



UFPE

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

**GÊNESE E OCUPAÇÃO PRÉ-HISTÓRICA DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA
DO ALEXANDRE: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO
PALEOAMBIENTAL DO VALE DO RIO CARNAÚBA-RN**

DEMÉTRIO DA SILVA MUTZENBERG

**Recife
2007**

DEMÉTRIO DA SILVA MUTZENBERG

GÊNESE E OCUPAÇÃO PRÉ-HISTÓRICA DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO
ALEXANDRE: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL
DO VALE DO RIO CARNAÚBA-RN

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Arqueologia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Arqueologia.

ORIENTADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Gabriela Martin Ávila

CO-ORIENTADOR:

Prof^º. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa

RECIFE

2007

Mutzenberg, Demétrio da Silva

**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: O Autor, 2007.
142 folhas : il., fotos, gráf., mapa, tab.**

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Arqueologia. Recife, 2007.

Inclui: bibliografia e anexos

1. Arqueologia. 2. Arqueologia ambiental. 3. Geoarqueologia. 4. Reconstrução paleoambiental. 5. Vale do Rio Carnaúba-RN – Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. I. Título.

**902
930.1**

**CDU (2. ed.)
CDD (22. ed.)**

**UFPE
BCFCH2008/03**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA

ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DO ALUNO DEMÉTRIO DA SILVA MUTZENBERG

Às 9 horas do dia 13 (treze) de julho de 2007 (dois mil e sete), no Curso de Mestrado em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, a Comissão Examinadora da Dissertação para obtenção do grau de Mestre apresentada pelo aluno **Demétrio da Silva Mützenberg** intitulada "GÊNESE E OCUPAÇÃO PRÉ-HISTÓRICA DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO ALEXANDRE: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL DO VALE DO RIO CARNAÚBA-RN", em ato público, após arguição feita de acordo com o Regimento do referido Curso, decidiu conceder ao mesmo o conceito "**Aprovado com Distinção**", em resultado à atribuição dos conceitos dos professores: **Antonio Carlos de Barros Corrêa, Ricardo Pinto de Medeiros e Francisco Jaime Bezerra Mendonça**. Assinam também a presente ata, a Vice-Coordenadora em Exercício, Profª Cláudia Alves de Oliveira e a secretária Luciane Costa Borba para os devidos efeitos legais.

Recife, 13 de julho de 2007

Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Correa

Prof. Dr. Ricardo Pinto de Medeiros

Prof. Dr. Francisco Jaime Bezerra Mendonça

Profª Cláudia Alves de Oliveira

Luciane Costa Borba

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^ª. Gabriela Martin, pelo seu pioneirismo nos estudos arqueológicos do Seridó e por haver aceitado e apoiado integralmente a realização deste projeto desde o início.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa, pelas suas inestimáveis contribuições a este trabalho, por sua atenção, dedicação e paciência.

À Prof^ª. Dr^ª. Anne-Marie Pessis, por ter acreditado neste trabalho e apoiado de forma atenciosa através de sugestões, críticas e estímulo contínuo.

À Prof^ª. Dr^ª. Alcina Magnólia Barreto, pelo seu auxílio através da disponibilização do Laboratório de Paleontologia do Departamento de Geologia da UFPE para a realização das análises morfoscópicas e por suas sugestões ao trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Pessoa, pelas discussões em campo e na universidade sobre geologia estrutural.

A Bruno Tavares, por sua ajuda na análise morfoestrutural do vale do Rio Carnaúba no início da pesquisa.

A Daniele Silva, por toda a ajuda prestada durante o desenvolvimento do trabalho sob as mais diversas formas.

A Manoel Messias Santos Silva, por toda a sua contribuição durante as prospecções e trabalhos de campo no Seridó.

A Adrienne Costa, pelas suas belas fotografias e toda a ajuda em campo.

A Arnaldo Alves de Oliveira por toda a sua competência em chegar aos lugares mais inóspitos em uma 4x4.

A Rafael Saldanha, Flávio de Aguiar Moraes e Waldimir Leite Neto por toda a ajuda em campo, principalmente por toparem percorrer todo o rio Carnaúba.

A Daniela Cisneiros, por toda a sua dedicação e apoio em situações difíceis.

A Onésimo Santos, pelas discussões freqüentes e por importantes contribuições bibliográficas.

A Marcellus Almeida, pela extenuante análise dos materiais líticos do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

A Viviane Castro, por seu auxílio através do escaneamento dos antigos slides do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

A Anacleto da Fonseca Júnior da UFRPE, pela realização das análises granulométricas.

A Sidreh José Camilo de Melo da UFRPE, pela preparação das lâminas de argila.

A João Carlos de Albuquerque, pela elaboração dos difratogramas das argilas.

Às Prof^{as}. Dr^{as}. Carlinda Campelo Farias e Lucila Borges pela análise inicial dos difratogramas das argilas.

Ao Prof. Dr. Jaime Mendonça, pela disponibilização de equipamentos topográficos para a realização desta pesquisa.

A Vivian Sena e Lucileide Lima Tavares por haverem iniciado a jornada arqueológica junto comigo nos idos anos de

A todo o pessoal do NEA, por todos os trabalhos de campo já realizados.

Aos meus pais, Remo e Maria Helena e à meu irmão Dimas pelo apoio incondicional em todas as fases da minha vida.

A Adriana B. G. Barbosa, pelo amor, carinho e apoio durante toda a realização deste trabalho.

Ao CNPq e Fundação Seridó, por haverem financiado integralmente o projeto.

SUMÁRIO

Lista de figuras	i
Lista de tabelas	iv
Resumo	v
Abstract	vi
1. Introdução	01
2. Antecedentes	04
2.1. A Área Arqueológica do Seridó	04
2.2. Paleoclimatologia do Nordeste do Brasil	08
3. Quadro Teórico	15
3.1. Pressupostos Teóricos	15
3.1.1. Arqueologia	15
3.1.2. Geociências	20
3.2. Problemática	23
3.2.1. Problemas arqueológicos	23
3.2.2. Objetivos	24
4. Metodologia	25
5. O vale do rio Carnaúba	33
5.1. Localização e ambiente físico	33
5.1.1. Localização geográfica	33
5.1.2. Geologia	33
5.1.3. Geomorfologia	40
5.1.4. Clima	45
5.1.5. Solos	47
5.1.6. Vegetação	48
5.2. Análise morfométrica da bacia do rio Carnaúba	49
5.2.1. Hierarquização da rede de drenagem	49
5.2.2. Análise de índices morfométricos	51
5.2.3. Análise do índice RDE e perfil longitudinal do rio Carnaúba	55
5.3. Análise morfoestrutural do vale do rio Carnaúba	62
5.3.1. Análise de paleosuperfícies	62
5.3.2. Análise de lineamentos de relevo e drenagem	65
5.4. Análise sedimentológica das seções verticais	70
5.4.1. Chave para a nomenclatura das amostras	70
5.4.2. O tipo de sedimentação fluvial do rio Carnaúba	71
5.4.3. Análise da seção vertical RC	75
5.4.4. Análise da seção vertical RE	81
5.4.5. Análise da seção vertical LA	85
5.4.6. Interpretação da dinâmica ambiental do vale do rio Carnaúba	89

6. O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre	94
6.1. Localização	94
6.2. Vestígios arqueológicos evidenciados	94
6.3. Gênese do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre	102
6.3.1. Análise da seção vertical PA	102
6.3.2. Interpretação da formação do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre	111
6.3.3. Relação entre os vestígios arqueológicos datados e as camadas naturais do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre	114
6.4. Análise da relação entre a ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e o vale do rio Carnaúba	118
6.4.1. Análise espacial	118
6.4.1.1. <i>Análise da localização do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre</i>	119
6.4.1.2. <i>Análise do conjunto de sítios da Tradição Nordeste no vale do Rio Carnaúba</i>	121
6.4.1.3. <i>Análise de captação de recursos</i>	126
6.4.2. Análise da relação entre a ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e o paleoambiente do vale do rio Carnaúba	130
7. Conclusões	134
8. Referências bibliográficas	136

