada 3 silte/argila (57%), camada 4 silte/argila (53%), camada 5 silte/argila (55%), camada 6 areia (50%), camada 7 silte/argila (72%), camada 8 areia (44%) e camada 9 grânulo (38%).

Gráfico 6 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

O grânulo aparece de forma predominante nas camadas 1 e 9, sendo que a camada 9 é uma intrusão com material proveniente das camadas 1 e 2, apresentando características semelhantes a estas camadas. O grânulo aparece ainda presente em todas as camadas, porém em menores proporções, sendo que a menor delas é na camada 5 (Gráfico 6).

Analisando a fração areia presente nas camadas, verifica-se que ela aparece em maior proporção na camada 6 seguida pela camada 8 e em menor proporção na camada 7, intermediária destas.

O fato da camada 2 apresentar uma proporcionalidade de frações é coerente com a sua localização de contato com a camada 1, o que permite a influência desta camada sobreposta, ao mesmo tempo que a sua formação equivale ao processo pedogenético das camadas subjacentes.

A fração fina formada por silte/argila predomina nas camadas 3, 4, 5 e 7, demonstrando aumento dos materiais finos nestas camadas intermediárias. A camada 7 é a que apresenta uma maior concentração de material de granulometria fina (Gráfico 6), podendo estar associada a um período de inundação mais duradouro e/ou a saturação do ambiente.

De modo geral, para os sedimentos do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar predominam as frações silte/argila e areia, com variação expressiva entre estas classes ao longo do perfil, quando comparadas com a classe grânulo, com exceção da camada 7, onde observa-se um pico bem acentuado na classe silte/argila (Gráfico 6).

A análise granulométrica forneceu dados sobre as seguintes variáveis: classificação, seleção, assimetria e curtose segundo os parâmetros de Shepard (1954) e Folk & Ward (1957), onde a matriz dos sedimentos foi classificada em areia argilosa, argila ou argilito e areia argilosa (Quadro 12).

Quadro 12 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose dos sedimentos do perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.

Etiqueta	Camada	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose
237014	1	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237013	2	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237012	3	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237009	4	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237007	5	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237006	6	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica

237002	7	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237001	8	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
237015	9	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

Os resultados dos parâmetros sedimentológicos indicam baixa energia hidrodinâmica atuante na formação dos sedimentos, de acordo com o diagrama Pejrup (1988) (Figura 121) e os dados de curtose, muito platicúrtica, para todas as camadas indicam curta movimentação dos mesmos. A seleção demonstra sedimentos extremamente mal selecionados, com exceção das camadas 5 e 6, onde aparecem muito bem selecionados (Quadro 12).

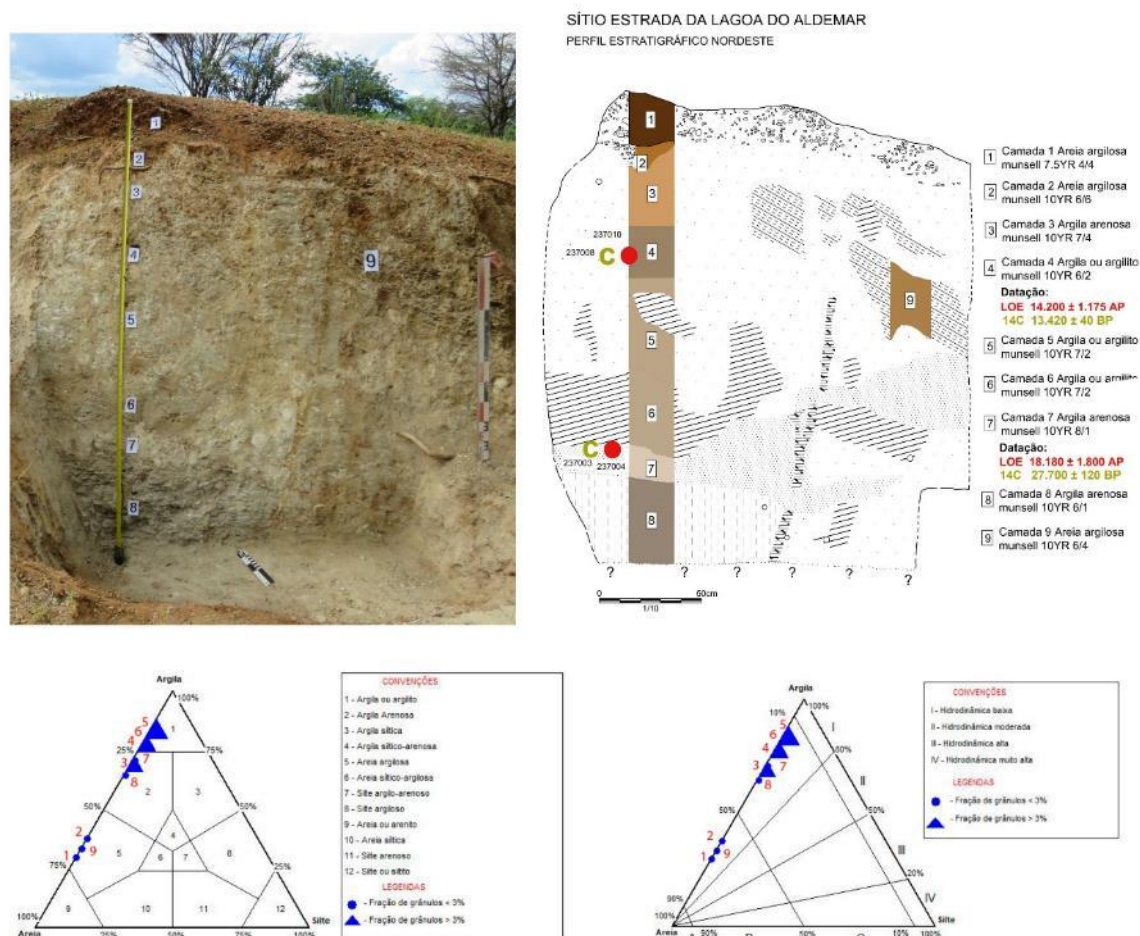
Quanto a assimetria, todas as amostras apresentam valores positivos, indicando fluxo unidirecional (Quadro 12). Para o contexto do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, pode-se sugerir uma formação em ambiente fluvial de baixa energia ou em fase lacustre. Portanto, os dados de energia hidrodinâmica, curtose e assimetria são coerentes com a natureza granulométrica da formação sedimentar.

O pacote sedimentar, de modo geral, é pouco compactado e as camadas de acordo com o diagrama de Shepard (1954), são compostas por textura como areia argilosa (camadas 1, 2 e 9), argila arenosa (camadas 3, 7 e 8) e argila ou argilito (camadas 4, 5 e 6). As cores, verificadas com as amostras umedecidas de acordo com o código Munsell variam entre acastanhada, amarelada acastanhada, marrom claro, cinza acastanhado claro, cinza claro, esbranquiçada e cinzenta (Figura 121). Uma diferenciação nítida foi verificada em campo, apenas para as camadas 1 e 9, onde foram observados fragmentos de laterita, de micaxisto e de quartzo em meio a uma matriz de coloração avermelhada ou acastanhada, provavelmente resultante da presença de ferro.

As análises granulométricas permitiram confirmar que a camada 1 do pacote estratigráfico corresponde ao pedimento dissecado, seguido pela formação de calcrete pedogênico.

Durante as observações de campo e os estudos realizados em laboratório, com exceção da camada 1, foram verificados nódulos pulverulentos de tamanhos variando entre 0,7 e 4,2 cm, presentes nas demais camadas do perfil estratigráfico, demonstrando se tratar de um calcrete pulverulento com a presença de nódulos também pulverulentos.

Figura 121 - Síntese das análises do perfil Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.



Elaboração - Ariclens Santos e Andréia Macedo.

7.3.2 Caracterização geocronológica

Para o conhecimento cronoestratigráfico do perfil Nordeste, foram realizadas duas datações por LOE e duas datações por radiocarbono. As datações de LOE tiveram por objetivo conhecer a cronologia dos eventos de deposição e/ou formação dos sedimentos, enquanto as datações de radiocarbono tiveram por objetivo conhecer a cronologia dos processos de carbonatação no ambiente e ainda obter informações através dos isótopos de carbono sobre a paleovegetação.

As camadas escolhidas para amostragem por LOE foram a 4 e a 7, com profundidades em relação a superfície de aproximadamente 80 cm e 1,75 m respectivamente.

A camada 4, forneceu uma idade de 14.200 ± 1.175 anos AP (Tabela 2) tendo sido formada no final do Pleistoceno e corresponde a um dos estratos do calcrete pedogênico. É caracterizada

por um sedimento argiloso, extremamente mal selecionado, assimetria muito positiva e curtose muito platicúrtica.

A camada 7, datada em 18.180 ± 1.800 anos AP (Tabela 2), está possivelmente ligada a eventos ocorridos no Último Máximo Glacial. Assim como a camada 4 é um dos estratos do calcrete pedogênico, sendo caracterizada por sedimento argiloso, extremamente mal selecionado, assimetria muito positiva e curtose muito platicúrtica, podendo estar associada a inundações mais duradouras do local.

As idades de 18.180 ± 1.800 anos AP e 14.200 ± 1.175 anos AP, estão relacionadas respectivamente ao Último Máximo Glacial e ao final do Pleistoceno. Portanto, trata-se de uma formação estabelecida no Pleistoceno com intervalo de 4.000 anos entre estas duas camadas datadas.

Dentre as pesquisas realizadas na região do Parque Nacional Serra da Capivara com aplicação da técnica de Luminescência Opticamente Estimulada, para datação de sedimentos que obtiveram cronologias semelhantes à Estrada da Lagoa do Aldemar, podem ser citados os trabalhos de Mutzenberg (2010) e Galvão (2019).

Na caracterização da sedimentação quaternária na área do vale do Boqueirão da Pedra Furada, Mutzenberg (2010), obteve idade de 19.200 ± 4.200 anos AP para a camada 8 (2,2 m de profundidade) da seção vertical DBPF04, interpretada pelo autor como relacionada a ocorrência cíclica de tempestades de alta energia em período mais frio e seco.

Galvão (2019), em dois sítios arqueológicos pesquisados a partir do estudo da evolução do paleoambiente e da paisagem no sudeste do Piauí, obteve datações próximas às obtidas nesta pesquisa para o sítio Estrada da Lagoa do Aldemar. Os sítios analisados pelo referido autor apresentam as seguintes cronologias para a deposição de sedimentos: Toca do Gongo III com idade de 13.500 ± 2.220 anos AP (80/90 cm de profundidade) e Sítio do Meio com 20.400 ± 3.375 anos AP (220/230 cm de profundidade), o autor interpreta que a deposição da camada do Sítio Toca do Gongo III está relacionada ao Younger Dryas, caracterizado como um momento rápido de resfriamento e grande aporte pluviométrico concentrado em episódios. E a deposição da camada do Sítio do Meio de acordo com o autor está associada ao Último Máximo Glacial com condições climáticas mais secas e frias.

Tabela 2 - Correlação dos dados sedimentológicos, geocronológicos e paleovegetacionais obtidos para o perfil estratigráfico Nordeste do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.

Sítio Estrada da Lagoa do Aldemar									
Perfil Nordeste	Amostra	Prof. da amostra	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose	Idade LOE (Formação da camada)	Idade ¹⁴ C (Processo de carbonatação)	δ ¹³ C (Paleovegetação)
	Camada 4	80 cm	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	14.200 ± 1.175 AP	13.420 ± 40 BP	-8,3
	Camada 7	1,75 m	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	18.180 ± 1.800 AP	27.700 ± 120 BP	-9,0 (C4)

Elaboração Andréia Macedo (2023).

Na área do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar os processos pedogenéticos geraram o calcrete pulverulento com presença de nódulos pulverulentos, que pelo fato de ser uma formação carbonática, permitiu a utilização da técnica de radiocarbono para verificar idades do processo de carbonatação.

As mesmas camadas 4 e 7 datadas por LOE, foram submetidas a análises radiocarbônicas e forneceram cronologias de 13.420 ± 40 anos BP (não calibrada) e de 27.700 ± 120 anos BP (não calibrada) respectivamente (Tabela 2). Estas idades demonstram um longo processo pedogenético Pleistocênico para a formação do calcrete.

A camada 7 estabelecida há 18.180 ± 1.800 anos AP apresenta um processo de carbonatação de 27.700 ± 120 anos BP. Pelo fato do processo de carbonatação ser tão mais antigo que a formação da camada, supõem-se que o desenvolvimento pedogenético ascendente tenha trazido carbonatos de camadas mais profundas para o nível de 18.000 anos, o que pode demonstrar uma saturação de água neste ambiente, relacionado a um evento esporádico pluvial que teria sido seguido por um clima seco, já que este último é o fator desencadeador da formação de calcrete.

Portanto, a carbonatação de 27.000 anos em uma camada datada em 18.000 anos, pode ser resultado de uma redistribuição vertical ascendente por capilaridade do carbonato de cálcio. De qualquer modo, a pesquisa sobre a incoerência cronológica precisa ser aprofundada através da abertura de uma sondagem que atinja a rocha sã e a realização de novas datações LOE e radiocarbono para todas as camadas do perfil.

De acordo com Candy & Black, 2009; Yanrong et al., 2018, os calcretes pedogênicos podem refletir o acúmulo de carbonato em perfis de solo por meio de uma variedade de processos, principalmente gerados por mecanismos descendente e ascendente. Esta colocação dos autores demonstra a complexidade da dinâmica de formação e evolução dos calcretes e a consequente necessidade de busca de novos dados para gerar informações com maior grau de confiabilidade.

A camada 4 formada há 14.200 ± 1.175 anos AP, apresentou uma idade de 13.420 ± 40 anos BP para o processo de carbonatação, resultando em uma coerência cronológica para este nível e relacionando um provável momento de clima mais seco no Pleistoceno final.

7.3.3 Caracterização paleovegetacional

No intuito de realizar também a caracterização da paleovegetação a partir da distinção de plantas com ciclo fotossintético C3, C4 e CAM por meio dos isótopos de $\delta^{13}\text{C}$, foram realizadas análises em duas amostras de sedimento provenientes das camadas 4 e 7, do perfil estratigráfico Nordeste do Sítio Estrada da Lagoa do Aldemar.

Em relação a caracterização da paleovegetação os valores obtidos foram -8,3‰ para a camada 4 e -9,0‰ para a camada 7 (Tabela 2). O resultado da camada 4 está fora dos valores das assinaturas isotópicas, não podendo ser utilizado para interpretação, apenas o valor da camada 7 pode ser considerado e indica a presença de plantas com ciclo fotossintético C4, caracterizadas por gramíneas, o que reflete um ambiente de vegetação aberta e clima quente.

Portanto, os dados da paleovegetação estão em sintonia com o período de carbonatação da camada 7, que teria ocorrido há 27.700 ± 120 BP, indicando um período de clima mais seco.

De modo geral, com o estudo sedimentológico do perfil deste sítio, pode-se propor uma cronoestratigrafia, onde a camada superficial seria alóctone formada pelo pedimento dissecado em períodos posteriores a 14.000 anos, que recobre o calcrete pedogênico autóctone subjacente.

A cronologia do processo de carbonatação indica pelo menos dois momentos de semiaridez, o mais antigo ocorrido há 27.000 anos e o mais recente há 13.000 anos. Conforme proposto anteriormente, os carbonatos de 27.000 anos teriam se deslocado de forma ascendente e se alojado em meio a camada formada há 18.000 anos.

7.3.4 Formação do registro arqueológico

No que diz respeito a formação do registro arqueológico verificou-se que os vestígios aparecem em superfície (figura 122) e em subsuperfície, ocorrendo no máximo até 15 cm de profundidade em relação ao solo atual (Figuras 123 e 124).

Figura 122 - Vestígios líticos em meio ao pavimento detrítico em superfície.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 123 - Estrutura de fogueira evidenciada em subsuperfície.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 124 - Escavação e retirada dos sedimentos que recobriam a estrutura de fogueira.



Fonte - Acervo Fumdam.

A fogueira encontrada *in situ* e parcialmente recoberta por sedimentos (Figura 125) indica primeiro uma ocupação sobre o pedimento, que de acordo com os processos pós-deposicionais teria sido posteriormente total ou parcialmente recoberta pela remobilização local de sedimentos, deslocados principalmente através de curtos colúvios ocorridos na porção suavemente inclinada da vertente, associados ainda a um transporte pluvial dos sedimentos, que teriam depositado a camada de no mínimo 15 cm de espessura sobre os vestígios. Estes por sua vez, sofreram tanto exumação quanto possíveis deslocamentos relacionados a combinação da gravidade e da inclinação da vertente. Os processos erosivos têm exumado e/ou destruído parte do sítio expondo os materiais, quer seja parcialmente como a fogueira, quer seja totalmente como os líticos encontrados em superfície.

Figura 125 - Fogueira in situ recoberta por sedimentos.



Fonte - Acervo Fumdam.

Os impactos atuais causados pelas atividades antrópicas como a abertura e manutenção da estrada com maquinário, o tráfego de veículos, a retirada de cobertura vegetal, a implantação das roças, o pastoreio e o pisoteamento da área, têm acelerado os processos erosivos e consequentemente perturbado o sítio. Tal perturbação é demonstrada pela presença de alguns materiais líticos nitidamente deslocados para o interior das ravinas.

Ainda no que diz respeito as verificações de subsuperfície, utilizando como referência a sondagem 2 realizada no sítio, observa-se que esta expôs um perfil com 80 cm de espessura do pedimento dissecado (126), onde a partir desta profundidade aparece o calcrete (Figura 127). Durante as escavações e conforme as análises dos perfis da sondagem, observou-se que vestígios arqueológicos não foram evidenciados em subsuperfície nesta porção do sítio.

Figura 126 - Sondagem 2 expondo o perfil de pedimento dissecado.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 127 - Sondagem 2 expondo o calcrete subjacente ao pedimento dissecado.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Com os dados e informações obtidas nesta pesquisa é possível afirmar que a ocupação humana pré-histórica do sítio a céu aberto Estrada da Lagoa do Aldemar, tenha ocorrido em períodos posteriores há 14.000 anos, de acordo com a idade da camada 4 submetida a datação de LOE.

Ainda quanto a cronologia do sítio, a ausência de cerâmica e materiais líticos polidos pode sugerir que o mesmo tenha sido ocupado por grupos pré-ceramistas de caçadores-coletores, em períodos anteriores há 4.000 anos. Porém uma afirmação categórica sobre a ocupação de grupos pré-ceramistas, não pode ser baseada apenas na ausência de vestígios cerâmicos, pois é possível que o sítio tenha sido um local ligado a uma atividade específica relacionada a elaboração de materiais líticos, atestada pela presença de grande quantidade de núcleos e lascas, podendo estar relacionado tanto a grupos pré-ceramistas quanto a grupos ceramistas.

Pelo fato das datações disponíveis abarcarem um longo intervalo de tempo, sabe-se que novas datações de LOE da camada 2 e 1, podem diminuir o intervalo de tempo e aproximar a cronologia da ocupação para idades mais recentes de forma mais segura.

A ocupação humana do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar esteve diretamente relacionada à existência de recursos hídricos para obtenção de água e consequentemente a possibilidade de caça e pesca, além da presença de matérias-primas disponíveis para elaboração de materiais líticos, tendo sido, portanto, a subsistência o principal fator de motivação para ocupação do lugar.

7.4 ENFOQUE MICRO - CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO DO SÍTIO LAGOA DOS PORCOS

Para o estudo com enfoque micro do sítio arqueológico Lagoa dos Porcos, assim como para os demais sítios anteriormente apresentados, analisou-se o perfil estratigráfico 4 para o qual foram definidas seis camadas (Figura 128).

Figura 128 - Perfil estratigráfico 4, sítio Lagoa dos Porcos.



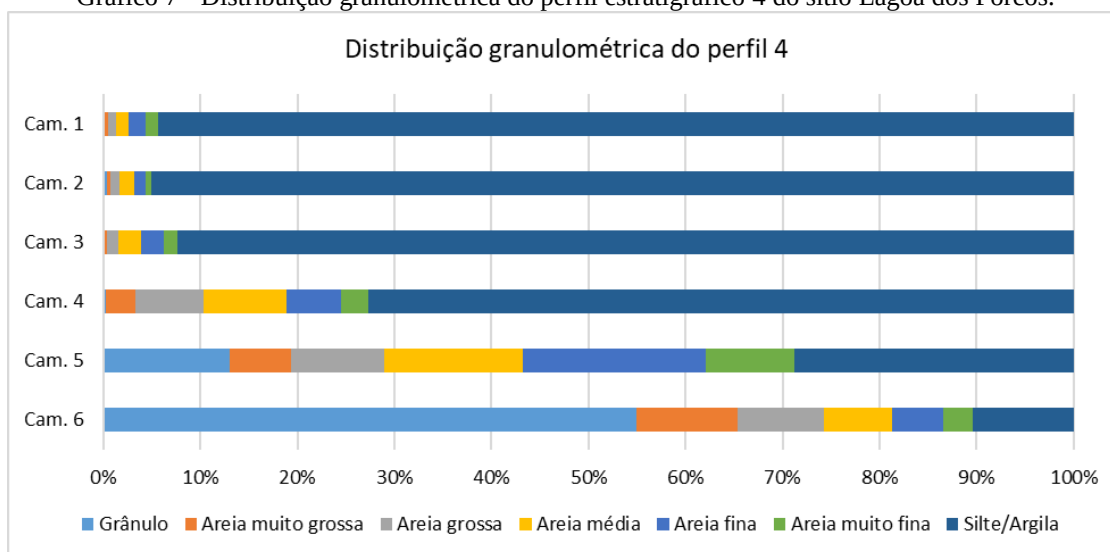
Fonte - Acervo Fumdhm.

A seção estratigráfica apresenta 2,5 m de espessura correspondendo ao perfil completo, pois o saprólito foi alcançado. As análises tiveram como foco principal o estudo sedimentológico, mais precisamente as frações granulométricas das seis camadas.

7.4.1 Caracterização sedimentológica

O resultado destas análises permitiu verificar que no perfil estratigráfico 4, as frações granulométricas variam entre grânulo, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e silte/argila, conforme demonstra o gráfico 7.

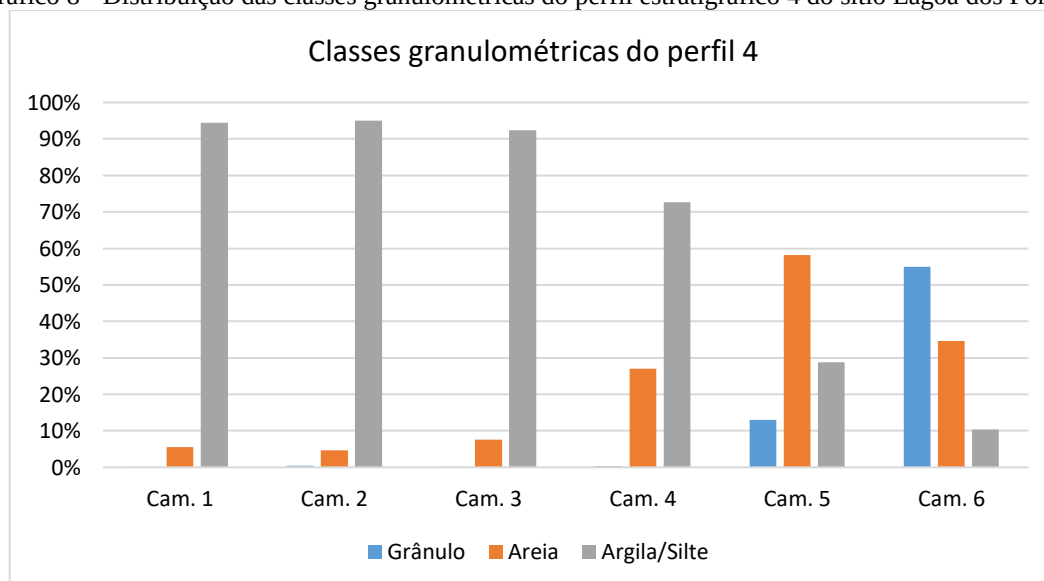
Gráfico 7 - Distribuição granulométrica do perfil estratigráfico 4 do sítio Lagoa dos Porcos.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

As classes granulométricas apresentam a seguinte predominância por camada (Gráfico 8): camada 1 argila/silte (94%), camada 2 argila/silte (95%), camada 3 argila/silte (92%), camada 4 argila/silte (72%), camada 5 areia (58%) e camada 6 grânulo (54%).

Gráfico 8 - Distribuição das classes granulométricas do perfil estratigráfico 4 do sítio Lagoa dos Porcos.



Elaboração - Andréia Macedo (2022).

A classe grânulo está minimamente presente nas camadas 1, 2, 3 e 4, apresentando valores entre 0,040 à 0,392%, que pelo fato de serem valores menores que 1%, não aparecem no gráfico 8.

A classe predominante é argila/silte, estando presente em todas as camadas assim como a areia, enquanto o grânulo aparece de forma mais expressiva apenas nas camadas 5 e 6, nesta última em maior porcentagem. A distribuição das classes demonstra que para as camadas 1, 2, 3 e 4 a sedimentação/deposição ocorreu em ambiente de menor energia, portanto, de forma mais lenta, enquanto para as camadas 5 e 6 a maior quantidade de grânulos demonstra maior energia hidroambiental.

Para as camadas 1, 2, 3 e 4 observa-se a predominância da fração argila/silte. Mendes (2016, p. 25) considera que “o aumento da quantidade de argila pode ser atribuído à redução da circulação e/ou vazão da água nas drenagens, o que, por sua vez, estaria ligado a diminuição na precipitação”.

A análise granulométrica forneceu dados sobre as seguintes variáveis: classificação, seleção, assimetria e curtose segundo os parâmetros de Shepard (1954) e Folk & Ward (1957), onde de forma geral predomina a classificação argila ou argilito para a matriz dos sedimentos (Quadro 13).

Quadro 13 - Parâmetros estatísticos quanto à classificação, seleção, assimetria e curtose dos sedimentos do perfil estratigráfico 4 do sítio Lagoa dos Porcos.

Etiqueta	Camada	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose
183462	1	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
183459	2	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
183456	3	Argila ou argilito	Muito bem selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
183455	4	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
183448	5	Argila arenosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica
183447	6	Areia argilosa	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica

Elaboração - Andréia Macedo (2022).

O resultado dos parâmetros estatísticos da matriz das amostras referente a hidrodinâmica indica baixa energia atuante na deposição dos sedimentos, de acordo com o diagrama Pejrup (1988) (Figura 129). No que diz respeito a seleção, os sedimentos das camadas 1 e 3 são muito bem selecionados enquanto para as camadas 2, 4, 5 e 6 são extremamente mal selecionados. Em relação aos dados de curtose, para todas as camadas o resultado demonstra ser muito platicúrtica, indicando movimentação curta dos sedimentos. A assimetria gerou valores positivos para todas as amostras analisadas, constatando um fluxo unidirecional (Quadro 13).

A presença de grânulos e maiores quantidades de areia nas camadas 5 e 6, demonstra uma maior energia hidroambiental para a deposição destas duas camadas mais profundas, enquanto as camadas sobrepostas 4, 3, 2 e 1 foram formadas em um ambiente de menor energia hidroambiental.

Através da análise do gráfico de classes granulométricas (Gráfico 8) é possível verificar uma coerência entre a energia do ambiente e a deposição dos sedimentos, demonstrada pelo aumento gradativo das frações granulométricas em direção a base do perfil, onde para as camadas 1, 2 e 3 a energia hidroambiental foi menor, a camada 4 apresenta-se como uma transição para as duas camadas subjacentes com maior energia hidroambiental. Esta diferença é ainda demonstrada pela presença nas camadas 5 e 6, de clastos constituídos por fragmentos de gnaiss, ossos da paleofauna, peças líticas e eventuais matações de quartzito depositados na camada 5 e em meio ao saprólito da camada 6.

Portanto, para o contexto estratigráfico da Lagoa dos Porcos, os sedimentos e clastos encontrados nas camadas 6 e 5 foram submetidos a episódios torrenciais de alta competência de transporte e deposição. Enquanto, a formação das camadas 4, 3, 2 e 1 está associada majoritariamente a eventos pluviais somados ao colúvio.