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Área Arqueológica do Seridó.	1
Figura 2: Localização do vale do rio Carnaúba.	2
Figura 3: Localização dos Sítios Arqueológicos da Tradição Nordeste na Área Arqueológica do Seridó.	5
Figura 4: Variações de temperatura no Holoceno a nível global com curva de melhor ajuste.	9
Figura 5: Modelo ambiental para a área de Triunfo-PE.	13
Figura 6: Modelo estático e esquemático do equilíbrio dinâmico entre as redes do subsistema de um sistema sociocultural único e seu sistema ambiental total.	16
Figura 7: Modelos de determinação de ordem e magnitude de drenagem, segundo Strahler (1952) e Shreve (1966).	26
Figura 8: Áreas selecionadas para coleta de amostras de sedimentos.	29
Figura 9: Tipo e intensidade do intemperismo relacionado à temperatura, pluviosidade e vegetação.	31
Figura 10: Mapa geológico simplificado da Folha Jaguaribe-SE.	34
Figura 11: Arcabouço geológico do vale do Rio Carnaúba.	36
Figura 12: Sítio Arqueológico Xique-xique III. Suporte rochoso: Quartzito, Formação Equador.	37
Figura 13: Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Suporte rochoso: Biotita-xisto, Formação Seridó.	37
Figura 14: Sítio Arqueológico de Tradição Itaquiara. Suporte rochoso: Granito, Suíte calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga.	38
Figura 15: Nascente do rio Carnaúba. Crosta laterítica característica da Formação Serra dos Martins.	39
Figura 16: Vale do rio Carnaúba. Terraço, canal entrelaçado ativo e barra fluvial.	40
Figura 17: Hipsometria do vale do Rio Carnaúba.	41
Figura 18: Imagem de satélite demonstrando as feições geomorfológicas do vale do Rio Carnaúba.	42
Figura 19: Modelo digital de terreno (MDT) do vale do Rio Carnaúba.	43
Figura 20: Diagrama Ombrotérmico da cidade de Carnaúba dos Dantas-RN. Ponto de Coleta: Riacho Fundo, Fz Carnaúbas dos Dantas. Lat.6° 33' Long. 36° 30'.	46
Figura 21: Tipos climáticos no Estado do Rio Grande do Norte.	46
Figura 22: Áreas de ocorrência de desertificação no Estado do Rio Grande do Norte.	47
Figura 23: Hierarquização, magnitude e bacia de drenagem do rio Carnaúba.	50
Figura 24: Gráfico de isovalores de densidade de drenagem para o vale do rio Carnaúba. Índices em km de drenagem / km ² .	53
Figura 25: Mapeamento de declividade para o vale do rio Carnaúba.	54
Figura 26: Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE.	55
Figura 27: Distribuição espacial dos índices RDE para a bacia do rio Carnaúba.	56
Figura 28: Distribuição dos valores RDE ao longo do perfil longitudinal do rio Carnaúba, mostrando três principais anomalias.	57
Figura 29: Descontinuidade topográfica próximo ao quilômetro 10 do rio Carnaúba.	58
Figura 30: Garganta em granito da Suíte Itaporanga, próxima ao quilômetro 13 do rio Carnaúba.	58
Figura 31: Perfil longitudinal do canal principal do rio Carnaúba, com a utilização de uma linha de tendência logarítmica de forma a delinear as potenciais áreas deposicionais e a localização dos perfis estratigráficos amostrados.	59
Figura 32: Distribuição espacial da relação entre o perfil longitudinal do canal principal do rio Carnaúba e uma parabólica de equilíbrio.	60
Figura 33: Perfis de superfícies geomorfológicas segundo Kaisuka (1963)	62

Figura 34: Mapeamento de paleosuperfícies para o rio Carnaúba.	63
Figura 35: Deposição de argila nas camadas inferiores de uma seção vertical próximo ao quilômetro 38 do rio Carnaúba.	64
Figura 36: Mapeamento morfoestrutural e localização de áreas de confinamento sedimentar para o rio Carnaúba.	66
Figura 37: Diagramas de roseta representando a direção, percentagem de ocorrência e tamanhos médios dos lineamentos de relevo.	67
Figura 38: Mapa hidrogeológico do vale do rio Carnaúba.	69
Figura 39: Água a cerca de 50cm de profundidade. Foto retirada em início de Janeiro de 2007, antes do período de chuvas.	71
Figura 40: Canal entrelaçado do rio Carnaúba.	72
Figura 41: Depósitos característicos de rios entrelaçados (segundo Selley, 1976)	73
Figura 42: Mapeamento de detalhe acerca das influências de sedimento de encosta na região central do rio Carnaúba.	74
Figura 43: Vista geral da área da seção vertical RC.	75
Figura 44: Seção vertical RC.	76
Figura 45: Dique de pegmatito discordante ao canal principal do rio Carnaúba.	77
Figura 46: Vista geral da área da seção vertical RE. Margem esquerda do rio Carnaúba.	81
Figura 47: Seção vertical RE.	82
Figura 48: Local de coleta da seção vertical RE	83
Figura 49: Vista geral da área da seção vertical LA. Margem direita do rio Carnaúba.	85
Figura 50: Seção vertical LA.	86
Figura 51: Datações LOE para camadas do terraço fluvial do rio Carnaúba	89
Figura 52: Esquematisação do evento “Poço dos Andes” baseada na seqüência fotográfica do Satélite Geoestacionário SMS-2, entre 13 e 18 de Julho de 1975.	90
Figura 53: Relação de volume entre montmorilonita e caulinita encontradas nas camadas das seções verticais amostradas para o rio Carnaúba	92
Figura 54: Gráfico hipotético acerca da formação dos mantos de intemperismo relacionados ao volume de montmorilonita e caulinita em escala temporal.	93
Figura 55: Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	94
Figura 56: Painel rupestre do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	96
Figura 57: Relação cronológica entre os sepultamentos encontrados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	97
Figura 58: Localização dos sepultamentos no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	98
Figura 59: Distribuição por idade de 17 indivíduos sepultados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	99
Figura 60: Sepultamentos 1 e 2. Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	100
Figura 61: Distribuição dos vestígios líticos lascados por matéria-prima. Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	101
Figura 62: Localização da seção vertical PA e situação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre durante a coleta de amostras para análises sedimentológicas.	102
Figura 63: Mapa topográfico do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	104
Figura 64: Mapa de declividade do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	105
Figura 65: Mapa de dispersão de drenagem e acúmulo sedimentar no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	106
Figura 66: Seção Vertical PA.	107
Figura 67: Evolução de um abrigo sob-rocha.	108
Figura 68: Fluxos de sedimentação a oeste do abrigo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	109
Figura 69: Datação (PA1) da camada 4 da seção vertical PA relacionada à mudanças de temperatura globais.	111
Figura 70: Datações LOE para camadas naturais do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	112

Figura 71: Relação de volume entre montmorilonita encontradas nas camadas naturais do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	113
Figura 72: Gráfico hipotético da formação dos mantos de intemperismo relacionados ao volume de montmorilonita e caulinita em escala temporal no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	113
Figura 73: Perfil arqueológico entre os Setores XVI e I do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	115
Figura 74: Seqüência de sepultamentos nos setores V e XI do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	116
Figura 75: Vista geral do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre a partir do vale do Rio Carnaúba.	119
Figura 76: Panorâmica em 360° do domínio visual acima do abrigo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	120
Figura 77: Mapeamento da densidade de sítios arqueológicos da Tradição Nordeste no vale do rio Carnaúba.	123
Figura 78: Distribuição espacial dos sítios arqueológicos da Tradição Nordeste em relação ao arcabouço geológico do vale do rio Carnaúba.	124
Figura 79: Planta- baixa do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, mostrando a relação entre o suporte rochoso e a parte abrigada do sítio.	125
Figura 80: Planta- baixa do Sítio Arqueológico Xique-xique I, mostrando a relação entre o suporte rochoso e a parte abrigada do sítio.	125
Figura 81: Análise de captação de recursos para o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	127
Figura 82: Fragmentos de óxido de Ferro encontrados na barra fluvial do Rio Carnaúba, logo abaixo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.	129
Figura 83: Distribuição cronológica entre os sepultamentos datados do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e os episódios deposicionais do rio Carnaúba.	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados morfométricos obtidos para a bacia do rio Carnaúba	52
Tabela 2: Parâmetros morfométricos calculados para a bacia do rio Carnaúba	52
Tabela 3: Campanhas arqueológicas ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre	95
Tabela 4: Datações radiocarbônicas para o Sítio Pedra do Alexandre.	97
Tabela 5: Sítios Arqueológicos da Tradição Nordeste evidenciados no vale do Rio Carnaúba.	121

RESUMO

Neste trabalho analisa-se a ocupação humana pré-histórica no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, localizado no vale do rio Carnaúba, Área Arqueológica do Seridó, a partir da perspectiva da arqueologia ambiental e da geoarqueologia. Para isto procurou-se realizar uma caracterização paleoambiental do vale do rio Carnaúba a partir da análise da gênese, temporalidade e dos processos responsáveis pela formação dos depósitos sedimentares confinados no sítio arqueológico e nos terraços aluviais. A interpretação dos indicadores paleoambientais dos depósitos estudados foi realizada por meio de análises sedimentológicas, da difratometria de raios-X da fração argila e da datação absoluta de camadas por luminescência opticamente estimulada (LOE), visando estabelecer vínculos formativos entre os ambientes deposicionais de encosta e os de caráter fluvial. A partir de uma análise espacial da distribuição das áreas com evidências de ocupação humana e da caracterização paleoambiental dos ambientes deposicionais da bacia do rio Carnaúba, foram sugeridos possíveis fatores de ordem físico-natural que teriam favorecido a escolha desta área para a fixação de grupos humanos. Foi analisada ainda a formação do depósito arqueológico do Sítio Pedra do Alexandre e realizada uma correlação entre os sepultamentos datados entre 9400 ± 35 e 2620 ± 60 anos AP por ^{14}C e as interpretações paleoambientais para o vale do rio Carnaúba. Foi observado que a formação do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre mostrou-se de origem anterior à ocupação humana naquele local, sendo formado a partir de eventos de grande magnitude ocorridos há cerca de 58000 e 18000 anos AP. A partir de análises estratigráficas foi possível chegar à conclusão que o depósito arqueológico Pedra do Alexandre é quase completamente formado por processos pós-deposicionais causados pelos rituais de sepultamentos executados pelos grupos humanos. Foi possível observar ainda as ocupações humanas no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre deram-se em um período bastante vasto, mesmo que possivelmente não contínuo, demonstrando assim sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais ocorridas durante o Holoceno. O momento provavelmente mais favorável para a ocupação humana esteve relacionado ao Holoceno Médio, ali caracterizado por um clima ainda provavelmente úmido e quente e apontando para um possível reestabelecimento da cobertura vegetal relacionado a um regime pluviométrico mais sazonal e regular.