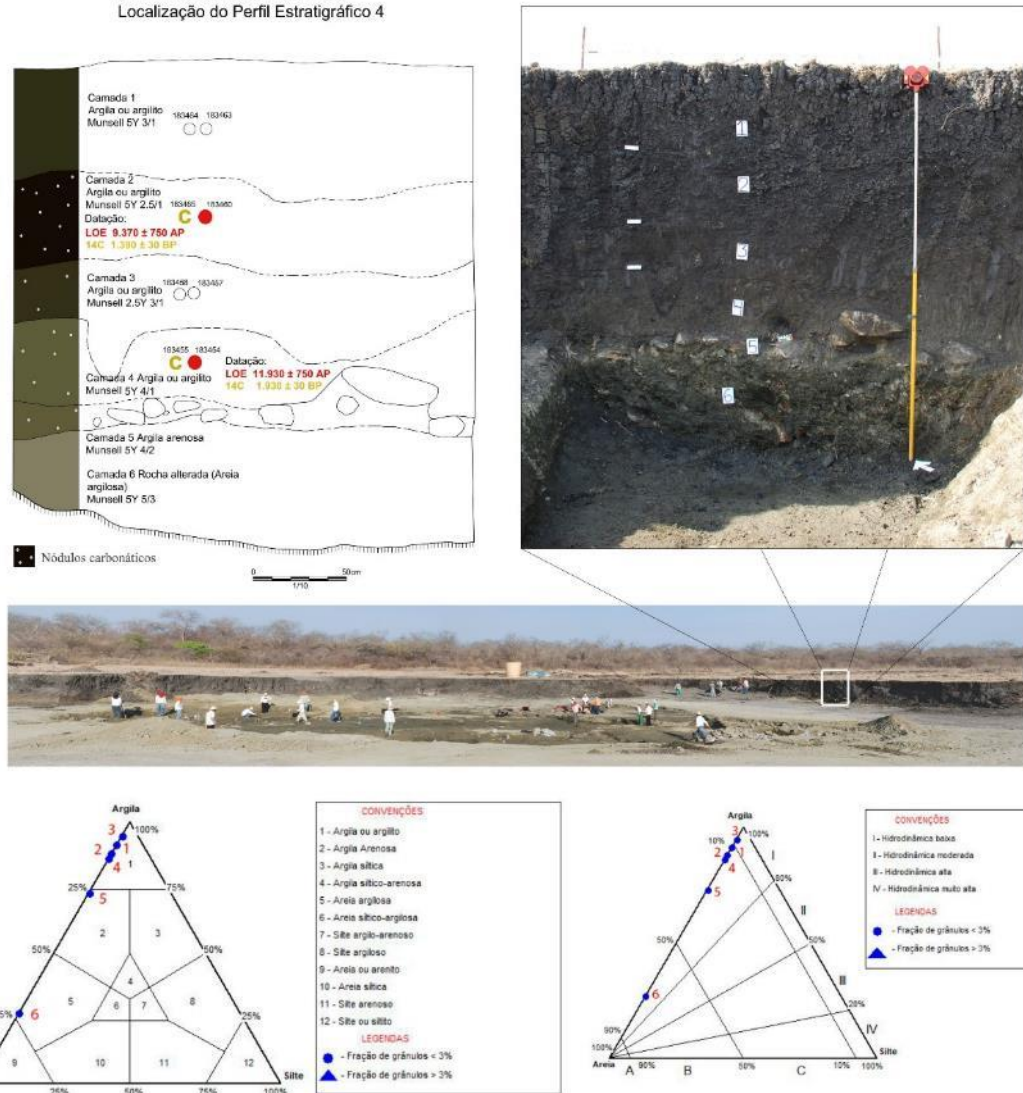
O pacote sedimentar, de modo geral, é razoavelmente compactado e as camadas de acordo com o diagrama de Shepard (1954), são compostas por textura como argila ou argilito (camadas 1, 2, 3 e 4), argila arenosa (camada 5) e areia argilosa (camada 6). As cores, verificadas com as amostras umedecidas de acordo com o código Munsell variam entre cinza muito escuro, cinza escuro e cinza esverdeado (Figura 129).

Os sedimentos que colmatam a lagoa são encimados por um vertissolo de coloração escura, rico em matéria orgânica, onde são observadas gretas de dissecação comuns neste tipo de solo no semiárido, estando a ocorrência do mesmo relacionada ao microambiente da própria lagoa.

No que diz respeito ainda a caracterização dos elementos que compõem a estratigrafia da Lagoa dos Porcos, de acordo com as observações de campo e as análises realizadas em laboratório, foi verificada a presença de nódulos carbonáticos endurecidos nas camadas 2, 3, 4 e 5 do pacote sedimentar. Aparecendo estes nódulos com maior frequência na camada 2, ainda razoavelmente frequentes na camada 4 e esporádicos nas camadas 3 e 5 (Figura 129). As características morfológicas destas formações carbonáticas apresentam formas predominantemente

arredondadas seguidas de alongadas e irregulares, de pequenas dimensões com tamanhos variando entre 1 e 2 cm. A presença deste tipo de nódulo viabiliza a datação referente ao período de carbonatação.

Figura 129 - Síntese das análises do perfil 4 do sítio Lagoa dos Porcos.
SÍTIO LAGOA DOS PORCOS
Localização do Perfil Estratigráfico 4



Fonte - Acervo Fumdhm, adaptado por Andréia Macedo e Ariclendes Santos.

7.4.2 Caracterização geocronológica

Para o conhecimento cronoestratigráfico do sítio Lagoa dos Porcos, da mesma forma que para os sítios Toca do Serrote das Moendas e Estrada da Lagoa do Aldemar anteriormente apresentados, foram realizadas duas datações por LOE, duas datações por radiocarbono e análises dos isótopos de carbono.

As amostras para as quais foi utilizada a técnica de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) são provenientes das camadas 2 e 4, com profundidades em relação a superfície de aproximadamente 85 cm e 1,60 m respectivamente, tendo sido obtidas as idades de 9.370 ± 750 anos AP e 11.930 ± 750 anos AP (Tabela 3).

Em relação à deposição holocênica, a camada 2 datada em 9.370 ± 750 anos AP (Tabela 3), corresponde a um sedimento argiloso, extremamente mal selecionado com assimetria muito positiva e curtose muito platicúrtica.

A camada 4, datada em 11.930 ± 750 anos AP (Tabela 3), foi depositada na transição Pleistoceno/Holoceno e assim como a camada 2, refere-se a um sedimento argiloso, extremamente mal selecionado com assimetria muito positiva e curtose muito platicúrtica.

Quanto aos processos deposicionais, as idades de 11.930 ± 750 anos e 9.370 ± 750 anos AP obtidas para o sítio Lagoa dos Porcos, demonstram diferentes momentos deposicionais com intervalo de 2.560 anos entre as camadas datadas, relacionados a transição Pleistoceno/Holoceno e ao Holoceno respectivamente.

As cronologias publicadas por Guidon et al. (2019) que obtiveram idades de 1.950 ± 60 anos AP (LOE), 7.430 ± 40 anos BP (radiocarbono) e 17.000 ± 500 anos AP (LOE) para o sítio Lagoa dos Porcos, complementadas às novas cronologias obtidas nesta pesquisa, demonstram coerência quanto a sequência de deposição dos sedimentos e possibilitam reforçar que a formação deste sítio está relacionada aos períodos Pleistoceno e Holoceno.

Tabela 3 - Correlação dos dados sedimentológicos, geocronológicos e paleovegetacionais obtidos para o perfil 4 do sítio Lagoa dos Porcos.

Sítio Lagoa dos Porcos									
Perfil 4	Amostra	Prof. da amostra	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose	Idade LOE (Formação da camada)	Idade ¹⁴ C (Processo de carbonatação)	δ ¹³ C (Paleovegetação)
	Camada 2	85 cm	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	9.370 ± 750 AP	1.390 ± 30 BP	-9,2 (C4)
	Camada 4	1,6 m	Argila ou argilito	Extremamente mal selecionado	Muito positiva	Muito platicúrtica	11.930 ± 750 AP	1.930 ± 30 BP	-11,8 (C4)

Elaboração - Andréia Macedo (2023).

Dentre as pesquisas realizadas na região do Parque Nacional Serra da Capivara com aplicação da técnica de Luminescência Opticamente Estimulada, para datação de sedimentos que obtiveram cronologias semelhantes à da Lagoa dos Porcos, podem ser citados os trabalhos de Mutzenberg (2010) e Galvão (2019).

Na caracterização da sedimentação quaternária na área do vale do Boqueirão da Pedra Furada, Mutzenberg (2010), obteve idade de 11.700 ± 1.700 anos AP para a camada 7 (2,9 m de profundidade) da seção vertical DBPF01 e 11.300 ± 1.300 anos AP para a camada 4 (2,8 m de profundidade) da seção vertical DBPF03, ambas as deposições foram interpretadas como decorrentes de chuvas torrenciais ligadas a eventos ocorridos no início da transição Pleistoceno/Holoceno.

Galvão (2019), em três sítios arqueológicos pesquisados a partir do estudo da evolução do paleoambiente e da paisagem no sudeste do Piauí, obteve datações aproximadas as de Mutzenberg (2010) e semelhantes as obtidas nesta pesquisa para a Lagoa dos Porcos. Os sítios analisados pelo referido autor apresentam as seguintes cronologias para a deposição de sedimentos: Toca do Gongo III com idade de 11.770 ± 2.740 anos AP (160/170 cm de profundidade), Toca da Janela da Barra do Antônio com 11.700 ± 1.400 anos AP (30/40 cm de profundidade) e Toca do Gordo do Garrincho com idade de 9.500 ± 1.780 anos AP (120/130 cm de profundidade).

Para os sítios Toca do Gongo III e Toca da Janela da Barra do Antônio, Galvão (2019) interpreta que a deposição das camadas datadas está relacionada ao Younger Dryas, caracterizado como um momento rápido de resfriamento e grande aporte pluviométrico concentrado em episódios, enquanto a deposição da camada datada proveniente da Toca do Gordo do Garrincho está associada ao Ótimo Climático, podendo ser relacionada a um período de maior disponibilidade de calor e umidade.

Ainda de acordo com as características verificadas na estratigrafia da Lagoa dos Porcos que apresentam semelhanças com outras lagoas estudadas na região é possível correlacionar a ocorrência de nódulos e concreções carbonáticas em meio ao depósito sedimentar nas lagoas Rasa, do Arroz, do Alegre, do Adamastor e do Sobrado estudadas por Mendes (2016) e ainda na Lagoa do Quari estudada por Parenti et al. (2021).

De acordo com Mendes (2016), as concreções carbonáticas foram evidenciadas em camadas datadas por LOE em 17.300 anos AP para a Lagoa Rasa e 18.900 anos AP para a Lagoa do Adamastor.

Para a Lagoa do Quari de acordo com Parenti et al. (2021), os nódulos carbonáticos foram observados na unidade 4 do setor D, onde duas amostras de matéria orgânica presentes no sedimento desta unidade foram datadas por radiocarbono, fornecendo idades calibradas entre 6.308/6.177 anos BP (1,25 m de profundidade) e 9.944/9.557 anos BP (1,80 m de profundidade).

Considerando a necessidade de maior quantidade de pesquisas que investiguem as cronologias de deposições nos diferentes ambientes da Serra da Capivara e consequentemente uma maior disponibilidade de dados, será possível futuramente agrupar e propor cronologias para os períodos e eventos de deposição nos distintos ambientes da região de forma mais segura. Porém é importante ressaltar de acordo com as idades coincidentes, a existência de períodos deposicionais ocorridos há 11.000 e 9.000 anos antes do presente, provavelmente vinculados com a transição de rápida reumidificação e Ótimo Climático de manutenção da umidade.

Na área do sítio Lagoa dos Porcos mais especificamente no perfil estratigráfico 4, foram encontrados nódulos carbonáticos endurecidos formando um tipo de calcrete. Pelo fato de ser uma formação carbonática, permitiu a utilização da técnica de radiocarbono para verificar idades do processo de carbonatação.

Os nódulos aparecem distribuídos ao longo do perfil desde o final da camada 1 até a camada 5, ocorrendo em maior quantidade na camada 2 seguida pela camada 4. Desta forma foram escolhidos os nódulos das camadas 2 e 4 para serem submetidos as análises radiocarbônicas, estas duas camadas também tiveram amostras de sedimento submetidas a datação de LOE.

As cronologias obtidas para o processo de carbonatação foram de 1.390 ± 30 anos BP (não calibrada) para a camada 2 e de 1.930 ± 30 anos BP (não calibrada) para a camada 4 (Tabela 3). Assim, a formação do calcrete neste sítio está relacionada ao Holoceno recente, com clima semiárido já instalado na região.

Na seção estratigráfica que expôs as camadas de sedimentos que preencheram a Lagoa dos Porcos, a presença dos nódulos carbonáticos reflete a formação de um tipo de calcrete relacionada primeiro com a precipitação de carbonato de cálcio no sedimento hospedeiro,

segundo com a circulação tanto das águas freáticas como das águas pluviais, o que gera combinação de movimentos descendentes por percolação dificultada pela presença da argila e ascendentes por capilaridade. A associação dos diferentes fatores que geraram os nódulos é consequência da sazonalidade do ambiente semiárido, que alterna períodos de saturação do meio pela água e de evapotranspiração da mesma em combinação com os processos pedogenéticos de formação e evolução do vertissolo que preenche a paleolagoa. Portanto, a história dinâmica da lagoa com diferentes fases de disponibilidade de água resulta nos processos de formação do calcrete nodular.

De maneira geral, o perfil estratigráfico 4 apresenta sedimentos grosseiros constituídos por seixos, blocos, calhaus e matacões nas camadas mais profundas, indicando que foram transportados e depositados sob condições torrenciais e posteriormente os sedimentos finos em momentos de menor energia hidroambiental foram depositados por decantação em águas paradas ou em movimento lento com influências das águas pluviais. Enquanto, a formação do calcrete nodular nestes sedimentos marca um período de clima semiárido, em condições de estabilidade.

7.4.3 Caracterização paleovegetacional

As análises dos nódulos carbonáticos permitiram ainda a obtenção de dados para a caracterização da paleovegetação da Lagoa dos Porcos.

Os valores obtidos com as análises de isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) foram de -9,2‰ para a camada 2 e -11,8‰ para a camada 4 (Tabela 3). Estes resultados indicam a presença de plantas com ciclo fotossintético C4, caracterizadas por gramíneas que refletem um ambiente de vegetação aberta e clima quente.

A presença deste tipo de cobertura vegetal é condizente com a ocorrência da paleofauna na área da lagoa, já que os grandes animais necessitavam de áreas razoavelmente abertas para deslocamento e alguns dos grandes herbívoros teriam estas plantas como parte da sua dieta alimentar.

7.4.4 Formação do registro paleontológico e arqueológico

No que diz respeito a formação dos registros paleontológico e arqueológico para a Lagoa dos Porcos, utilizando as informações sobre a paleofauna de Mayer, Kerber e Ribeiro (2013) e as arqueológicas de Guidon et al. (2018), somadas aos dados obtidos com a presente pesquisa é

possível apresentar a seguinte proposta interpretativa para a referida lagoa: os ossos fossilizados da paleofauna ocorrem nos depósitos mais profundos (camada 5) e em meio ao saprólito da base rochosa de gnaiss (camada 6) e teriam sido depositados em períodos anteriores há 17.000 anos segundo Guidon et al. (2018). Estes ossos aparecem ainda na mesma camada onde alguns seixos, calhaus, blocos, matacões e algumas peças líticas foram encontrados (Figuras 130 a 133). O contexto demonstra que foram depositados em períodos de alta energia hidroambiental. Os eventuais matacões de quartzito, bem como os clastos mais pesados demonstram ainda, o colúvio como um forte auxiliador de transporte.

Figura 130 - Defesa e ossos da paleofauna, seixos e blocos na mesma camada.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 131 - Vestígio lítico na mesma camada dos ossos da paleofauna.



Fonte - Acervo Fumdam.

Figura 132 - Detalhe do vestígio lítico.



Fonte - Guidon et al. (2018, p. 16).

Figura 133 - Matacão arredondado depositado na base camada 5.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Os clastos e os ossos aparecem em concentrações que formam conjuntos (Figuras 134 a 135) em diferentes áreas na base da camada 5 e em meio ao saprólito, onde a descontinuidade da presença de ossos indica que não houve uma generalização de deposição. Este fato demonstra uma diferença de energia hidroambiental relacionada as topografias do fundo e margem da lagoa e ainda relacionada com a presença dos afloramentos de gnaiss mais resistentes, que não teriam permitido uma uniformização na deposição, mas teriam servido como obstáculos, por vezes direcionando e intensificando a competência do transporte e deposição, por vezes diminuindo a força do transporte, gerando o assentamento dos materiais de acordo com a presença de rasos poços ou suaves depressões no ambiente. Provavelmente a base da lagoa era escalonada, mas a saprolitização teria descaracterizado em parte a morfologia da rocha base.

Figura 134 - Conjuntos de ossos da paleofauna.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Figura 135 - Conjunto de ossos da paleofauna.



Fonte - Acervo Fumdhm.

Quanto a área fonte dos ossos, calhaus, blocos, matacões e material arqueológico, propõe-se que teriam sido provenientes das porções de entorno, como as rampas de pedimento e os antigos terraços.

Os estudos realizados por Mayer, Kerber e Ribeiro (2013), verificaram alguns aspectos tafonômicos relevantes para a formação do registro paleontológico, onde os autores descrevem que:

Os fósseis apresentavam-se em diferentes estados de integridade, sendo verificados desde fragmentos com claros sinais de abrasão até elementos completos. Em alguns casos observou-se associação anatômica. Sinais de exposição ao intemperismo também são comuns na amostra analisada, sugerindo longa permanência do material ósseo em superfície antes do soterramento.

As informações anteriormente fornecidas, permitem propor que ossos de animais mortos em diferentes períodos foram transportados conjuntamente, provavelmente, a partir das porções de terraço, onde os animais esqueletizados teriam ficado expostos as intempéries por mais tempo e nessas mesmas áreas animais mortos em períodos mais recentes ou até mesmo vivos, em momentos de torrencialidade teriam sido arrastados para dentro da lagoa, gerando, portanto, diferenciações tafonômicas de integridade, fragmentação, abrasão e de articulação.

Desta maneira, os ossos da paleofauna estiveram submetidos a diferentes circunstâncias de deslocamento, relacionadas aos processos torrenciais associados ao colúvio, de acordo com a inclinação das rampas de pedimento e ainda aos desníveis dos terraços. Posteriormente, quando os clastos chegaram até a lagoa foram submetidos aos processos dinâmicos da mesma.

A cabeceira de drenagem na qual a Lagoa dos Porcos está inserida, apresenta altimetria inicial de 413 m chegando a 387 m no final do ponto de interseção com outra drenagem. O trecho da drenagem que passa pela área da lagoa na direção sul-norte apresenta altimetria variando de 389 a 391 m, ou seja, declive topográfico de 2 m. Ao longo da mesma drenagem, na direção norte, existe uma outra lagoa.

A história sobre a formação do registro paleontológico pode ser resumida da seguinte forma: a paleodepressão de dissolução foi uma armadilha para a deposição dos ossos da paleofauna e clastos, onde as suaves depressões dentro dessa maior paleodepressão serviram, por sua vez, como armadilhas menores para a deposição concentrada dos ossos e, posteriormente foi ocorrendo o preenchimento da paleolagoa por colmatção e assoreamento, levando ao soterramento da paleofauna.

Quanto a formação do registro arqueológico, a maior parte das peças líticas encontradas associadas a paleofauna e demais clastos, apresentavam arredondamento nas cicatrizes de

lascamento e formação de neocórtex, demonstrando tanto antiguidade quanto uma procedência razoavelmente distante do local de deposição (Figura 56).

Os antigos sítios arqueológicos nos terraços e nas margens da lagoa, seriam os locais de procedência destas peças líticas depositadas nas camadas mais profundas, onde também encontram-se os ossos da paleofauna. Estes vestígios paleontológicos e arqueológicos foram soterrados pelos mesmos sedimentos da camada 5, datados em 17.000 anos, de acordo com a publicação de Guidon et al. (2018). Deste modo, os sítios pleistocênicos no entorno da lagoa teriam sido estabelecidos em períodos anteriores a 17.000 anos.

Analisando a sequência estratigráfica partindo da base do perfil em direção a superfície, a camada 4 sobreposta ao depósito com clastos, materiais paleontológicos e arqueológicos apresenta uma cronologia de deposição de 11.930 ± 750 anos AP, seguida pela camada 3 sem cronologia verificada, que foi soterrada pelos sedimentos da camada 2 datados em 9.370 ± 750 anos AP. Esta camada de 9.000 anos, por sua vez, foi recoberta por um depósito datado durante as pesquisas de Guidon et al. (2018), que obteve uma idade de 1.950 anos AP para esta camada de deposição mais recente, que coincide com a presença de materiais líticos evidenciados em sua superfície (Figura 136) e dentro dos primeiros 15 cm desta camada. Estes vestígios arqueológicos estavam ainda associados em superfície e subsuperfície a principalmente seixos e calhaus, majoritariamente de quartzo e em menor frequência em sílex.

Figura 136 - Identificação e coleta de vestígios líticos na superfície.



Fonte - Acervo Fumdhm.

A presença destes materiais no topo do perfil estratigráfico, demonstra que eles foram deslocados por eventos de chuvas torrenciais e pela ação do colúvio, durante o clima semiárido estabelecido, tendo sido carreados com os demais clastos dos antigos terraços para a superfície da lagoa e posteriormente foram parcialmente deslocados para os 15 cm da camada 1, em função da presença das gretas de dissecação formadas no vertissolo. Assim sendo, é possível propor que os sítios holocênicos com cronologias posteriores a 9.000 anos estariam estabelecidos nos terraços e lajedos, tendo ou não sido recobertos *in situ*, quando eventos ocorridos depois de 1.950 anos AP teriam deslocado os materiais para a superfície da lagoa.

Provavelmente o sítio denominado Oficina Lítica da Lagoa dos Porcos corresponde a uma dessas ocupações em superfície do Holoceno recente. Da mesma forma que para a Lagoa do Aldemar, a ausência de cerâmica poderia apenas indicar de forma não categórica se tratar de um grupo pré-ceramista.

As ocupações humanas circunjacentes ao ambiente da Lagoa dos Porcos estiveram diretamente relacionadas à existência de recursos hídricos e a presença de fauna e flora, tornando-se uma área propícia para a subsistência tanto dos grupos humanos como dos animais incluindo a paleofauna.

Durante o período holocênico, com a semiaridez se instalando, a lagoa foi utilizada como refúgio pelos grupos humanos de forma sazonal, nos curtos períodos de tempo em que as chuvas abasteciam a lagoa.

Os eventos de aporte de material para dentro da lagoa, somados aos processos erosivos, vêm destruindo ou descaracterizando os antigos terraços, onde as atividades antrópicas de ocupação histórica da área com construção de casas, abertura de estradas e caminhos, implantação de roças, pastoreio e pecuária tem intensificado os impactos e perturbado os possíveis sítios pré-históricos na área da Lagoa dos Porcos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos a partir desta pesquisa referem-se sobretudo aos aspectos cronoestratigráficos dos sítios arqueológicos Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos.

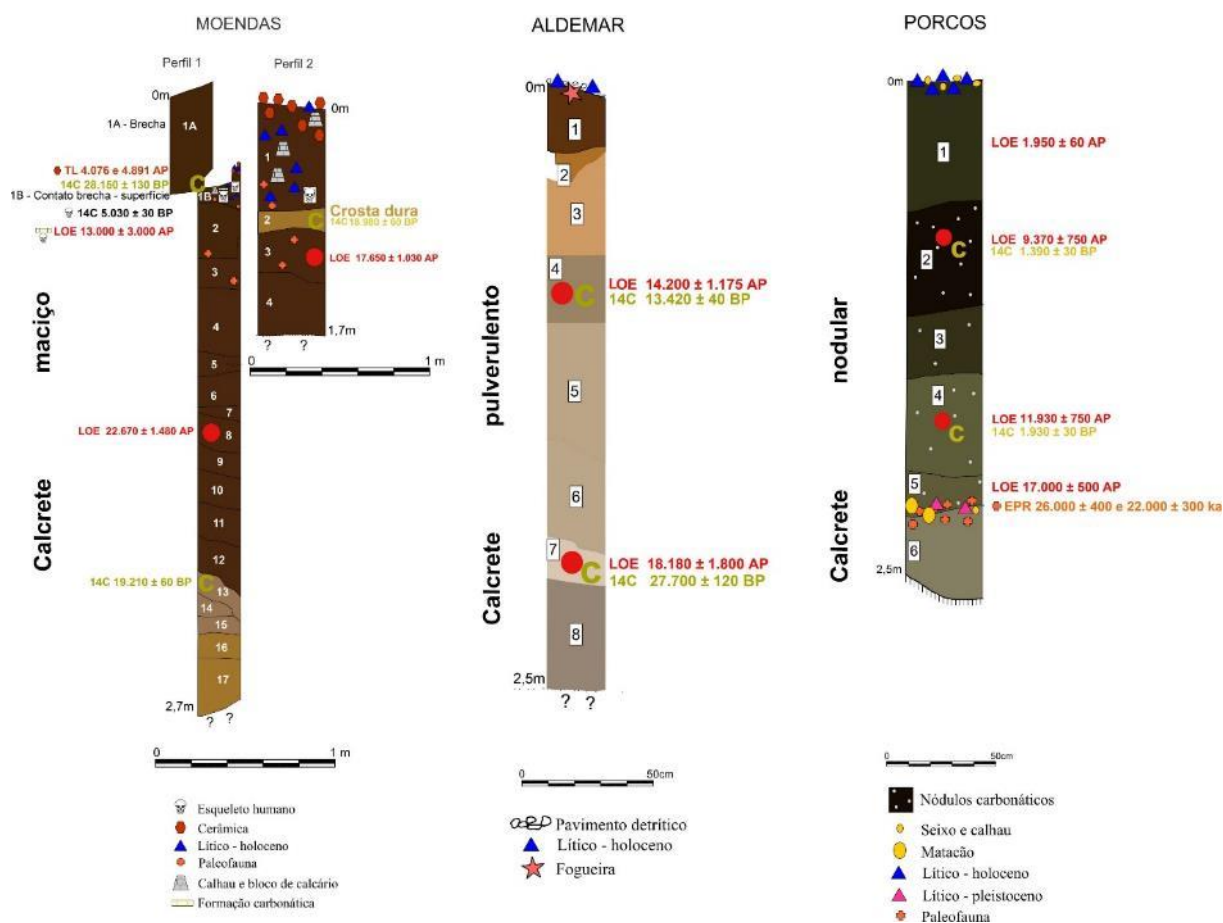
Embora apenas algumas camadas dos perfis estratigráficos de cada sítio tenham sido datadas, elas serviram como referência para elaboração de uma proposta inicial sobre as deposições, as cronologias, o paleoambiente e a formação do registro arqueológico, conforme apresentado anteriormente nos enfoques macro, meso e micro.

Quando se propõe uma correlação de dados para estes sítios, pretende-se utilizar as cronologias de deposição para identificar eventos paleoambientais relacionados a maior disponibilidade de água e, utilizar as cronologias de formação dos calcretes como indicadores de períodos secos, podendo assim esboçar a dinâmica ambiental na qual o registro arqueológico foi formado.

Portanto, conforme a compreensão sobre esta dinâmica vai sendo alcançada e ampliada, torna-se possível consequentemente entender, de forma mais coerente, a formação do registro arqueológico.

A figura 137 a seguir, apresenta sinteticamente, os principais dados obtidos nesta pesquisa somados aos dados já existentes, enfatizando as cronologias disponíveis para a formação dos depósitos e para o registro arqueológico. Portanto, foram elaborados perfis compósitos para cada um dos sítios pesquisados.

Figura 137 - Perfis compósitos dos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos.



Elaboração - Andréia Macedo (2023).

Os ambientes de caverna (Toca do Serrote das Moendas), de paleodrenagem (Estrada da Lagoa do Aldemar) e de paleolagoa (Lagoa dos Porcos), encontrados na porção do Escudo Metamórfico Pré-Cambriano, no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara, apresentam sequências deposicionais com informações paleoambientais significativas.

No que diz respeito à Toca do Serrote das Moendas, interpreta-se que em um período antecedente ao Último Máximo Glacial, um evento de alta energia hidroambiental formou fluxos de lama e detritos que entupiram a caverna das Moendas. Contudo, em períodos seguintes intensas passagens de água combinaram uma drenagem de superfície e subsuperfície no ambiente cárstico, que retiraram e transportaram os sedimentos da maior parte da caverna. Apenas nas porções mais altas de reentrâncias e fendas da rocha restaram os sedimentos que viriam a se tornar brechas.

Posteriormente, a disponibilidade de água permitiu a formação de uma deposição de sedimentos carbonáticos que recobriram a brecha há aproximadamente 28.000 anos atrás. Provavelmente ocorreram alternâncias entre deposição e esvaziamento parcial dos sedimentos dentro da caverna. Com o estabelecimento do Último Máximo Glacial, as deposições que hoje constituem o perfil estratigráfico, refletem os episódios torrenciais de alta energia hidroambiental, que formaram os fluxos de lama e detritos que teriam carregado ossos e animais da paleofauna para dentro da caverna.

A ocupação humana neste sítio, ficou registrada, a princípio, apenas relacionada a períodos posteriores à última deposição de fluxos de lama e detritos, ocorrendo em parte dentro do depósito mais recente e em parte na sua superfície.

Em se tratando do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, a análise estratigráfica demonstra que provavelmente, em um ambiente influenciado pela combinação de água doce e águas meteóricas, ocorreu a formação do calcrete pedogenético autóctone sobre o substrato de rocha calcária, sendo esta formação, portanto, o resultado da alteração da própria rocha base. O pedimento teria recoberto o calcrete, permitindo o desenvolvimento do substrato para o estabelecimento da vegetação e dos grupos humanos nas proximidades de um antigo riacho ou da atual lagoa temporária.

Quanto ao sítio Lagoa dos Porcos, sua estratigrafia demonstra que a formação dos registros paleontológico e arqueológico está relacionada a um evento torrencial ocorrido por volta de 17.000 anos.

Posteriormente, a paleolagoa guarda informações que refletem pelo menos três momentos de deposição. Um momento relacionado à transição Pleistoceno/Holoceno, ocorrido por volta de 11.000 anos e outro durante o Ótimo Climático datado por volta de 9.000 anos.

As condições do ambiente de sedimentação relacionadas a estas duas cronologias, refletem períodos de aporte de sedimentos finos, provenientes da área de entorno sob condições de moderada disponibilidade de água. Nestes períodos a ocupação humana poderia ter ocorrido no entorno da lagoa.

A última informação disponível sobre a cronologia de deposição ocorrida na paleolagoa, reflete o terceiro momento estabelecido por uma idade recente de aproximadamente 1.900 anos para o aporte de sedimentos, o que poderia indicar um ambiente de moderada a pouca disponibilidade de água. Na superfície desta deposição clastos e peças líticas que aparecem, teriam sido

carreados para dentro da lagoa, indicando como agentes principais de deslocamento os colúvios e águas pluviais, sendo estes materiais provenientes do entorno e dos antigos sítios estabelecidos nos terraços.