PALAVRAS-CHAVE: Geoarqueologia - Área Arqueológica do Seridó - Reconstrução paleoambiental - Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre - Rio Carnaúba

ABSTRACT

This study analyzes the prehistoric occupation in the Archaeological site Pedra do Alexandre, located in the valley of Carnaúba river, Archaeological Area of Seridó, from the perspective of environmental archaeology and the geoarchaeology. For this purpose, it was carried out a paleoenvironmental characterization of the valley of Carnaúba river from the analysis of the genesis, temporality and of the responsible processes for the formation of the confined sedimentary deposits in the archaeological site and the alluvial floodplains. The interpretation of the paleoenvironmental indicators of the studied deposits was carried through by means of sedimentological analyses, by x-rays diffraction of the clay fraction and the absolute dating of layers for optically stimulated luminescence (OSL), trying to establish formative bonds between depositional environments of hillslope and alluvial character. From a spatial analysis of the distribution of the areas with human occupation evidences and from the paleoenvironmental characterization of depositional environments of Carnaúba river basin, had been suggested possible factors of physical-natural order that would have favored the choice of this area for the setting of human groups. The formation of the archaeological deposit of the Archaeological site Pedra do Alexandre was analyzed and carried through a correlation between the burials dated between 9400 ± 35 and 2620 ± 60 years BP for ^{14}C and the paleoenvironmental interpretations for the valley of Carnaúba river. It was observed that the formation of the sedimentary deposit of the Archaeological site Pedra do Alexandre revealed of previous origin to the human occupation in that place, being formed from occurred events of great level at 58000 and 18000 years BP. From stratigraphic analyses it was possible to arrive at the conclusion that the archaeological deposit of Pedra do Alexandre is almost completely formed by pos-depositional processes caused by the rituals of burials executed for the human groups. It was possible to observe that the human occupations in the Archaeological Site Pedra do Alexandre had still been given in a large period, even that possibly not continuous, thus demonstrating its adaptability to the different ambient conditions occurred during the Holocene. The probably most favorable moment for the human occupation was related to the Late Holocene, probably characterized by a hot and humid climate and pointing for a possible reestablishment of the vegetal covering related to a more estational and regular pluviometrical regimen.

KEY-WORDS: Geoarchaeology – Archaeological Area of Seridó – Paleoenvironmental Reconstruction – Archaeological Site Pedra do Alexandre – Carnaúba river

1. Introdução

A pesquisa desenvolvida no âmbito de dissertação de mestrado tem como tema a ocupação pré-histórica na região do Seridó, tomando como estudo de caso o sítio arqueológico Pedra do Alexandre que se localiza no vale do rio Carnaúba-RN. Para fins deste estudo, será proposta uma reconstrução paleoambiental do referido vale durante o Holoceno.

O objeto de estudo está inserido na Área Arqueológica do Seridó, localizada na Microrregião do Seridó Oriental-RN (**Figuras 1 e 2**). Esta região apresenta, em seu entorno, uma grande quantidade de sítios arqueológicos pré-históricos e é particularmente conhecida pela concentração de abrigos contendo pinturas rupestres da Tradição Nordeste.



Figura 1: Localização da Área Arqueológica do Seridó. Fonte: PESSIS & MARTIN, 2002.

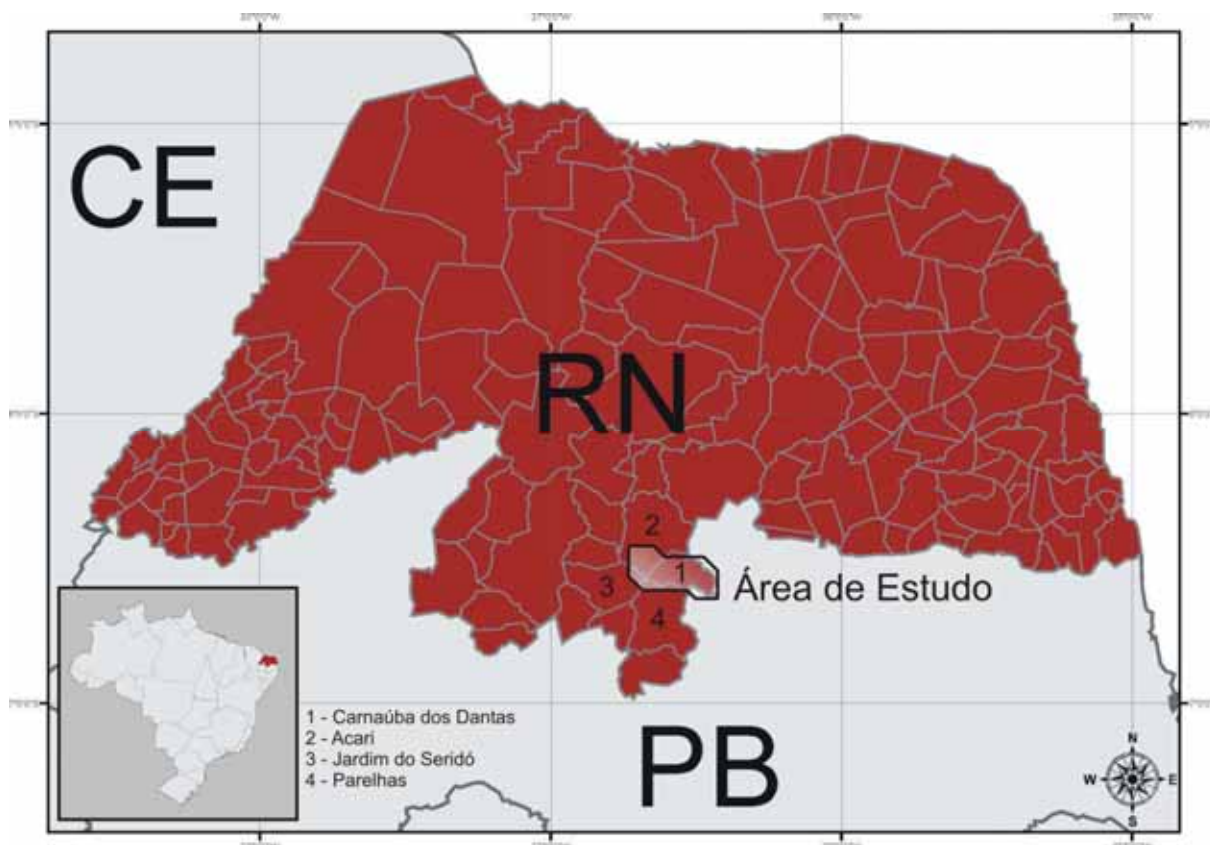


Figura 2: Localização do vale do rio Carnaúba. Fonte: Baseado em dados do IBGE.

O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, localizado no Vale do rio Carnaúba, é atualmente o único a dispor de uma seqüência cronológica para a ocupação pré-histórica na Área Arqueológica do Seridó. Esse sítio possui onze datações absolutas obtidas através do método de ^{14}C a partir de carvões relacionados a esqueletos humanos, que vão de 9.400 anos AP a 2.620 anos AP (MARTIN, 1995/1996).

As áreas arqueológicas, com a presença de grafismos rupestres localizadas no semi-árido nordestino, concentram-se em locais que atualmente se caracterizam como refúgios ecológicos naturais, oferecendo condições mais amenas para a sobrevivência humana. São áreas relacionadas a brejos de altitude, como no caso do Brejo da Madre de Deus e Buíque em Pernambuco, ou inseridas em ambientes de ecótono, ou seja, zonas de confluência de dois biomas, como no caso do Parque Nacional Serra da Capivara.

A Área Arqueológica do Seridó está localizada em um dos locais atualmente mais secos do país e faz parte dos núcleos de desertificação contemporânea do semi-árido brasileiro, juntamente com Cabrobó-PE, Gilbués-PI e Irauçuba-CE. Um dos principais fatores responsáveis pelo desencadeamento do processo de desertificação no Seridó é a retirada

da vegetação nativa para a utilização em fornos de cerâmica, a própria extração do regolito para servir como matéria-prima na produção de telhas e tijolos, além do sobrepastoreio, onde a quantidade de animais criados excede a capacidade de carga dos agroecossistemas locais.

Não se sabe, porém, como eram as condições ambientais vigentes durante a ocupação pré-histórica do sítio arqueológico Pedra do Alexandre e nem como as mudanças ambientais agiram especificamente no vale do rio Carnaúba durante aquele período de ocupação humana. Neste sentido é importante ressaltar a escassez de estudos de reconstrução paleoambiental e paleoclimática do Nordeste continental como um todo para o Quaternário e, sobretudo, para o Holoceno.

Para uma melhor compreensão dos processos ocupacionais humanos relacionados à deposição dos sedimentos ora confinados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, bem como a reconstrução de sua gênese sedimentológica é necessária uma investigação dos agentes formativos da paisagem e das modificações ambientais ocorridas durante o Holoceno em escala local.

Em face da crescente importância que vem assumindo a variável ambiental nas pesquisas das populações humanas pretéritas, consideramos que este é um assunto ainda pouco explorado nos estudos arqueológicos da área em apreço. Este trabalho, portanto, poderá contribuir para o entendimento das dinâmicas ocupacionais e ambientais no vale do rio Carnaúba e, particularmente, no sítio arqueológico Pedra do Alexandre, bem como procurar auxiliar os estudos paleogeográficos do semi-árido nordestino.

Para explicitação do objeto de pesquisa e delineamento da mesma, será apresentado um breve histórico da Área Arqueológica do Seridó e dos estudos sobre paleoclimatologia do Nordeste brasileiro, além dos pressupostos teóricos utilizados no trabalho de forma a delimitar o problema, os objetivos e especificar a metodologia a ser utilizada na pesquisa.

2. Antecedentes

2.1. A Área Arqueológica do Seridó

Segundo Martin (2003), uma *Área Arqueológica* constitui-se de uma unidade territorial com um número expressivo de sítios pré-históricos. Trata-se de uma categoria de entrada para o início e continuidade sistemática de uma pesquisa, devendo ter limites flexíveis dentro de uma unidade ecológica que participe das mesmas características geo-ambientais. Tomando como base este conceito, é primordial a concepção do sítio arqueológico inserido em um território e em um ambiente, buscando a compreensão das interações do ser humano com o meio no qual está inserido. Em suma, uma Área Arqueológica configura a paisagem cultural de um determinado recorte físico da superfície terrestre.

A Área Arqueológica do Seridó apresenta em seu entorno uma grande quantidade de sítios arqueológicos pré-históricos e está localizada na zona fronteiriça entre os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba (**Figura 1**).

Essa região possui um importante patrimônio cultural pré-histórico, constituído de sítios arqueológicos portadores de pinturas e gravuras rupestres, havendo uma considerável concentração de sítios contendo pinturas rupestres pertencentes à Tradição Nordeste, sobretudo na área central do vale do rio Carnaúba (**Figura 3**).

O termo Tradição foi utilizado para identificar classes iniciais de caráter mais geral e estabelecidas através dos tipos de grafismos representados e pela proporção relativa que esses tipos guardam entre si (GUIDON, 1984, apud PESSIS, 1992). As diferenças entre duas Tradições não se dão por fatores quantitativos, mas por fatores qualitativos, a partir do estabelecimento de uma hierarquia de indicadores (PESSIS, 1992).

Segundo Pessis (1992) a Tradição Nordeste é integrada pela presença de grafismos reconhecíveis (figuras humanas, animais, plantas e objetos) e grafismos puros, os quais não podem ser identificados. A representação de ações, cujo tema às vezes pode ser reconhecível, seria um dos atributos desta Tradição. Suas características principais são a narratividade e diversidade de cenas. Há um grande número de grafismos reconhecíveis, sendo comum as representações de antropomorfos e zoomorfos, e com menos

freqüência, representações de fitomorfos e objetos. Algumas cenas, nas quais não é possível identificar a temática, denominadas registros ou grafismos emblemáticos, funcionam como marcadores da Tradição Nordeste. Para Martin e Asón (2000) os grafismos emblemáticos, pelo seu caráter repetitivo e localizações esparsas, são um dos principais identificadores da Tradição Nordeste.

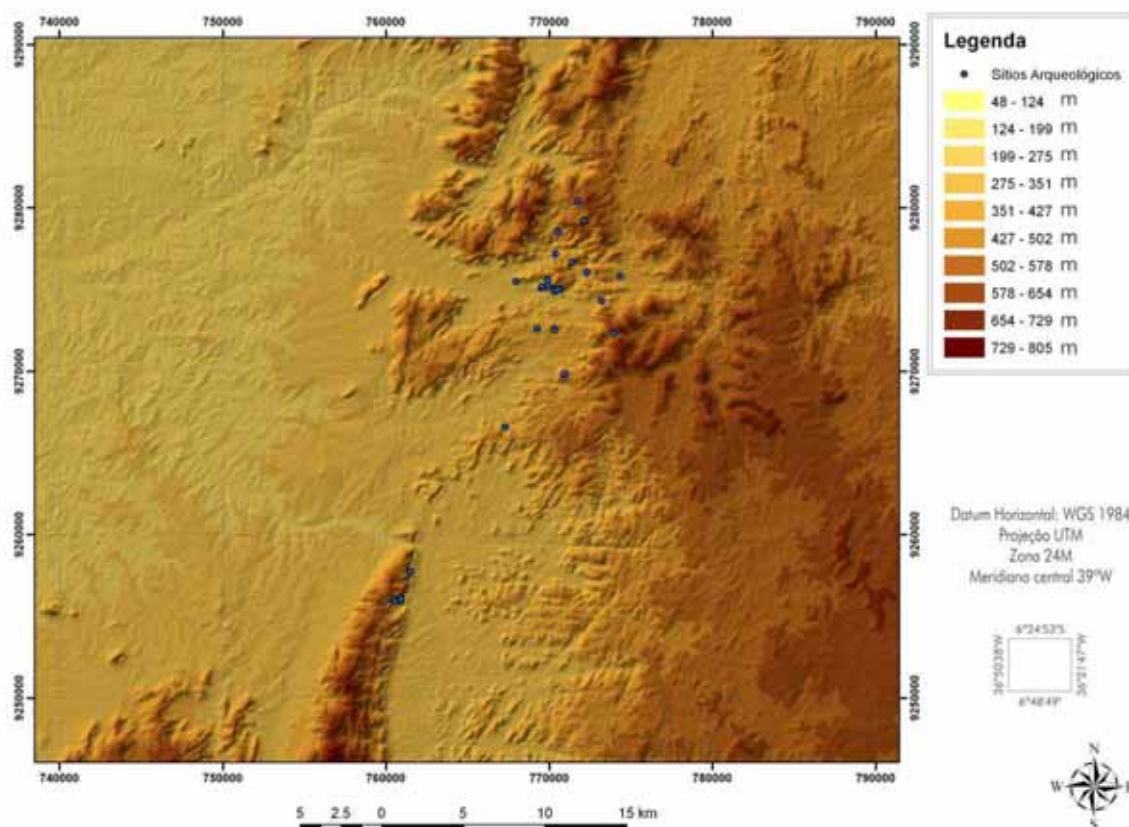


Figura 3: Localização dos Sítios Arqueológicos da Tradição Nordeste na Área Arqueológica do Seridó. Fonte: Baseado em dados SRTM disponíveis no site *Brasil em Relevo da Embrapa*. [HTTP://www.relevobr.embrapa.br/](http://www.relevobr.embrapa.br/).

A Tradição Nordeste é encontrada dispersa por todo o Nordeste brasileiro. Há uma grande concentração de sítios da Tradição Nordeste na Área Arqueológica de São Raimundo Nonato no Piauí, na Área Arqueológica de Central na Bahia, no vale do Médio São Francisco, no sertão da Paraíba, na Área Arqueológica de Arcoverde em Pernambuco e na Área Arqueológica do Seridó. Baseado no conceito de que um grupo desvinculado da tradição e adaptado a um meio geográfico e ecológico diferente implica ao acréscimo de novos elementos definidores (MARTIN, G. & ASON, I. 2000), foram definidas Subtradições para os grafismos rupestres. A Tradição Nordeste é subdividida em

Subtradição Várzea Grande, localizada no sudeste do Piauí, Subtradição Central, localizada na Chapada Diamantina, sertão da Bahia e Subtradição Seridó, localizada no sertão do Seridó.

A Subtradição Seridó foi definida baseada em critérios ligados a diferenças na apresentação gráfica de um mesmo tema e à distribuição geográfica da Tradição Nordeste (MARTIN, 1989), abrangendo todos os sítios desta Tradição encontrados na Área Arqueológica do Seridó.

Outras tradições rupestres foram encontradas na região, como a Tradição Agreste, considerada cronologicamente mais recente por meio da análise de superposições de grafismos nos painéis. Este último horizonte ainda está por definir em estudos mais aprofundados, sendo considerado atualmente um recurso ambíguo e excludente (MARTIN, 2003).

A Tradição Itaquiara, composta por registros rupestres gravados, também é evidenciada em sítios arqueológicos do Seridó. Geralmente ligada a cursos d'água, a Tradição Itaquiara também está passando por reformulações, devido à variação das técnicas empregadas na gravação dos grafismos (VALLE, 2003).

São encontradas na Área Arqueológica do Seridó uma grande quantidade de pontas de projétil bifaciais finamente retocadas. Estas pontas são instrumentos líticos com a função de perfurar, sendo fixadas a uma haste de madeira, tornando-se assim uma ponta de uma lança ou flecha. O principal problema para a classificação das pontas líticas da região é o fato de que todas foram encontradas fora de contexto arqueológico, constituindo achados casuais de agricultores e mineradores, com a grande maioria pertencendo a coleções particulares (MARTIN, 1982). Existe a hipótese desta tecnologia ter sido substituída em períodos mais recentes por adaptações a um novo ambiente sem as presas de grande porte, típicas deste tipo de artefato (MUTZENBERG, 2004).

Ponderando sobre este contexto arqueológico, são consideradas duas hipóteses para a ocupação da Área Arqueológica do Seridó: a primeira parte do pressuposto de que grupos ligados à Tradição Nordeste, oriundos do sudeste do Piauí, teriam chegado até o Seridó. A Segunda hipótese considera a ocupação diacrônica da região na pré-história através de diversas levas, portadoras de tradições rupestres diferentes (MARTIN, 1999).