No que se refere às formações carbonáticas, considerava-se no início desta pesquisa, que poderiam corresponder a um mesmo evento de semiaridez, contudo, verificou-se que os calcretes presentes nos três sítios são formações apenas correlatas, portanto, não são contemporâneas e demonstram que as dinâmicas e especificidades de cada ambiente são complexas, onde os eventos climáticos refletiram obviamente de forma diferenciada, já que os comportamentos da água no que concerne as dinâmicas de entrada, permanência, constância e saída dos ambientes, dependem das especificidades litológicas, topográficas, geomorfológicas e sedimentológicas de cada sítio.

A verificação das distintas morfologias e texturas de calcretes como maciço, crosta dura, pulverulento e nodular e, as cronologias de formação com idades de 27.000, 19.000, 18.000 e 13.000 anos, demonstram que a semiaridez instalada no Nordeste do Brasil no Holoceno final, há aproximadamente 5.000 anos, teve vários gatilhos iniciados ainda no Pleistoceno, enquanto cronologias mais recentes para épocas de aproximadamente 1.900 anos e 1.300 anos demonstram o contínuo processo de carbonatação durante o clima semiárido já estabelecido.

Desta forma, deve-se considerar que de fato, desde pelo menos a transição Pleistoceno/Holoceno e ao longo do Holoceno a região tem experienciado variações milenares no ritmo das precipitações, ainda que a tendência para a seca seja pronunciada a partir de 5.000 anos.

Para a continuidade dos estudos nos sítios Toca do Serrote das Moendas, Estrada da Lagoa do Aldemar e Lagoa dos Porcos, recomenda-se a aplicação de análises micromorfológica, geoquímica, fluorescência e difração de raios X, pipetagem para distinção do percentual de materiais finos (silte e argila) e a morfoscopia da fração areia fina (0,125mm) e dos clastos, para o aprofundamento dos estudos sedimentológicos.

O maior detalhamento cronológico poderá também ser realizado através de datações por Termoluminescência em cerâmicas do sítio Toca do Serrote das Moendas e seixos da fogueira do sítio Estrada da Lagoa do Aldemar, bem como buscar, com novas análises radiocarbônicas, as idades dos remanescentes ósseos humanos dos esqueletos 2 e 3 encontrados na Toca do Serrote das Moendas.

O refinamento dos dados e a busca de novos dados, sobre a formação dos depósitos quaternários e sobre a formação do registro arqueológico ainda são necessários, pois irão gerar uma maior quantidade de informações sobre os contextos paleoambientais e de ocupação humana, aumentando o conhecimento sobre estes contextos para o sudeste piauiense, no nordeste do Brasil.

Por fim, retomando a colocação de Jean Dresch (1956 apud Aziz Ab'Saber 1999), sobre o Nordeste seco brasileiro apresentar-se como a região semiárida mais povoada do mundo, a partir desta observação pode-se dizer que o semiárido do sudeste piauiense, em especial, a Serra da Capivara reafirma esta colocação, incluindo os tempos pretéritos, onde os diferentes ambientes foram ocupados por grupos caçadores-coletores e grupos ceramistas, que vivenciaram as transformações ocorridas na região ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. 1999. **Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida**. In: Dossiê Nordeste Seco. Revista Estudos Avançados 13 (36), p. 7-59.
- AFONSO, Marisa Coutinho. 2008. **Geoarqueologia em ambientes costeiros, o papel da água no registro arqueológico e na paisagem**. In: RUBIN, J. C. R. D.; SILVA, R. T. D. Geoarqueologia: teoria e prática. Goiania: Ed. da UCG, p. 93-106.
- AIMOLA, Giulia. 2008. **L'industria Litica di Sitio do Meio (Piauí, Brasile): Ricerca del cambiamento culturale tra Pleistocene e Olocene nel Nord Est del Brasile**. (Dissertação de mestrado). Ferrara: Università degli Studi di Ferrara.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; HASUI, Yociteru; NEVES, Benjamin Bley de Brito; FUCK, Reinardt Adolfo. 1977. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: Atas do VIII Simpósio de Geologia do Nordeste. Campina Grande – Paraíba.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; HASUI, Yociteru. 1984. **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo. Edgar Blucher, 376 p.
- ALMEIDA, Tatiana F. de; NEVES, Walter A. 2009. **Remanescentes ósseos humanos na Toca do Serrote das Moedas: cura, inventário e descrição sumária**. Fumdhamentos, São Raimundo Nonato, v.8, p.86-93.
- ALONSO-ZARZA, Ana M. 2003. **Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record**. Earth-Science Reviews.
- ALVES, Rosenberg da Silva. 2007. **Os Mamíferos Pleistocênicos de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brasil**. Recife - Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco.
- ALVIM, M. C. M.; FERREIRA, F. J.L. C. 1985. **Os esqueletos do abrigo Toca do Paraguaio, Município de São Raimundo Nonato, Piauí. Estudo antropofísico**. Cadernos de pesquisa (Serie antropologia III) – UFPI 4:239-261.
- AMORIM, Rodrigo de Freitas. 2015. **Integração entre dinâmicas geomorfológicas multitemporais no Planalto da Borborema, semiárido do Nordeste do Brasil**. 194p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- ANGELUCCI, Diego E. 2003. **A partir da terra: a contribuição da Geoarqueologia**. Trabalhos de arqueologia. Lisboa, n. 29, p. 35-103.
- ARAUJO, Astolfo Gomes de Mello. 1995. **Peças que descem, peças que sobem e o fim de Pompéia: algumas observações sobre a natureza flexível do registro arqueológico**. Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, 5: 3-25.
- ARAUJO, Astolfo Gomes de Mello; NEVES, Walter A; PILÓ, Luís B. 2007. **Eventos de seca no holoceno e suas implicações no povoamento pré-histórico do Brasil central**. Anais "II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa; IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário.

- ARAUJO, Astolfo Gomes de Mello. 2008. **Geoarqueologia em sítios abrigados: processos de formação, estratigrafia e potencial informativo**. Geoarqueologia Teoria e Prática.
- ARAUJO, Astolfo Gomes de Mello. 2013. **Geomorfologia e paleoambientes no leste da América do Sul: implicações arqueológicas**. In: Julio Cesar Rubin; Rosicler Theodoro da Silva. (Org.). Geoarqueologia. 1ed. Goiânia: Editora da PUC Goiás, p. 135-180.
- ARAUJO, Renata Pedregoso de. 2018. **Por uma abordagem Geoarqueológica: a interface entre a Arqueologia e as Ciências da Terra e a ênfase no contexto espacial**. Cadernos do Lepaarq, p. 19-39.
- AULER, Augusto S.; PILÓ, Luís B.; SAADI, A. 2005. **Ambientes cársticos**. In: SOUZA, C. R. G. et al. (Ed.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 321-342.
- AULER, Augusto S.; SMART, Peter L.; WANG, Xianfeng; PILÓ, Luís B.; EDWARDS, R. Lawrence; CHENG, Hai. 2009. **Cyclic sedimentation in Brazilian caves: Mechanisms and palaeoenvironmental significance**. Geomorphology, p. 142-153.
- AULER, Augusto S.; PILÓ, Luís B. 2019. **Geologia de cavernas e sua interpretação à luz da legislação ambiental espeleológica**. p. 40-76.
- AZEVEDO, Renata Libonati. 2011. **Datação por termoluminescência de cerâmicas do sítio arqueológico Aldeia do Carlos (PI)**. Clio Arqueológica. V. 2, N. 1, p. 109-130.
- BARROS, José Sidiney.; FERREIRA, Rogério Valença; PEDREIRA, Augusto J.; GUIDON, Niède. 2012. **Serra da Capivara (PI)**. In: SILVA, C. R.; SCHOBENHAUS, C. (Orgs.) Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro, CPRM, 493-542p.
- BÉLO, Pétrius da Silva. 2012. **Alterações antrópicas em restos fósseis da megafauna: tafonomia do sítio arqueológico e paleontológico “Toca da Janela da Barra do Antonião”, área arqueológica do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil**. Recife - Dissertação (Mestrado em Arqueologia). Universidade Federal de Pernambuco.
- BÉLO, Pétrius da Silva. 2012. 2017. **Extinção e a interação homem-megafauna no final do pleistoceno e início do holoceno, nos estados de Pernambuco e Piauí, Nordeste do Brasil**. Recife - Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco.
- BELTRÃO, Maria Coutinho. 1974. **Datações arqueológicas mais antigas do Brasil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro 46 (2): 211- 251.
- BICHO, Nuno Ferreira. 2011. **Manual de Arqueologia Pré-Histórica**. Lisboa: Edições 70, 526 p.
- BIGARELLA, João José; MOUSINHO, Maria Regina; SILVA, Jorge Xavier. 2016. **Pediplanos, Pedimentos e seus Depósitos Correlativos no Brasil**. Espaço Aberto, PPGG – UFRJ, v. 6, n. 2, p. 165-196.
- BINFORD, Lewis. 1979. **Organization and formation processes: looking at curated technologies**. Journal of Anthropological research, 35, n. ° 3: 255-273.
- BINFORD, Lewis. 1981. **Behavioral Archaeology and the Pompeii Premise**. Journal of Anthropological Research, v. 3, pp. 195-208.

BOËDA, Eric Ramos.; Mario; CLEMENTE-CONTE, I.; FONTUGNE, Ignacio.; LAHAYE, Christine; PINO, M.; DALTRINI, Gisele; GUIDON, Niède; HOELTZ, S.; LOURDEAU, Antoine; PAGLI, Marina; PESSIS, Anne Marie; VIANA, S.; DA COSTA, Ameli; DOUVILLE, E. 2014. **A new late Pleistocene archaeological sequence in South America: the Vale da Pedra Furada (Piauí, Brazil)**. *Antiquity*, Cambridge, v.88, n.341, p.927-941.

BOEDA, Eric Ramos; ROCCA, R; DA COSTA, A; FONTUGNE, M; HATTÉ, D; CLEMENTE C, I; SANTOS, J.C; LUCAS, L; FELICE, G; LOURDEAU, A; VILLAGRAN, X; GLUCY, M; RAMOS, M.P; VIANA, S; LAHAYE, C; GUIDON, N; GRIGGO, C; PINO, M; PESSIS, A-M; BORGES, A.C; GATO, B. 2016. **New data on a Pleistocene archaeological sequence in South America: Toca do Sítio do Meio, Piauí, Brazil**. *PaleoAmerica*, London, v. 2, p. 286- 302.

BOEDA, Eric Ramos; PÉREZ, Marcos; HATTÉ, Antonio; LAHAYE, Christine; PINO, Christelle; HÉRISSON, Mario; CLEMENTE-CONTE, David; FONTUGNE, Ignacio; GUÉRIN, Michel; VILLAGRAN, Guillaume; COSTA, Ximena; SANTOS, Janaina Carla; GERMOND, Lucas; AHMED-DELACROIX, Lucie; DA COSTA, Ameli; Nelson Eric; BORGES; HOELTZ, Carolina; FELICE, Sirley; GLUCHY, Gisele; VAN HAVRE, María; GRIGGO, Grégoire; LUCAS, Christophe; SOUZA, Livia de; VIANA, Iderlan; SIBELI. 2021. **24.0 kyr cal BP stone artefact from Vale da Pedra Furada, Piauí, Brazil: Techno-functional analysis**. *PLoS One*.

BORGES, Sérgio Vieira Freire. 2016. **Calcretes pedogênicos ao longo dos sistemas de fraturas e acamamentos em carbonatos neoproterozóicos da Bacia de Irecê, Estado da Bahia**. Tese (Doutorado em Engenharia de Petróleo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

BRITO NEVES, Benjamim Bley. 1975. **Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordeste**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo, 198 p.

BRITO NEVES, Benjamim Bley; Santos, E. J.; Van Schmus, W. R. 2000. **Tectonic history of the Borborema province**. In: *Tectonic Evolution of South América*. Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A.(Editors). 31st International Geological Congress, 151-182 p.

BUTZER, Karl W. 1982. **Arqueología una ecología del hombre: Método y teoría para un enfoque contextual**. Cambridge University Press. Cambridge.

CALDEIRA, Dandara Maria Vitalina da Silva; UAGODA, Rogerio; NOGUEIRA, Adivane Moraes. 2020. **Dinâmica dos sedimentos clásticos cavernícolas: potencialidade para estudo paleoambientais no Brasil**. *Espaço e Geografia*, V. 22, Nº 1, p. 153-189.

CANDY, Ian; BLACK, Stuart. 2009. **The timing of Quaternary calcrete development in semi-arid southeast Spain: Investigating the role of climate on calcrete genesis**. *Sedimentary Geology*, nº218, p. 6-15.

CARTELLE, C. 1992. **Edentata e megamamíferos herbívoros extinto da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA, Brasil)**. Tese de Doutorado, Programa de Pós- Graduação em Morfologia, Universidade Federal de Minas Gerais, 516p.

CARVALHO, Juliana Carla Silva. 2012 **Análise tafonômica do *Haplomastodon waringi*, escavado na Lagoa Salgada, Areial, Paraíba**. Campina Grande: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual da Paraíba.

CASTRO, Viviane Maria Cavalcanti de. 1999. **O Sítio Canabrava: contribuição ao estudo dos grupos ceramistas pré-históricos do sudeste do Piauí**. Recife - Dissertação (Mestrado em História). Universidade Federal de Pernambuco.

CASTRO, Viviane Maria Cavalcanti de. 2000. **O perfil técnico cerâmico do Sítio Canabrava, Jurema, SE do Piauí**. Clio Arqueológica, V. 14, n. 1, p. 175-192.

CAXITO, Fabrício de Andrade; UHLEIN, Alexandre. 2013. **Arcabouço tectônico e estratigráfico da Faixa Riacho do Pontal, divisa Pernambuco-Piauí-Bahia**. Revista Genomos, 19-37 p.

CISNEIROS, Daniela. 2003. **Práticas funerárias na pré-história do nordeste do Brasil**. (Dissertação de Mestrado em História). Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 161p.

CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda. 1997. **Etude palynologique des coprolithes préhistoriques holocènes recueillis sur les sites de Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada, Sítio do Meio et Sítio da Baixa do Cipó: Apports paléoethnologique, paléoclimatique et paléoenvironnemental pour la region Sud-Est du Piauí - Brésil**. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle. (Tese de Doutorado).

CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda. 2000. **Estudo palinológico de coprólitos pré-históricos holocênicos coletados na Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada. Contribuições paleoetnológicas, paleoclimáticas e paleoambientais para a região sudeste do Piauí - Brasil**. Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo 10: 103-120.

CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; PARENTI, Fábio.; GUÉRIN, Claude.; FAURE, Martini; CANDELATO, F.; RIODA, V.; MENGOLI, D.; FERRARI, S.A; NATALI, L.; SCARDIA, G.; OBERLIN, C. 2008. **Palinological analyses of Quaternary lacustrine sediments from "Lagoa do Quari", NE Brazil (PI)**. FUMDHAMentos 7: 63-68.