Como consta no próprio conceito de Área Arqueológica, ainda não se tem dados suficientes para estabelecer uma cronologia contínua para a ocupação humana da Área Arqueológica do Seridó. Porém, a partir de sondagens e escavações arqueológicas realizadas na região, foram encontrados vestígios de sepulturas humanas de aproximadamente 10.000 anos AP nos Sítios Arqueológicos Mirador de Parelhas e Pedra do Alexandre. Este último é o que contém uma cronologia de ocupação mais longa, possuindo seqüências de enterramentos que vão de 9.400 anos AP até 2.600 anos AP (QUEIRÓZ, 2002).

No Sítio Arqueológico Pedra do Chinelo, no município de Parelhas, também inserido na Área Arqueológica do Seridó, foram encontrados vestígios relacionados à presença de grupos ceramistas, datada de cerca de 1.991 anos AP (FONTES, 2003).

Indícios de períodos mais recentes da ocupação humana são provenientes de dados etnográficos após o contato com os europeus. Os últimos habitantes do Seridó, antes da implantação do sistema colonial no século XVII, são representados pelos grupos indígenas Cariris, Janduís, Ariús, Caicós e, sobretudo, Tairariús (MEDEIROS, 1973; MEDEIROS FILHO, 1984).

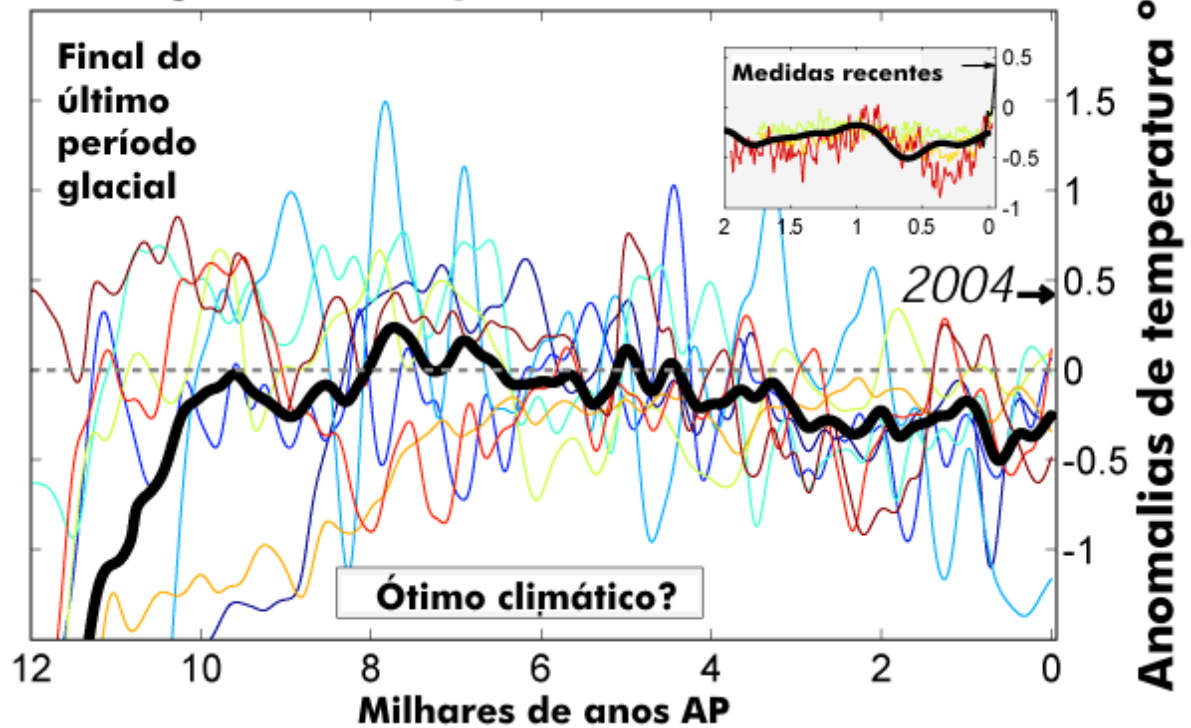
Atualmente o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre é o que contém mais dados acerca da cronologia de ocupações humanas na Área Arqueológica do Seridó. Torna-se assim necessária a este trabalho uma análise mais profunda das pesquisas relacionadas ao seu contexto.

2.2. Paleoclimatologia do Nordeste do Brasil

O Holoceno é a época mais recente do Neógeno e teve início ao final da última grande glaciação (Würm), há cerca de 10.000 anos AP. As grandes alterações climáticas ocorridas nesse intervalo caracterizam-se pelo início de uma fase interglacial em nosso planeta (SUGUIO, 1999). Existiram várias flutuações climáticas em escala global durante este período que deixaram marcas na paisagem e na forma do ser humano lidar com o meio à sua volta (**Figura 4**). A presença humana na Área Arqueológica do Seridó está inserida nesta época geológica, porém é importante a compreensão de eventos ocorridos anteriormente ao Holoceno.

Os eventos de maior importância para este estudo são o clímax do Último Máximo Glacial, a cerca de 18.000 anos AP, a transição Pleistoceno/Holoceno e a estabilização do Holoceno, a cerca de 10.000 anos AP, com o aquecimento global e o fim do período glacial, ou seja, a configuração de um período interglacial. No Holoceno Médio, por volta de 7.600 a 4.500 anos AP inicia-se a Idade Hipsitérmica ou Ótimo Climático, o período mais quente do atual interglacial, com a temperatura média da terra cerca de 2 a 3 °C mais quente que os dias atuais. Com uma variação brusca na temperatura, entre 4.500 a 4.000 anos AP têm-se início uma época mais fria do interglacial. De 1,8 a 1 mil anos AP há um aumento na temperatura, gerando o que pode ser considerado como o Segundo Ótimo Climático (SANT'ANNA NETO & NERY, 2005). Nos séculos XVI a XIX o planeta entra na chamada Pequena Idade do Gelo com a temperatura de até 2 a 3°C mais baixa que a atual. A partir de 1850 as geleiras iniciaram um lento recuo de volta para os pólos e maiores altitudes. Nos últimos 100 anos a temperatura se elevou mais de 2°C no hemisfério norte. Não há ainda um consenso para as causas destas variações recentes, se ocasionadas por fatores naturais ou um reflexo da revolução industrial e seu impacto sobre o meio-ambiente.

Variações de temperatura no Holoceno



1. (azul escuro) Amostra de sedimento ODP 658, interpretação de temperatura da superfície do mar, Atlântico tropical leste: Zhao, M., N.A.S. Beveridge, N.J. Shackleton, M. Samthein, and G. Eglinton (1995). "Molecular stratigraphy of cores off northwest Africa: Sea surface temperature history over the last 80 ka". *Paleoceanography* **10** (3): 661-675.
2. (azul) Amostra de gelo de Vostok, paleotemperatura interpretada, Antártida Central: Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis J., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E., Stievenard M. (1999). "Climate and Atmospheric History of the Past 420,000 years from the Vostok Ice Core, Antarctica". *Nature* **399**: 429-436.
3. (azul claro) Amostra de gelo GISP2, paleotemperatura interpretada, Greenland: Alley, R.B. (2000). "The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland". *Quaternary Science Reviews* **19**: 213-226.
4. (verde) Amostra de gelo de Kilimanjaro, $\delta^{18}\text{O}$, África central-leste: Thompson, L.G., E. Mosley-Thompson, M.E. Davis, K.A. Henderson, H.H. Brecher, V.S. Zagorodnov, T.A. Mashiotta, P.-N. Lin, V.N. Mikhailenko, D.R. Hardy, and J. Beer (2002). "Kilimanjaro Ice Core Records: Evidence of Holocene Climate Change in Tropical Africa". *Science* **298** (5593): 589-593.
5. (amarelo) Amostra de sedimento PL07-39PC, interpretação de temperatura da superfície do mar, Atlântico Norte: Lea, D.W., D.K. Pak, L.C. Peterson, and K.A. Hughen (2003). "Synchronicity of tropical and high-latitude Atlantic temperatures over the last glacial termination". *Science* **301** (5638): 1361-1364.
6. (laranja) Distribuição de pólen, temperatura interpretada, Europa: Davis, B.A.S., S. Brewer, A.C. Stevenson, J. Guiot (2003). "The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data". *Quaternary Science Reviews* **22**: 1701-1716.
7. (vermelho) Amostra de gelo EPICA, interpretação da temperatura local, Antártida Central: Stenni, B., J. Jouzel, V. Masson-Delmotte R. Roethlisberger, E. Castellano, O. Cattani, S. Falourd, S.J. Johnsen, A. Longinelli, J.P. Sachs, E. Selmo, R. Souchez, J.P. Steffensen, R. Udisti (2003). "A late-glacial high-resolution site and source temperature record derived from the EPICA Dome C isotope records (East Antarctica)". *Earth and Planetary Science Letters* **217**: 183-195. DOI:10.1038/nature02599
8. (vermelho escuro) Amostras de sedimentos compostos, interpretação de temperatura da superfície do mar, Pacífico Tropical Oeste: L.D. Stott, K.G. Cannariato, R. Thunell, G.H. Haug, A. Koutavas, and S. Lund (2004). "Decline of surface temperature and salinity in the western tropical Pacific Ocean in the Holocene epoch". *Nature* **431**: 56-59.

Figura 4: Variações de temperatura no Holoceno a nível global com curva de melhor ajuste.

Fonte: Traduzido de <http://www.globalwarmingart.com/>

Nas regiões tropicais, onde não houve uma glaciação, a transição entre as duas épocas (Pleistoceno - Holoceno) ainda não é bem definida, porém a importância deste fenômeno refletiu-se em consideráveis mudanças climáticas por todo o globo (SUGUIO, 1999). É necessário, no entanto, o refinamento das condições climáticas para uma escala local, já que estão sendo analisadas ocupações em um contexto geográfico bastante localizado.

Estudos paleoambientais de caráter regional buscam respostas de como as mudanças climáticas globais interferiram em diferentes meio-ambientes. No Nordeste do Brasil, ainda têm-se poucos trabalhos de reconstituição ambiental, sendo ainda menor o número de trabalhos abrangendo o Holoceno.

Entre estes estudos, relacionados a áreas arqueológicas, estão os efetuados no Parque Nacional Serra da Capivara, onde dados paleontológicos, pedológicos e arqueológicos fornecem subsídios para embasar a hipótese de que em torno de 12.000 a 8.000 anos o clima era mais úmido e a água era mais abundante na região do que atualmente, indicativo de uma paisagem mista de campos e savanas arbóreas abertas. O estabelecimento do clima semi-árido próximo ao atual se daria em um período posterior a 6.000 anos AP (GUÉRIN et al., 1996; GUIDON, 2002). A pesquisa de Canto (1998), desenvolvida sobre a estratigrafia e vestígios orgânicos encontrados no Sítio Arqueológico Furna do Estrago, Brejo da Madre de Deus-PE, chegou à conclusão de que naquele ponto se instalou um período seco entre 9.150 AP e 6.500 AP, sendo seguido de um período úmido até cerca de 1.040 AP, quando as tendências climáticas contemporâneas do semi-árido Nordestino teriam se estabelecido.

Um estudo de caráter mais abrangente para o Nordeste brasileiro foi publicado por Behling et al. (2000), através da análise de sedimentos marinhos coletados próximo à costa cearense, chegando à conclusão que a caatinga estava presente naquela área desde 48.000 anos AP, porém, com períodos de grande precipitação a cerca de 40.000, 33.000 e 24.000 anos AP. O período mais úmido teria ocorrido em torno de 15.500 a 11.800 anos AP.

Tintelnot (1996), analisando minerais de argila encontrados em sedimentos marinhos da mesma amostra estudada por Behling et al. (2000), chegou à conclusão de que o Pleistoceno Superior, entre 45.000 e 21.000 anos AP, seria caracterizado por pouca

precipitação e pela dominância do clima semi-árido. As seqüências relativas ao último máximo glacial, entre 21.000 e 16.000 anos AP, seriam características de um clima mais frio e provavelmente seco com a predominância do intemperismo físico. Durante o último período glacial e transição Pleistoceno/Holoceno, de 15.500 a 10.000 anos AP, a análise apresenta sinais de aumento da umidade e altos níveis de precipitação no Nordeste do Brasil, com o estabelecimento de uma densa cobertura vegetal. O Holoceno, de 10.000 anos AP até os dias atuais, já estaria com características de um clima semi-árido continental com baixos níveis de precipitação.

Estudos em que os registros estratigráficos são associados à dinâmica geomorfológica na interpretação evolutiva da paisagem são considerados nos trabalhos sobre as dunas do Médio São Francisco-BA conduzidos por Barreto (1996) e os compartimentos elevados do Planalto da Borborema através de rampas de colúvio em Triunfo-PE por Corrêa (2001).

Barreto (1996) chega à conclusão de que no Médio São Francisco, entre 28.000 e 15.000 anos AP, as principais dunas parabólicas foram geradas, com tendência a formas de "V" fechadas e formas parabólicas simples e alongadas, com ventos de SE, refletindo regimes unimodais com pequena dispersão no contexto do Último Máximo Glacial. Já no Holoceno, entre 9.000 e 4.000 anos AP, foram originadas dunas parabólicas com formas predominantemente fechadas de "U", em resposta a ventos de E a SE. Entre 4.000 e 900 anos AP ocorre uma nova geração de dunas superimpostas às mais antigas, constituída por dunas parabólicas aninhadas e alongadas assimétricas de menores tamanhos, refletindo possivelmente ventos de SE com menor dispersão.

Uma turfeira do rio Icatu, inserida no contexto estudado por Barreto foi analisada por De Oliveira et al. (1999), chegando à conclusão de que, entre 11.000 e 8.900 anos AP, no fim do Pleistoceno e início do Holoceno, as condições de clima mais frio e úmido que o atual permitiram a expansão de uma floresta pluvial de galeria nas planícies fluviais. A vegetação de caatinga, embora menos notável durante esse período já se encontrava na paisagem, aumentando, no entanto, após 4.240 anos AP.

A pesquisa de Corrêa (2001) nos compartimentos elevados da Borborema em Triunfo-PE constitui um estudo de caráter paleoambiental inserido no domínio do semi-árido nordestino mais próximo à área Arqueológica do Seridó, embora esteja em um contexto

de brejo de altitude sob influência de um clima sub-úmido. As conclusões de Corrêa para a evolução geomorfológica da paisagem ligada a eventos paleoambientais são de que entre 10.000 e 8.500 anos AP, no limiar Pleistoceno/Holoceno, a paisagem foi marcada por uma remobilização maciça das coberturas rudáceas. De 7.500 a 4.500 anos AP, no Holoceno Médio, com o máximo da umidificação e antes da estabilização da nova cobertura vegetal, os regolitos foram intensamente remobilizados, e ocorrem diversos episódios de coluvionamento, possivelmente desencadeados por pequenos fluxos de detritos e corridas de lama. A fase contemporânea é caracterizada pelo intenso ravinamento dos depósitos antigos, como resposta aos padrões vigentes de uso do solo e a deposição de unidades coluviais de expressão restrita no âmbito das encostas em forma de pequenos leques de depósitos laminares decorrentes da acentuação da erosão em lençol (**Figura 5**).

Em pesquisa recente, Gouveia et al. (2005), utilizando isótopos de carbono (^{12}C , ^{13}C , ^{14}C) a partir da matéria orgânica do solo (MOS) encontrada em 22 pontos amostrados nos estados do Piauí, Ceará e Paraíba, propõe o seguinte quadro paleoambiental para o Nordeste brasileiro: De 15.000 e 9.000 anos AP há um predomínio arbóreo, enquanto entre 9.000 e 4.000-3.000 anos AP ocorre uma abertura das vegetações com contribuição de plantas C_4 , provavelmente relacionado a um clima mais seco, e há o retorno do predomínio de vegetação arbórea depois de 3.000 anos AP em alguns locais.

Pessenda et al. (2004) estudando sedimentos lacustres próximos à São Luiz-MA, utilizando a análise de isótopos de carbono (^{12}C , ^{13}C , ^{14}C) a partir da matéria orgânica do solo (MOS), chegaram a uma conclusão que naquele ponto, de modo geral, entre o Pleistoceno tardio e início do Holoceno, entre 15.000 anos AP até cerca de 9.000 anos AP o clima estaria mais úmido, com a expansão do cerrado entre cerca de 9.000 e 3.000 anos AP. Ledru et al. (2006), também analisando sedimentos lacustres através de análises palinológicas no estado do Maranhão, definiu dois períodos de maiores mudanças ambientais, o primeiro estaria entre 15.000 e 13.500 anos AP, marcado por uma expansão da floresta. No segundo período, entre 12.800 e 11.000 anos AP, ocorre a regressão da floresta e a expansão do cerrado sobre áreas anteriormente ocupadas por ela.