CLARK, Peter U.; DYKE, Arthur S.; SHAKUN, Jeremy D.; CARLSON, Anders E.; CLARK, Jorie, WOHLFARTH, Barbara; MITROVICA, Jerry X.; HOSTETLER, Steven W.; MCCABE, A. Marshall. 2009. **The Last Glacial Maximum**. American Association for the Advancement of Science. Vol. 325. no. 5941, pp. 710 - 714.

CPRM. 2004a. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Coronel José Dias**. Recife.

CPRM. 2004b. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São Lourenço do Piauí**. Recife.

CPRM. 2009. **Projeto Borda Sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba**. Teresina: Serviço Geológico do Brasil.

CUNHA, Paola Viana de Castro. 2011. **Gênese de calcretes da Formação Guabirotuba, Bacia de Curitiba, Paraná**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CUNHA, Eugênia. 2014. **Análise antropológica de 15 esqueletos da região do Parque Nacional Serra da Capivara.** In: Pessis, A.M.; Martin, G.; Guidon, N. (Orgs.) Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. São Raimundo Nonato. V. II A, p. 318-379.

COOK, Della Collins.; SOUZA, Sheila Maria Ferraz Mendonça. 2012. **Toca do Gongo, São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil: uma bioarqueologia retrospectiva.** Revista de Arqueologia, V. 24, N. 2, p. 30-49.

CORREIA, Antônio Carlos de Barros; SILVA, Danielle Gomes; MELO, Jefferson Santana. 2008. **Utilização dos depósitos de encostas dos brejos pernambucanos como marcadores paleoclimáticos do quaternário tardio no semiárido nordestino.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, v. 7, nº. 14.

CRUZ, Francisco W.; VUILLE, Mathias; BURNS, Stephen J; WANG, Xainfeng; CHANG, Hai; WERNER, Martin; EDWARDS, R. Lawrence; KARMANN, Ivo; AULER, Augusto S; NGUYEN, Hanh. 2009. **Orbitally driven east-west anti-phasing of South American precipitation.** Nature Geoscience, v. 2: 210-214.

CRUZ, Cláudia Ferreira da. 2010. **Hidrologia e paleohidrologia da Lagoa do Boqueirão – RN inferida por proxies biohidrológicos.** Salvador: Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal da Bahia.

DE OLIVEIRA, Paulo Eduardo; BARRETO, Alcina Magnólia Franca; SUGUIO, Kenitiro. 1999. **Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 152: 319-337.

DE OLIVEIRA, Paulo Eduardo; BEHLING, Hermann; LEDRU, Marie-Pierre; BARBERI, Maira; BUSH, Mb; SALGADO-LABOURIAU; GARCIA, Maria Judite; MEDEAN, S; BATH, Ortrud Monika; BARROS, Mária Aguar de; SCHEEL-YBERT, Rita. 2005. **Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil.** In: Souza, c. r. g (ed) Quaternário do Brasil, Ribeirão Preto, Holos, p.52-59.

DE OLIVEIRA, Paulo Eduardo; PESSENDA, Luís Carlos Ruiz; BARRETO, Alcina Magnólia Franca; OLIVEIRA, Edison Vicente; SANTOS, Janaina Carla. 2014. **Paleoclimas da caatinga brasileira durante o Quaternário Tardio.** Editora Interciência In: Paleontologia: Cenário de Vida, Rio de Janeiro, p. 501-516.

DILLEHAY, Tom D.; COLLINS, Michael B. 1988. **Early cultural evidence from Monte Verde in Chile.** Nature 332:150-152.

DUBOIS, Cristián Mario Favier. 1995. **Aproximación geoarqueológica a los estudios de formación de sitio.** Tese de Ciências Antropológicas, orientação Arqueologia. Faculdade de Filosofia y Letras, Universidad de Buenos Aires.

DUBOIS, Cristián Mario Favier. 2001. **Análisis geoarqueológico de los procesos de formación del registro, cronología y paleoambientes, em sítios arqueológicos de Fuego-Patagonia.** Tese de Ciências Geológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

- EMPERAIRE, Laming. 1980. Le clima. In: **La caatinga du sud-est du Piauí (Brésil): Etude ethnobotanique**. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, Paris. Tese (Doutorado de Terceiro Ciclo).
- FAGUNDES, Marcelo. 2004. **Sítio Rezende: das cadeias operatórias ao estilo tecnológico – um estudo de dinâmica cultural no médio valo do Paranaíba, Centralina, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Arqueologia), Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo.
- FAURE, Martine; GUÉRIN, Claude; PARENTI, Fábio. 1999. **Découverte d'une mégafaune holocène à la Toca do Serrote do Artur (aire archéologique de São Raimundo Nonato, Piauí, Brésil)**. *Palaeontology*, p. 443-448.
- FARRAND, William R. 2001. **Sediments and Stratigraphy in Rockshelters and Caves: A Personal Perspective on Principles and Pragmatics**. *Geoarchaeology: An International Journal*, Vol. 16, N. 5, 537- 557.
- FARRANT, Andrew R.; SMART, Peter L. 2011. **Role of sediment in speleogenesis; sedimentation and paragenesis**. *Geomorphology*, p. 79-93.
- FELICE, Gisele Daltrini. 2002. **A controvérsia sobre o sítio arqueológico Toca do Boqueirão da Pedra Furada, Piauí - Brasil**. *Fundamentos* 2, p.143-178.
- FELICE, Gisele Daltrini. 2006. **Contribuições para estudos geoarqueológicos e paleoambientais: proposta metodológica (estudo de caso: Maciço Calcário do Garrincho, Piauí, Brasil)**. (Tese de Doutorado em História). Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 208p.
- FELICE, Gisele Daltrini; GUIDON, Niède; MENDES, Vinícius Ribau. 2014. **A evolução da paisagem do Pleistoceno superior ao Holoceno na região do Parque Nacional Serra da Capivara**. In: Pessis, A.M.; Martin, G.; Guidon, N. (Orgs.) *Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil*. São Raimundo Nonato. V. II A, p. 68-87.
- FERREIRA, Rogério Valença; DANTAS, Marcelo Eduardo. 2010. **Relevo**. In: Pfaltzgraff, P. A. S.; TORRES, F. S.M.; BRANDÃO, R. L. (Orgs) *Geodiversidade do estado Piauí*. Recife, CPRM, 260 p.
- FONSÊCA, Drielly Naamma; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; TAVARES, Bruno de Azevêdo Cavalcanti; LIRA, Daniel Rodrigues; BARROS, Ana Clara Magalhães; MUTZENBERG, Demétrio da Silva. 2020. **Coupling of tectonic factors and precipitation variability as a driver of Late Quaternary aggradation in Northeast Brazil**. *Earth Surface and Landforms*, p. 1-29.
- FREITAS, Aline; FELICE, Gisele Daltrini; NETO, Waldimir Maia Leite. 2020. **Caracterização das práticas funerárias do sítio arqueológico São Braz, Área Arqueológica Serra da Capivara-PI**. *Fundamentos*, nº 2, p. 43-71.
- FUMDHAM. 1994. **Plano de Manejo do Parque Nacional Serra da Capivara**. Brasília: Distrito Federal.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1977. **Geografia do Brasil. Região Nordeste**. Rio de Janeiro, SERGRAF. IBGE.

GALVÃO, Diogo Cavalcanti. 2012. **Reconstrução paleoambiental a partir dos colúvios do entorno da Lagoa do Puiú, Município de Imbirim – Pernambuco**. Recife: Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco.

GALVÃO, Diogo Cavalcanti. 2019. **Evolução do paleoambiente e da paisagem quaternárias no sudeste do Piauí**. (Tese de Doutorado em Arqueologia). Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 152p.

GIANNINI, Paulo César F.; RICCOMINI, Claudio. 2000. **Sedimentos e processos sedimentares**. In: Teixeira, T. R., Fairchild, M. C. Toledo & F. Taioli (eds.), Decifrando a Terra. Cap. 9: 167-180. Oficina de textos, São Paulo.

GOUVEIA, Susy E. M.; PESSENDA, Luís C. R.; BENDASSOLI, José A.; ARAVENA, Ramon; RIBEIRO, Adauto S.; SAIA, Soraya E. M. G.; VEDOVETO, Mariana. 2005. **Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Nordeste do Brasil através dos isótopos do carbono da matéria orgânica dos solos e fragmentos de carvão**. X Congresso da ABEQUA, Guarapari-ES, Boletim de resumos, 183p.

GRIGGO, Christophe; SOUZA, Iderlan de; BOËDA, Eric; FONTUGNE, Michel; HATTÉ, Cristine; LOURDEAU, Antoine; GUIDON, Niède. 2018. **La faune du Pléistocène supérieur - Holocène ancien de la Toca da Pena (Piauí, Brésil) - étude paléontologique**. Quaternaire, v. 29, p. 205-216.

GUÉRIN, Claude; CURVELLO, Maria Almeida, FAURE, Martine; HUGUENEY, Marguerite; CHAUVIRÉ, MOURER-CHAUVIRE, Cécile; CURVELLO, M. A. 1996. **A fauna pleistocênica do Piauí (Nordeste do Brasil): Relações paleoecológicas e biocronológicas**. Revista Fundamentos, V1, n1, p.55-103.

GUÉRIN, Claude; FAURE, Martine; SIMÕES, Paulo R; HUGUENEY, Marguerite; MOURER-CHAUVIRE, Cécile. 1999. **Toca da Janela da Barra do Antonião, São Raimundo Nonato, PI. Rica fauna pleistocênica e registro da Pré-história brasileira**. Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, p.131-137.

GUÉRIN, Claude; FAURE, Martine; SIMÕES, Paulo R; HUGUENEY, Marguerite; MOURER-CHAUVIRE, Cécile. 2002. **Toca da Janela da Barra do Antonião, São Raimundo, PI. Rica fauna pleistocênica e registro da Pré-história brasileira**. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM.

GUÉRIN, Claude; FAURE, Martine. 2014. **Paleontologia da região do Parque Nacional Serra da Capivara**. In: Pessis, A. M.; Martin, G.; Guidon, N. (Orgs.) Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. São Raimundo Nonato. V. II A, p. 140-168.

GUERRA, Antônio Teixeira. 1993. **Dicionário Geológico Geomorfológico**. IBGE, 8ª ed. Rio de Janeiro.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. 2006. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

GUERRA, Antônio Teixeira. 2008. **Novo Dicionário Geológico Geomorfológico**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

GUIDON, Niède; ANDREATTA, M. D. 1980. **O sítio arqueológico Toca do Sítio do Meio, Piauí.** Clio: Revista de Pesquisa Histórica, Recife, n.3, p.7-29.

GUIDON, Niède. 1981. **Las unidades culturales de São Raimundo Nonato, sudeste del estado de Piauí.** In: BRYAN, A. L. (org.). El Poblamiento de América. Mexico: UISPP, p. 101-111.

GUIDON, Niède. 1986. **A sequência cultural da área de São Raimundo Nonato, Piauí.** Revista Clio Arqueológica UFPE, p. 137-144.

GUIDON, Niède; VERGNE, Cleonice; VIDAL, Irma Asón. 1998a. **Sítio Toca da Baixa dos Caboclos. Um abrigo funerário do enclave arqueológico do Parque Nacional Serra da Capivara.** Clio, Recife, v. 1, n.13, p. 127-138, (Série Arqueológica).

GUIDON, Niède; PARENTI, Fábio; OLIVEIRA, Claudia; VERGNE, Cleonice. 1998b. **Nota sobre a sepultura da Toca dos Coqueiros, Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil.** Clio - Série arqueológica, Recife: UFPE, n.13, p.187-197.

GUIDON, Niède; PEYRE, Evelyne.; GUÉRIN, Claude; COPPENS, Yves. 2000. **Resultados da datação de dentes humanos da Toca do Garrincho, Piauí, Brasil.** Clio Arqueológica, nº 14, p. 75-86.

GUIDON, Niède; VIDAL, Irma A; BUCO, Cristiane de A; LA SALVIA, Eliany S; FELICE, Gisele D; PINHEIRO, Patrícia. 2002. **Notas sobre a pré-história do Parque Nacional Serra da Capivara.** Fumdhamentos, São Raimundo Nonato, v.1, n.2, p.105-141.

GUIDON, Niède; BUCO, Cristiane; IGNACIO, Elaine. 2007a. **A Escavação de três abrigos na serra branca (nota previa).** Fumdhamentos VI.

GUIDON, Niède; MARANCA, Silvia; KESTERING, Celito. 2007b. **Aldeia da Baixa do Carvoeiro. Nota prévia.** Fumdhamentos VII, p. 92-105.

GUIDON, Niède; LUZ, Maria Fátima da. 2009. **Sepultamentos na Toca do Enoque (Serra das Confusões-Piauí).** Fumdhamentos VIII p. 116-123.

GUIDON, Niède; PESSIS, Anne Marie; MARTIN, Gabriela. 2009a. **Pesquisas arqueológicas na região do Parque Nacional Serra da Capivara e seu entorno (Piauí 1998-2008).** Fumdhamentos VIII p. 1-61.

GUIDON, Niède; GUÉRIN, Claude; FAURE, Martine; FELICE, Gisele Daltrini; BUCO, Cristiane; IGNÁCIO, Elaine. 2009b. **Toca das Moendas - Piauí-Brasil, primeiros resultados das escavações arqueológicas.** Revista Fumdhamentos VIII, p. 70-85.

GUIDON, Niède; FELICE, Gisele Daltrini; LUZ, Maria Fatima da; MAYER, Elver Luis; CASATI, Rafael; RIBEIRO, Ana Maria; TUMELEIRO, Leonardo Rodrigo Kerber; PITANA, Vanessa Gregis; MENDES, Vinícius Ribau; LABORDA, Janine; VALLS, Marcela. AQUINO, Crisvanete de Castro. 2012. **Evolução e distribuição geográfica da fauna fóssil da área do Parque Nacional Serra da Capivara.** Relatório parcial, 99 p.

GUIDON, Niède. 2014. **O Pleistoceno superior e o Holoceno antigo no Parque Nacional Serra da Capivara e seu entorno: as ocupações humanas.** In: Os Biomas e as Sociedades

Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional da Serra da Capivara, Brasil: V. II-B, São Paulo, p. 444-452.

GUIDON, Niède; AQUINO, Crisvanete de Castro; SANTANA, Tânia Maria de Castro; NEVES, Annelise Silva; ALMEIDA, Maria Fatima. 2015. **Sítio Toca da Roça do Justino Aquino VI, Parque Nacional Serra da Capivara**. Revista Fumdhamentos, v. XII p. 5-25.

GUIDON, Niède; FELICE, Gisele Daltrini; LOURDEAU, Antoine; MACEDO, Andréia Oliveira; LUZ, Maria Fatima da; VALLS, Marcela Pacini.; AQUINO, Crisvanete de Castro. 2018. **A Lagoa dos Porcos: escavações arqueológicas e paleontológicas no sudeste do Piauí-Brasil**. Revista Fumdhamentos v. XV, n. 2, p. 3-31.