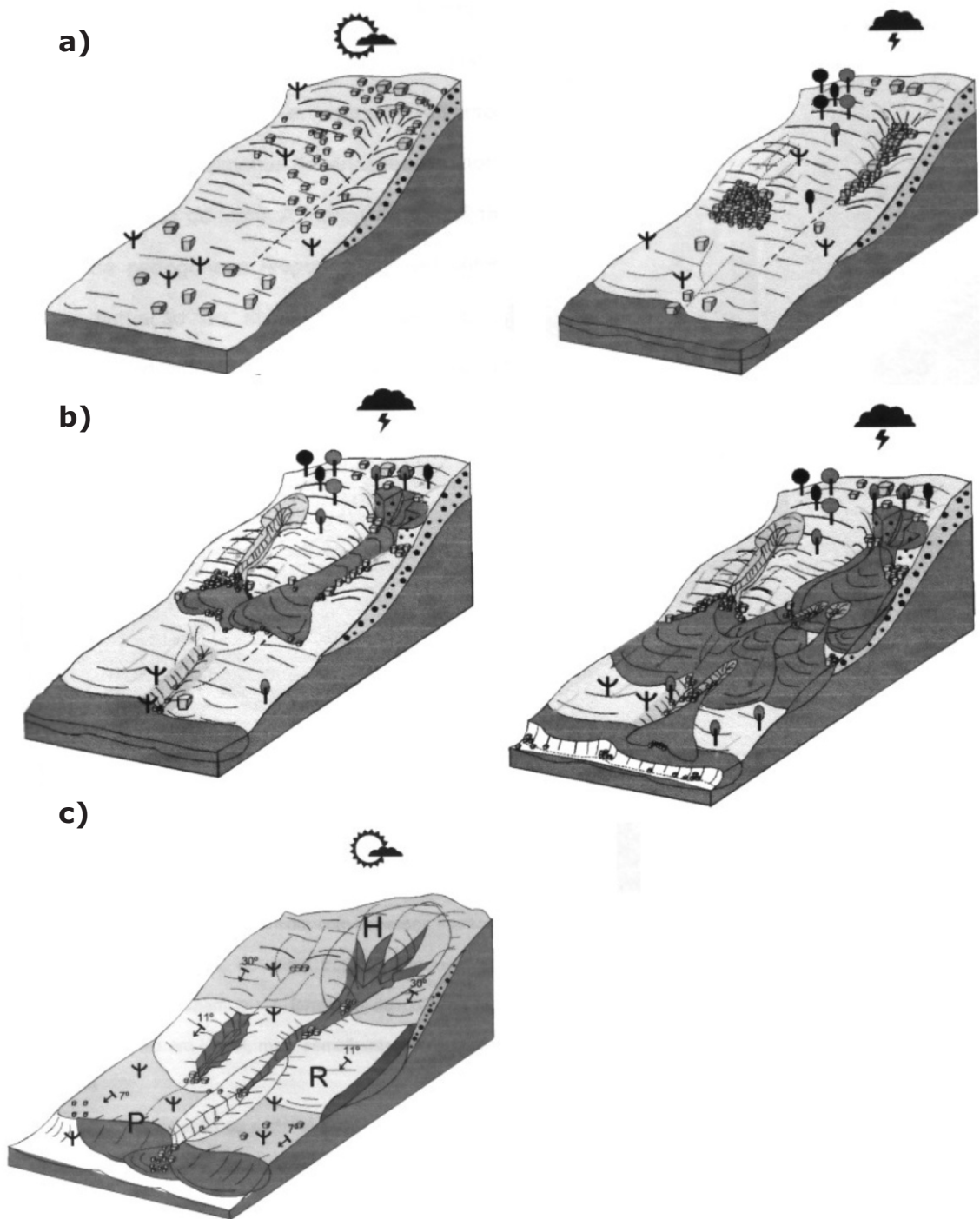


Figura 5: Modelo ambiental para a área de Triunfo-PE. a) Transição Pleistoceno/Holoceno. b) Holoceno Médio. c) Período atual. *Fonte: CORRÊA, 2001.*

Ribeiro (2002), estudando áreas relacionadas à mata atlântica, brejos de altitude e à caatinga em áreas do estado de Pernambuco, chegou à conclusão de que os eventos relacionados a um clima mais seco no sul e norte da Amazônia entre 9.000 e 3.000 anos AP, também estudados por Pessenda (2004), não foram significativos na mata Atlântica, no Brejo dos Cavalos e caatinga de Pernambuco, ao ponto de propiciar trocas de plantas C_3 para C_4 . Indicando que pelo menos há 8.000 anos não houve mudanças significativas na vegetação nestas áreas, mantendo-se por todo o período o predomínio de plantas C_3 .

Elaborando uma síntese destes estudos é possível traçar um quadro paleoclimático geral para o Nordeste do Brasil desde o último máximo glacial. A transição Pleistoceno/Holoceno foi caracterizada por uma grande umidificação do clima, enquanto o Holoceno Inferior e Médio seriam caracterizados também pela presença de umidade, porém relacionado a um clima mais quente. A partir do Holoceno Médio, em geral, o clima estaria já próximo ao atual.

Existe uma hipótese para a Área Arqueológica do Seridó considerando que provavelmente em períodos pré-históricos esta possuía um clima mais úmido, contendo redes de drenagem mais caudalosas e constituindo um local com características climáticas mais favoráveis à ocupação humana que atualmente (MARTIN, 2003). A existência de espécies vegetais de caatinga arbórea e a presença de gravuras rupestres onde não existem mais cursos d'água, podem ser indicadores de um clima menos árido no passado (VALLE, 2003), porém, ainda não existem dados paleoambientais de caráter local que permitam corroborar esta hipótese.

3. Quadro Teórico

3.1. Pressupostos teóricos

3.1.1. Arqueologia

O meio-ambiente é considerado uma importante variável para o estudo das populações humanas pretéritas. Segundo Watson et al. (1974), o interesse acerca dos paleoambientes e das fontes alimentícias são quase contemporâneas à própria arqueologia. No entanto, a ênfase na ecologia e nas variáveis ambientais nas pesquisas arqueológicas foi bastante valorizada após os enfoques ecológicos de Julian Steward e Grahame Clark (TRIGGER, 1992).

Steward (1955) partia de um enfoque multilinear, ecológico e empírico referente ao estudo da evolução cultural, baseando-se principalmente na busca de regularidades significativas no desenvolvimento cultural e partindo do pressuposto de que a adaptação ecológica era vital para determinar os limites da variação dos sistemas culturais. Clark (1952) propôs, baseado no conceito de ecossistema botânico de A. G. Tansley, que a mudança cultural é uma resposta a um desequilíbrio temporal desencadeado por mudanças ambientais, flutuações na população, inovações para melhorar e economizar trabalho e contatos culturais.

Influenciado pelos trabalhos de Clark, e partindo do conceito de cultura como a forma extrasomática de adaptação ao meio ambiente pelos seres humanos, Lewis Binford lançava fortes bases teóricas para a arqueologia ambiental, já que o meio-ambiente teria um papel crucial na dinâmica cultural dos grupos humanos (BINFORD, 1962).

Em sintonia com estes pensamentos, a visão sistêmica da cultura segundo David Clarke, preconizava que os elementos constituintes do sistema meio-ambiental (Geologia, Clima, Flora e Fauna) aparecem inter-relacionados com a rede de subsistemas de um sistema sócio-cultural (CLARKE, 1984) (**Figura 6**).

O enfoque ecológico tornou-se uma versão mais elaborada do determinismo ambiental, colocando em evidência a interdependência entre cultura e meio-ambiente, a complexidade das situações ambientais e as circunstâncias das diversas adaptações do

homem a elas, junto com o aspecto dinâmico da subsistência e outros sistemas adaptativos (WATSON et al., 1974).

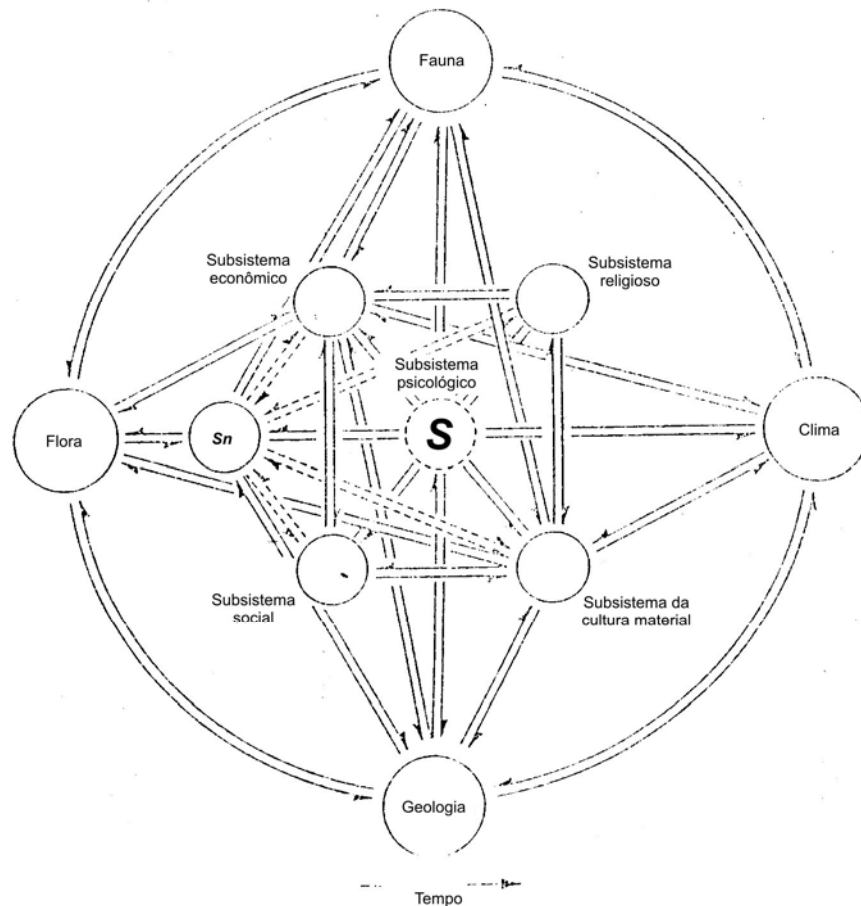


Figura 6: Modelo estático e esquemático do equilíbrio dinâmico entre as redes do subsistema de um sistema sociocultural único e seu sistema ambiental total. *Fonte: CLARKE, 1984.*

Partindo de idéias neo-evolucionistas e do pressuposto que as condições do passado eram parecidas com a do presente (presunção uniformizadora), Binford, através da Teoria de Alcance Médio, propôs a possibilidade de problematizar e buscar o funcionamento e desenvolvimento dos processos e sistemas culturais do passado (dinâmica) através dos vestígios arqueológicos encontrados no presente (registros estáticos) (JOHNSON, 2000). Para se chegar a um entendimento de como interpretar os registros estáticos e dessa forma poder compreender a dinâmica social e cultural, Binford buscou um embasamento

metodológico nas ciências naturais e na antropologia, através da utilização da teoria dos sistemas, do estudo das populações de economias e tecnologias pré-industriais, da arqueologia experimental e dos documentos históricos.