GUIDON, Niède; FELICE, Gisele Daltrini; MACEDO, Andréia Oliveira. 2019. **A conservação dos vestígios arqueológicos no sítio Toca do Alto da Serra do Capim: um tafone no Parque Nacional Serra das Confusões-PI, Brasil**. Fumdhamentos, v. XVI, n 2, p-3-34.

GUIMARÃES, Renato Fontes; JÚNIOR, Osmar Abílio de Carvalho.; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso; FERNANDES, Nelson Ferreira. 2008. **Movimentos de Massa**. In: FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, Cap. 6, p. 159-184.

IBGE. 2009. **Manual técnico de geomorfologia**, 2. ed., Rio de Janeiro, 182 p.

IBGE. 2020. **Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil. Subprovíncias estruturais**. Rio de Janeiro, 168p.

JACOMINE, Paulo Klinger Tito. 1986. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE –DRN, 782 p.

JARDIM DE SÁ, Emanuel F; MACEDO, Maria H. F; FUCK, REINHARDT A.; KAWASHITA, Koji. 1992. **Terrenos Proterozóicos na Província Borborema do Cráton São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, p. 472-480.

KINOSHITA, Angela; FIGUEIREDO, Ana Maria G; FELICE, Gisele Daltrini; LAGE, Maria Conceição Soares Menezes; GUIDON, Niède; BAFFA, Oswaldo. 2008. **Electron spin resonance dating of human teeth from Toca da Santa shelter of São Raimundo Nonato, Piauí, Brazil**. Elsevier, p. 635-639.

KINOSHITA, Angela; MAYER, Elver; MENDES, Vinícius Ribau; FIGUEIREDO, Ana Maria G. BAFFA, Oswaldo. 2014a. **Electron Spin Resonance dating of megafauna from Lagoa dos Porcos, Piauí, Brasil**. Radiation Protection Dosimetry, p.1-8.

KINOSHITA, Angela; SKINNER, Anne R.; GUIDON, Niède; IGNÁCIO, Elaine; FELICE, Gisele Daltrini; BUCO, Cristiane de A.; TATUMI, Sonia; YEE, Márcio; FIGUEIREDO, Ana Maria Graciano; BAFFA, Oswaldo. 2014b. **Dating human occupation at Toca do Serrote das Moendas, São Raimundo Nonato, Piauí-Brazil by electron spin resonance and optically stimulated luminescence**. Journal of Human Evolution, Amsterdam, v.77, p.187-195.

LA SALVIA, Eliany Salaroli. 1998. **A utilização da área cárstica de São Raimundo Nonato/PI pelos grupos pré-históricos que ocuparam a Serra da Capivara**. Dissertação

(Mestrado em História) - Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

LA SALVIA, Eliany Salaroli. 2006. **A reconstituição da paisagem da paleo-micro bacia do Antônio e a sua ocupação pelo homem no pleistoceno**. Recife. Tese (Doutorado em História). Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Universidade Federal de Pernambuco.

LAHAYE, Christele; HERNANDEZ, Marion; BOËDA, Eric; FELICE, Gisele Daltrini; GUIDON, Niède; HOELTZ, Sirlei; LOURDEAU, Antoine; PAGLI, Marina; PESSIS, Ane Marie; RASSE, Michel; VIANA, Sibeli. 2013. **Human occupation in South America by 20,000 BC: the Toca da Tira-Peia site, Piauí, Brazil**. Journal of Archaeological Science, Amsterdam, v.40, n.6, p.2840-2847.

LAPORTE, Léo F. 1969. **Ambientes Antigos de Sedimentação**. Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.

LAUREANO, Fernando Verassani. 1998. **O registro sedimentar clástico associado aos sistemas de cavernas Lapa Doce e Torrinha, município de Iraquara, Chapada Diamantina (BA)**. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade de São Paulo, 98p.

LAUREANO, Fernando Verassani; KARMANN, Ivo. 2013. **Sedimentos clásticos em sistemas de cavernas e suas contribuições em estudos geomorfológicos: uma revisão**. Revista Brasileira de Geomorfologia, n.14: 23-33.

LEITE, Ledja Suzane da Silva. 2011. **O Perfil funerário do sítio pré-histórico Toca da Baixa dos Caboclos Sudeste do Piauí - Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

LOURDEAU, Antoine; PAGLI, Marina. 2014. **Indústrias líticas pré-históricas na Região da Serra da Capivara**. In: Pessis, A.M.; Martin, G.; Guidon, N. (Orgs.). Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. São Raimundo Nonato. V. II-B, São Paulo, p. 551-618.

LOWE, John; WALKER, Mike. 2015. **Reconstructing Quaternary Environments**. Third Edition, 538p.

LUCAS, Livia de Oliveira. 2020. **Tecnologia lítica e dinâmica de ocupação do Brasil Central do Pleistoceno Final ao Holoceno Médio: Contribuição da sequência arqueológica da Serra da Capivara - Piauí**. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Sergipe, SE.

LUZ, Maria Fatima da. 1989. **O método de pré-escavação na pesquisa arqueológica: análise de um caso a Toca de Cima do Pilão, Piauí**. Dissertação (Mestrado em História). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MACEDO, Andréia Oliveira. 2016. **Estudo geoarqueológico dos níveis arenoso e de cascalheira cimentada por concreção carbonática do sítio Lagoa Uri de Cima, Salgueiro-PE**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 224p. (Dissertação de Mestrado em Arqueologia).

- MACEDO, Andréia Oliveira; BARBOSA, Maria Fatima Ribeiro; FELICE, Gisele Daltrini. 2019. **Agentes Naturais de Degradação em Sítios Rupestres: Exemplos no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí – Brasil**. Revista Fundamentos, V. 16, n° 1, p-89-125.
- MACHADO, Marcia Corrêa. 2013. **Metodologias isotópicas Sr^{87}/Sr^{86} , δC^{13} e δO^{13} em estudos geológicos e arqueológicos**. Tese de doutorado (Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MARANCA, Silvia. 1976a. **Estudo do sítio Aldeia da Queimada Nova, Estado do Piauí**. Revista do Museu Paulista, Série Arqueológica, v.3.
- MARANCA, Silvia. 1976b. **A Toca do Gongo I – Abrigo com sepultamentos no estado do Piauí**. Revista do Museu Paulista, São Paulo, v. 23.
- MARANCA, Silvia; MARTIN, Gabriela. 2014. **Populações pré-históricas ceramistas na região da Serra da Capivara**. In: Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional da Serra da Capivara, Brasil: V. II-B, São Paulo, p. 481-511.
- MARTIN, Gabriela. 2013. **Pré-história do Nordeste do Brasil**. 5ª ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 434 p.
- MAYER, Elver Luis; KERBER, Leonardo; RIBEIRO, Ana Maria. 2013. **Os mamíferos fósseis da Lagoa dos Porcos, Serra da Capivara, Piauí**. In: XIV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário.
- MELO, Patrícia Pinheiro de. 1995. **Técnicas e Métodos de Escavação: o caso da Toca do Baixão do Perna I**. CLIO. Série Arqueológica (UFPE), Recife, v. 1, n.10, p. 57-71.
- MELO, Patrícia Pinheiro de. 2007. **A transição Pleistoceno/Holoceno e a conservação dos vestígios arqueológicos no Parque Nacional Serra da Capivara-Piauí-BR: um estudo comparativo entre o Sítio do Meio, a Toca do Boqueirão da Pedra Furada e a Toca do Perna I**. (Tese de Doutorado em História). Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- MENÉNDEZ, Lumila Paula; LÓPEZ-SOSA, María Clara; SILVA, Sérgio Francisco Serafim Monteiro da; MARTIN, Gabriela; PESSIS, Ane Marie; GUIDON, Niède; SOLARI, Ana. 2022. **Morphometric affinities and direct radiocarbon dating of the Toca dos Coqueiros skull (Serra da Capivara, Brazil)**. Scientific Reports, p. 1-14.
- MENDES, Vinícius Ribau. 2016. **Registro sedimentar quaternário na bacia do rio Parnaíba, Piauí: um estudo multi-indicadores voltado à investigação de mudanças climáticas**. São Paulo. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo.
- MORAES, Beneilde Cabral; MOURA, Liége de Souza; CARVALHO, Rita de Cássia Pereira Santos; CÔRREA, Antônio Carlos de Barros. 2019. **Marcadores geoquímicos como indicadores de atributos culturais na paisagem geomorfológica no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí-Brasil**. Revista Ibero Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, n°2, 185-214 p.
- MOTA, Leidiana Alves da. 2017. **Ontem lenha hoje carvão. Análise antracológica do holoceno inicial e médio da Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí-Brasil): paisagem, paleoambiente e paleobotânica**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 189p. (Dissertação de Mestrado em Arqueologia).

MOTA, Leidiana Alves da; SCHEEL-YBERT, Rita. 2019. **Antracologia no Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí-Brasil): primeiros dados sobre a Toca do Boqueirão da Pedra Furada e a Toca do Sítio do Meio**. Revista de Arqueologia. V. 32, nº 2, p. 197-224.

MUTZENBERG, Demétrio da Silva. 2007. **Gênese e ocupação pré-histórica do sítio arqueológico Pedra do Alexandre: uma abordagem a partir da caracterização paleoambiental do Vale do Rio Carnaúba-RN**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 142p. (Dissertação de Mestrado em Arqueologia).

MUTZENBERG, Demétrio da Silva. 2010. **Ambientes de ocupação pré-histórica no Parque Nacional Serra da Capivara**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 256p. (Tese de Doutorado em Arqueologia).

MUTZENBERG, Demétrio; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; CISNERIOS, Daniela; VIDAL, Irma Asón; FELICE, Gisele Daltrini; SILVA, Daniele Gomes da; KHOURY, Helen.; LIBONATI, Renata. 2013. **Sítio arqueológico Lagoa Uri de Cima: cronoestratigrafia de eventos paleoambientais no semiárido nordestino**. FUMDHAMentos, Recife- PE, nº 10, v 1, p. 49-66.

MUTZENBERG, Demétrio; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. 2014. **Parque Nacional Serra da Capivara: Geomorfologia e Dinâmica das Paisagens**. In: Pessis, A. M.; Martin, G.; Guidon, N. (Orgs.) Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. São Raimundo Nonato. V. II A, p. 96-127.

NASCIMENTO, Luiz Ricardo da Silva Lôbo. 2008. **Dinâmica vegetacional e climática holocênica da Caatinga, na região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque-PE**. (Dissertação de Mestrado em Geociências), Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 137p.

NOVELLO, Valdir Felipe; CRUZ, Francisco W.; KARMANN, Ivo; BURNS, Stephen J.; STRÍKIS, Nicolás M.; Vuille, Mathias; CHENG, Hai; EDWARDS, R. Lawrence; SANTOS, Roberto V.; FRIGO, Everton; BARRETO, Eline A. S. 2012. **Multidecadal climate variability in Brazil's Nordeste during the last 3000 years based on speleothem isotope records**. Geophysical Research Letters, vol. 39, p. 1-6.

NOVELLO, Valdir Felipe; CAMPOS, Maria de Carvalho; CHIESSI, Cristiano Mazur; PAULA-SANTOS, Gustavo Macedo de; PESSEDA, Luiz Carlos Ruiz; GOMES, Taciana; UTIDA, Giselle; CRUZ, Francisco William. 2021. **Aplicação de isótopos estáveis de carbono no estudo das mudanças climáticas e ambientais**. Derbyana, São Paulo, p. 1-27.

OLIVEIRA, Cláudia Alves; CASTRO, Viviane Maria. 1997. **Relatório das escavações: Sítio São Braz - Piauí**. Fundação Museu do Homem Americano/ Universidade Federal de Pernambuco - Núcleo de Estudos Arqueológicos – NEA.

OLIVEIRA, Roberto Gusmão de. 1998. **Arcabouço geotectônico da região da Faixa Riacho do Pontal, Nordeste do Brasil: dados aeromagnéticos e gravimétricos**. Dissertação de Mestrado, IG-USP, 157 p.

OLIVEIRA, Cláudia Alves. 2003. **Os ceramistas pré-históricos do sudeste do Piauí - Brasil: estilos e técnicas**. Revista Fumdhamentos, V. III, p. 59-127.

PAGLI, Marina; LUCAS, Livia Oliveira de; LOURDEAU, Antoine. 2016. **Proposta de sequência tecnocultural da Serra da Capivara (Piauí) do Pleistoceno final ao Holoceno recente**. Cadernos do CEOM, Chapecó, v.29, n.45, p. 243-267.

PAIXÃO, Jesus da Silva. 2010. **Contribuição à paleoecologia da Amazônia meridional na planície de inundação do rio Teles Pires, no Norte do Estado de Mato Grosso**. São Paulo: Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos.

PARENTI, Fábio. 1993. **Le gisement Quaternaire de la Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí, Brésil)**. Thèse de Doctorat, Ecole de Hauts Etudes em Sciences Sociales, Paris.

PARENTI, Fábio. 1995-1996. **Estratigrafia do Caldeirão do Rodriguez, São Raimundo Nonato, Piauí**. Revista Clio Arqueológica, v. 1, n. 11, p. 119-135.

PARENTI, Fábio. 2001. **Le Gisement Quaternaire de Pedra Furada (Piauí, Brésil): stratigraphie, chronologie, évolution culturelle**. Édition Recherche sur les Civilisations, Paris.

PARENTI, Fabio; GUÉRIN, Claude; MENGOLI, Davide; FAURE, Martine; NATALI, Luca; CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; FERRARI, Sonia; VALENÇA, Lucia Manfra. 2003. **Sondagens na Lagoa do Quari, São Raimundo Nonato, Piauí: Campanha 2002**. Revista Fundamentos, V1, n. 3, p. 129-146.

PARENTI, Fabio; AIMOLA, Giulia; CANDELATO, Federica; CHAVES, Sérgio; FAURE, Martine; FERRARI, Sonia; GUERIN, Claude; MENGOLI, Dativ; NATALI, Luca; RIODA, Vittorio; SCARDIA, Giancarlo; VALLI, Andrea Maria F. 2021. **Lagoa do Quari (São Raimundo Nonato, Piauí): Palaeoenvironment and wetland archaeology in Northeastern Brazil**. Geoarchaeology, p.1-25.

PELLERIN, Joel. 1984. **Les bases physiques**. In: Guidon, N (org). **Làire archéologique du sud estdu Piauí**. Ed. Recherche Sur lês Civilisation, Paris, p. 11-22.

PELLERIN, Joel. 2014. **Unidades de Relevo e Formações Superficiais na Região do Parque Nacional Serra da Capivara**. In: Pessis, A.M.; Martin, G.; Guidon, N. (Orgs.) Os Biomas e as Sociedades Humanas na Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. São Raimundo Nonato. V. II A, p. 58-64.

PESSENDA, Luiz Carlos Ruiz; GOUVEIA, Susy Eli Marques; ARAVENA, Ramon. 2001. **Radiocarbon dating of total soil organic matter and humin fraction and its comparison with C14 ages of fossil charcoal**. Radiocarbon, v. 43, p. 595-601.

PESSENDA, Luiz Carlos Ruiz; GOUVEIA, Susy Eli Marques; FREITAS, H. A.; RIBEIRO, Adauto de Sousa; ARAVENA, Ramon; BENDASSOLLI, José Albertino; LEDRU, Marie-Pierre; SCHEELYBERT, R. 2005. **Isótopos do Carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais**. In: Souza, C.R.G.; Suguio K.; Oliveira, A.M.S; Oliveira P.E. (Eds). Quaternário do Brasil. Editora Holos, São Paulo, Cap. 4: p.75-93.

PESSENDA, Luiz Carlos Ruiz; JUNIOR, Antonio Álvaro Buso; GOUVEIA, Susy E. M.; LORENTE, Flávio de Lima; FRANCISQUINI, Mariah Izar. 2015. **Estudos interdisciplinares na reconstrução milenar da dinâmica climática, da vegetação e marinha no Brasil**. Piracicaba: CENA/USP.

PESSIS, Anne Marie. 2003. **Imagens da pré-história**. Parque Nacional Serra da Capivara. Fumdam/Petrobrás.

PEYRE, Evelyne. 1993. **Nouvelle découverte d'un homme préhistorique américain: une femme de 9700 ans au Brasil**. C.R. Acad. Sci. Paris, sér. II, t. 316, p. 839-842.

PEYRE, Evelyne. 1994. **L'homme préhistorique de São Raimundo Nonato (Piauí, Brésil)**. Bulletin de la Société Préhistorique Française, Lyon, v.91, n.4/5, p.251-256.

PEYRE, Evelyne; GUÉRIN, Claude; GUIDON, Niède; COPPENS, Yves. 1998. **Des restes humains pléistocènes dans la Grotte du Garrincho, Piauí, Brésil**. CRAS. Sciences de la Terre et des Planètes, Paris, v.327, n.5, p.335-360.

PIMENTEL, N. L., WRIGHT, V. P., AZEVEDO, T. M. 1996. **Distinguishing early groundwater alteration effects from pedogenesis in ancient alluvial basins: examples from Palaeogene of southern Portugal**. Sedimentary Geology.

PROUS, André. 1992. **Arqueologia Brasileira**. 1ª. ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.

RAMOS, Débora Albuquerque Meira Coelho. 2019. **Estudo e Interpretação dos Fitólitos para fins Paleoambientais na Lagoa Uri de Cima (Salgueiro-PE)**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 125p. (Tese de Doutorado em Geografia).

RENFREW, Colin. 1976. **Archaeology and the Earth Sciences**. In: DAVIDSON, D.A., SHACKLEY, M.L, ed., Geoarchaeology: Earth Science and the Past, Westview Press, Boulder, Colorado, pp. 1-5.

RENFREW, Colin; BAHN, Paul. 2013. **Arqueología: Teorías, métodos y práctica**. Madrid: Akal.

RIBEIRO, Adauto de Souza. 2002. **Dinâmica paleoambiental da vegetação e clima durante o Quaternário tardio em domínios da mata Atlântica, brejo do semi-árido e cerrado nordestinos, utilizando isótopos do carbono da matéria orgânica do solo e das plantas**. Piracicaba. Universidade de São Paulo. 193p. (Tese de Doutorado).

RIODA, Vittorio; CANDELATO, Federica; MOTA, Leidiana; PARENTI, Fábio. 2011. **Jazidas de rochas silicosas na área do Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí, Brasil): primeiros dados geoarqueológicos**. Revista Museu de Arqueologia e Etnografia, São Paulo, nº 21, p. 103-113.

RODET, Joel. 1995. **Un paléo-karst tropical de zone semi-aride: les cavites de São Raimundo Nonato (Piauí, Brésil)**. 10ème Congrès National de Spéléologie, Breitenbach, 6-8 outubro 1995, Soc. Spél.

RODET, Joel. 1997. **As zonas cársticas de São Raimundo Nonato (Piauí, Brasil)**. In: O carste, v. 9. nº1. p. 2 a 7.

RODET, Joel; MAURY, F. 1988. **Le karst du Serrote do Sansão à São Raimundo Nonato (Piauí, Brésil)**. Relatório da missão, abril-maio 1988, FUMDHAM, São Raimundo Nonato & URA-903 do CNRS, Aix em Provence, 19 p.

SAMPAIO, Lorena da Fonseca; DAL´BÓ, Patrick Führ; BASILICI, Giorgio; MARINHO, Thiago da Silva. 2017. **Interpretação paleoambiental dos calcretes da Formação Marília na região de Uberaba (MG)**. Revista do Instituto de Geociências – USP. V. 17, nº 2, p. 193-210.

SANTOS, Janaína C; FELICE, Gisele Daltrini; BRITO, Silvio Luis de Miranda; BARRETO, Alcina Magnólia Franca; SUGUIO, Kenitiro; LAGE, Maria Conceição Soares Menezes; TATUMI, Sonia. 2005. **Dados sedimentológicos e geocronológicos do sítio arqueológico Toca do Gordo do Garrincho, Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí**. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ESTUDO DO QUATERNÁRIO. Guarapari: ABEQUA, 2005. 1 CD-ROM.

SANTOS, Janaina Carla. 2007. **O Quaternário do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil: morfoestratigrafia, sedimentologia, geocronologia e paleoambiente**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 171p. (Tese de Doutorado em Geociências).

SANTOS, Humberto Gonçalves; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio; FILHO, José Coelho de Araújo; OLIVEIRA, João Bertoldo; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. 2018. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., Brasília-DF: Embrapa, 356 p.

SCHIFFER, Michael B. 1972. **Archaeological Context and Systemic Context**. American Antiquity, v. 37, n. 2, pp. 156-165.

SCHIFFER, Michael B. 1975. **Archaeology as Behavioral Science**. American Anthropologist, 77:836-48.

SCHIFFER, Michael B. 1976. **Behavioral Archeology**. New York: Academic Press.

SCHMITZ, Pedro Ignácio. 1993. **Caçadores e coletores antigos da região do Cerrado**. In: PINTO, M, N (Org). Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas. Editora Universidade de Brasília, p. 109-154.

SIANTO, Luciana; SANTOS, João Daniel Oliveira; MAGALHÃES, Juliana Gomes; SANTOS, Isabel Teixeira; SILVA, Lúcia Helena Sampaio da; SALDANHA, Bruna Montenegro; KLEIN, Erika; SILVA, Priscilla Araújo da; CHAME, Marcia. 2013. **Coprólitos, Sedimentos e Fezes de Animais do Sítio Arqueológico Lagoa Uri de Cima: Análise Preliminar**. FUMDHAMentos, Recife- PE, nº 10, v 1, p. 130-147.

SILVA, Danielle Gomes da. 2007. **Evolução Paleoambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda, Município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco (Dissertação de Mestrado em Geografia).

SILVA, Fabiana Marinho; FIGUEIRAS, César Felipe Cordeiro; BARRETO, Alcina Magnólia Franca; OLIVEIRA, Édson Vicente. 2010. **Mamíferos do Pleistoceno Superior de Afrânio, Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Quaternary and Environmental Geosciences, p. 1-11.

SILVA, Danielle Gomes da. 2013. **Reconstrução da Dinâmica Geomorfológica do Semiárido Brasileiro no Quaternário Superior a Partir de Uma Abordagem Multiproxy**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 277p. (Tese de Doutorado em Geografia).

SILVA, C. M.; ARBILLA, G.; SOARES, R.; MACHADO, W. 2018. A Nova Idade Meghalayan: **O que isso Significa para a época do Antropoceno?** Revista Virtual de Química, v. 10, n 6, p. 1648-1658.

SILVA, Maria Luísa Gomes; LIMA, Flávia Jorge de; CÔRREA, Antônio Carlos de Barros. 2021. **Reconstrução paleoambiental do maciço Água Branca, semiárido de Alagoas, a partir da análise dos sedimentos de encosta.** Geosul, Florianópolis, v. 36, nº 78, p. 454-475.

SOARES, Adriana Mayra Almeida; AQUINO, Crisvanete. 2014. **Cachimbos cerâmicos do Sítio Aldeia do Carlos – Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil.** Clio Arqueológica, V. 29, N. 1, p. 11-25.

SOLARI, Ana; PESSIS, Anne Marie; MARTIN, Gabriela; GUIDON, Niède. 2018a. **Funerary practices at the Toca do Gongo III Site during the Late Holocene in Serra da Capivara (Piauí, Brazil).** Bioarchaeology International, V. 2, N. 3, p. 165-181.

SOLARI, Ana; SILVA, Sérgio F. S. M. da; PESSIS, Ane Marie, MARTIN, Gabriela; GUIDON, Niède. 2018b. **Older Burial Disturbance: Posttunerary Manipulation of Graves and Corpses in Precontact Northeastern Brazil.** Latin Americana Antiquity, p. 1-14.

SOLARI, Ana. 2019. **Relatório de análise bioarqueológica dos remanescentes ósseos humanos dos sítios pré-cerâmicos nos Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões, PI.** 42p. (Relatório de pesquisa).

SOLARI, Ana; PESSIS, Anne Marie; MARTIN, Gabriela; GUIDON, Niède. 2020. **An archaeothanatological approach for interpreting a complex funerary deposit: the case study of “Burial 2” at Toca do Enoque (Middle Holocene, Northeastern Brazil).** Archaeological and Anthropological Sciences.

SOLARI, Ana; FELICE, Gisele Daltrini; PESSIS, Anne Marie; MARTIN, Gabriela; GUIDON, Niède. 2022. **From bodies in hammock bundles to commingled burnt remains: an archaeothanatological case study of a two-stage burial cycle at Toca do Alto da Serra do Capim (Middle-Late Holocene, Northeastern Brazil).** Archaeological and Anthropological Sciences.

SOUZA, Sheila Mendonça de; VIDAL, Irma; OLIVEIRA, Claudia; VERGNE, Cleonice. 2002. **Mumificação natural na Toca da Baixa dos Caboclos, sudeste do Piauí: uma interpretação integrada dos dados.** In: Canindé, Revista do Museu de Arqueologia de Xingó. p. 83-102.

STEIN, Julie. 2001. **A Review of Site Formation Processes and Their Relevance to Geoarchaeology.** In: GOLDBERG, P., HOLLIDAY, V.T., FERRING, C.R., ed. Earth Sciences and Archaeology. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, pp.37-51.

STOCK, Greg M.; GRANGER, Darryl E.; SASOWSKY, Ira D.; ANDERSON, Robert S.; FINKEL, Robert C. 2005. **Comparison of U-Th, paleomagnetism, and cosmogenic burial methods for dating caves: Implications for landscape evolution studies.** Earth and Planetary Science Letters, v.236, p.388-403.

SUGUIO, Kenitiro. 1973. **Introdução à sedimentologia.** Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 317p.

SUGUIO, Kenitiro. 1980. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. Edgar Blucher, São Paulo, 500 p.

SUGUIO, Kenitiro. 1988. **Dicionário de Geologia Sedimentar e Áreas Afins**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1217p.

SUGUIO, Kenitiro. 2003. **Geologia Sedimentar**. 1ª ed. Edgar Blucher. São Paulo, 400 p.

SUGUIO, Kenitiro. 2008. **Mudanças Ambientais da Terra**. 1ª ed. São Paulo: Instituto Geológico e Secretária do Estado do Meio Ambiente, 339 p.

S. O. Rasmussen; K. K. Andersen; A. M. Svensson; J. P. Steffensen; B. M. Vinther; H. B. Clausen; M.-L. Siggaard-Andersen; S. J. Johnsen; L. B. Larsen; D. Dahl-Jensen; M. Bigler; R. Røstlisberger; H. Fischer; K. Goto-Azuma; M. E. Hansson; U. Ruth. 2006. **A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination**. Journal of Geophysical Research, p. 1-15.

TAVARES, Bruno de Azevedo Cavalcanti. 2010. **A participação da morfoestrutura na gênese da compartimentação geomorfológica do Gabrén do Cariatá, Paraíba**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 137p. (Dissertação de Mestrado em Geografia).

TAVARES, Bruno de Azevedo Cavalcanti; GALVÃO, Diogo Cavalcanti. 2016. **Discutindo as possibilidades interpretativas dos estudos paleoclimáticos: O Caso da Lagoa do Puiú, PE**. Clio Arqueológica, v. 31, n. 3, p. 48–73.

TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. Cristina Motta de; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fabio. 2003. **Decifrando a Terra**. Oficina de Textos. São Paulo, 568 p.

TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset. 2011. **Noções de Carstologia (apostila da disciplina)**. Belo Horizonte: PUC/MG, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial.

VALLADARES, Gustavo Souza; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia; AQUINO, Renê Pedro de; BEIRIGO, Raphael Moreira. 2017. **Solos frágeis do Parque Nacional Serra da Capivara**. GEOgraphia. v. 19, n 41.

VIALOU, Denis; BENABDELHADI, Mohammed; PENAS, James.; FONTUGNE, Michel; VIALOU, Águeda Vilhena. 2017. **Peopling South America's centre: the late Pleistocene site of Santa Elina**. Antiquity, Cambridge, v. 91, n. 358, p. 865-884.

VILA, Assumpção; ESTEVEZ, Jordi. 2000. **Estratigrafías en contexto**. KREI: Círculo de Estratigrafía Analítica 5:29-61.

VILLAGRÁN, Ximena Suárez. 2008. **Análise de arqueofácies na camada preta do sambaqui Jabuticabeira II**. São Paulo – Dissertação (Mestrado em Arqueologia), Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo.

VILLAGRÁN, X. S.; HARTMANN, G. A.; STAHLSCHEIDT, M.; HEINRICH, S.; GLUCHY, M. F.; HATTÉ, C.; LAHAYE, C.; GRIGGO, C.; PÉREZ, A.; RAMOS, M. P. M.; HARUAN STRAIOTO, SANTOS, J.; TRINDADE, R. I. F., STRAUSS, A.; GUIDON, N.; BOEDA, E. 2021. **Formation Processes of the Late Pleistocene Site Toca da Janela da Barra do Antonião – Piauí (Brazil)**. Revista PaleoAmerica, p. 1-20.

WATERS, M. R. **Principles on Geoarchaeology, a North-American Perspective.** The University of Arizona, 1996.

WHITE, William B. 2007. **Cave sediments and paleoclimate.** *Journal of Cave and Karst Studies*. v. 69, n. 1, p. 76-93.

WRIGHT, V. P., TUCKER, Maurício. 1991. **Calcretes: An introduction.** In: V. P. Wright, M. E. Tucker (Eds.), *Calcretes* (1-22). Oxford: Blackwell.

WOOD, W. Raymond; JOHNSON, Donald Lee. 1978. **Survey of Disturbance Processes in Archaeological site Formation.** In: SCHIFFER, M., ed., *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 1, Academic Press, New York, pp. 315-381.

LI, Yanrong; ZHANG, Weiwei; AYDIN, Adnan; DENG, Xiaohong. 2018. **Formation of calcareous nodules in loess–paleosol sequences: Reviews of existing models with a proposed new “per evapotranspiration model”.** *Journal of Asian Earth Sciences*, n°154, p. 8-16.