É exposta, assim, a necessidade de entender como os povos de tecnologia pré-industrial relacionam-se com o espaço e com sua cultura material. Esta perspectiva, através da análise etnográfica de povos caçadores-coletores atuais, levou a hipóteses de que um mesmo povo produz muitos tipos diferentes de vestígios arqueológicos, contrastando assim com o paradigma Histórico-Cultural até aí vigente (BINFORD, 1983).

A proposta da Nova Arqueologia, para a pesquisa arqueológica, estava ligada então à idéia de evolução cultural, à utilização da teoria dos sistemas, ao enfoque da cultura como um conjunto dos subsistemas tecnológico, social e ideológico adaptada ao meio ambiente. Está ainda atrelada à noção de processo e de variabilidade cultural, ao delineamento de enfoques teórico-metodológicos de forma a suprir a arqueologia de um caráter científico e orientá-la para a solução de problemas previamente conceitualizados e definidos. Sua meta principal é a identificação e explicação dos processos culturais através do registro arqueológico. A Nova Arqueologia está finalmente baseada numa visão evolucionista das mudanças culturais e na tentativa de compreensão deste processo dinâmico através da interpretação da funcionalidade dos vestígios estáticos encontrados no presente, partindo de uma perspectiva ecológica e antropológica para a análise dos dados arqueológicos.

A função principal da cultura seria, segundo esta linha de pensamento, assegurar a sobrevivência da sociedade. Isto implicava que todos os aspectos da cultura estavam influenciados em maior ou menor grau por condicionantes ambientais.

Para Dincauze (2000) há diferentes respostas estratégicas adaptativas humanas a mudanças no ambiente físico e biológico. O "*human mode of adaptation*" pode ser caracterizado por uma flexibilidade no comportamento individual, uma mobilidade espacial, inovação tecnológica ou manipulação da complexidade social. Lembrando que é axiomático em biogeografia que, quando uma espécie tem sua área de distribuição alterada, possui apenas três alternativas: mobilização a um novo ambiente, adaptação ao novo ambiente ou a extinção.

É necessário, no entanto, estar ciente de que mudanças climáticas não são o único *stress* para a qual as populações humanas respondem. Porém, para qualquer organismo, o sucesso na continuação da vida requer a habilidade de ajuste a condições de mudanças. Os paleoambientes e o contexto do passado humano devem ser conhecidos para que possamos entender a história e evolução cultural humana (DINCAUZE, 2000).

O Processualismo da Nova Arqueologia, através de seu enfoque ecológico cultural, propôs com êxito uma grande quantidade de princípios científicos que revolucionaram o modo pelo qual os arqueólogos estudavam as relações entre as comunidades humanas e o meio ambiente. Porém, com o surgimento da Arqueologia Simbólica e do Pós-processualismo na década de 1980, foram feitos questionamentos e críticas a essa corrente do pensamento arqueológico, baseados na ênfase dada sobremaneira às variáveis ambientais e sendo praticamente esquecida a dimensão não-material relacionada a aspectos religiosos, míticos e simbólicos.

O Processualismo, realmente, havia se centrado exclusivamente em estabelecer uma metodologia arqueológica adequada para a análise da adaptação humana ao meio ambiente e à exploração dos recursos culturais, deixando de lado outros problemas. Porém, como afirmado por Sanjuán (2005), ambas propostas são complementares e não incompatíveis em nível epistemológico.

Influenciadas de modo marcante pelo Processualismo, surgiram vertentes da arqueologia ligadas às relações entre o registro arqueológico, ecologia cultural e meio-ambiente. Tratam-se especialmente da Arqueologia Ambiental e da Geoarqueologia.

A Arqueologia Ambiental trata principalmente do estudo da dinâmica das ocupações humanas através dos vestígios e sítios arqueológicos ligados a seu entorno e relacionados aos processos geomorfológicos e biológicos atuantes sobre os mesmos. Um dos objetivos desta disciplina é a reconstrução paleoambiental, ou seja, a análise baseada em dados empíricos dos ambientes que em épocas remotas eram próprios de ocupações humanas pretéritas. Atualmente, porém, na arqueologia ambiental, não se considera mais as análises paleoambientais como um simples modo de reconstruir o cenário de épocas passadas e de obter informações sobre o clima e o entorno do sítio arqueológico, mas sim a compreensão dos meio-ambientes antigos com o fim de determinar os elementos-

chave que puderam ter influenciado o funcionamento de um sistema cultural (RENFREW & BAHN, 1993).

Para Butzer (1982), Geoarqueologia implica simplesmente na pesquisa arqueológica usando os métodos e conceitos das Geociências e é diferenciada de uma aplicação geológica a trabalhos arqueológicos pelos seus objetivos, não pelos seus métodos. Esta diferenciação também é discutida por Rapp & Hill (1998), os quais propuseram o termo Geoarqueologia apenas para estudos nos quais a estrutura e os problemas postos fossem estritamente arqueológicos e o termo Geologia Arqueológica para pesquisas geológicas com relevância direta para um ou mais contextos arqueológicos.

Segundo Gladfelter e Waters, a Geoarqueologia é primariamente focada nos solos e sedimentos arqueológicos, relacionada assim à geomorfologia, sedimentologia, estratigrafia, processo de formação do sítio arqueológico e reconstrução da paisagem pré-histórica (RAPP & HILL, 1998).

Para Sanjuán (2005), a geoarqueologia é fundamental para a reconstrução da dimensão abiótica da paisagem e sua evolução para uma concreta compreensão das relações entre grupos humanos e o meio-ambiente, além de contribuir aos estudos dos processos de formação do registro arqueológico.

Segundo Hyder (2004), a localização na paisagem de sítios portadores de pinturas rupestres oferece evidências acerca de uma manifestação espacial da interação entre os grupos humanos pré-históricos e seus ambientes. Tornando-se, desta maneira, possível uma análise dos possíveis critérios de acordo com os quais uma comunidade decidiu habitar ou escolher determinado ponto concreto da paisagem.

Desta forma, baseado nestas correntes teóricas, é imprescindível para um melhor entendimento das relações humanas na pré-história do Seridó, um conhecimento cada vez mais aproximado da gênese da sedimentação do Sítio Pedra do Alexandre, do meio-ambiente em que os seres humanos estavam inseridos no vale do rio Carnaúba, as possíveis estratégias culturais desenvolvidas durante os sucessivos períodos de ocupação e as marcas deixadas na cultura material e no depósito arqueológico.

3.1.2. Geociências

Como explicitado por Dincauze (2000), técnicas e métodos emprestados de outras ciências não podem ser isolados dos conceitos e teorias nos quais foram desenvolvidos. Isto significa que se faz necessária uma breve explanação do quadro teórico utilizado pelas geociências referente a reconstruções paleoambientais.

O termo Geociências, como atentado por Angelucci (2003), não é uma arbitrariedade semântica, pois ela não está limitada à geologia, mas sim a um conjunto de disciplinas que serão necessárias às análises desenvolvidas neste trabalho sob a forma de um intercâmbio conceitual e metodológico. Entre estas disciplinas se destacam, além das ciências geológicas, a geomorfologia, estratigrafia, sedimentologia, pedologia, hidrologia, geocronologia e climatologia.

Uma das bases conceituais das geociências é o atualismo, o qual procura explicar o passado como produto de causas que ainda operam na face da terra. Esta pressuposição metodológica foi formulada por James Hutton em 1788, o qual afirmava que *"the present is the key to past"* (DELLA FÁVERA, 2001; ANGELUCCI, 2003).

Outro conceito utilizado neste trabalho trata-se da sedimentação episódica, a qual propõe que o registro sedimentar é formado através de episódios de sedimentação, alternados por períodos de não-deposição, marcadamente refletidos nos planos de estratificação. Esta concepção é contrária ao uniformitarismo, o qual propunha que as mudanças ocorridas sobre a Terra dar-se-iam de modo lento e gradual (DELLA FÁVERA, 2001).

O presente trabalho está focado principalmente na Época geológica mais recente, o Holoceno. Esta época, conjuntamente ao Pleistoceno, foi marcada por acentuadas variações climáticas, produzindo intensas modificações na paisagem (MOURA, 2005). A perspectiva da geomorfologia climática introduz o componente climático dentro de uma abordagem de equilíbrio dinâmico, correlacionando a resistência dos materiais disponíveis à erosão ao tipo de evento climático responsável pela modelagem do relevo (CORRÊA, 2005). Além de fatores ligados influências climáticas pode haver também depósitos associados a movimentos de origem neotectônica. Para Pavlides (1989, apud

SAADI et al., 2005) o período neotectônico teria início após a orogênese final ou mais precisamente após a reorganização tectônica mais significativa da região estudada.

Segundo Corrêa (2001), o caráter dos sedimentos pode revelar a história evolutiva da paisagem e suas implicações ambientais, seja sob a forma de notáveis relevos deposicionais ou de uma seqüência de estratos inumados. Para Brown (1997) os sedimentos de origem fluvial refletem condições ambientais prevalecentes e mudanças em suas condições, possibilitando a reconstrução de condições ambientais do passado e sua correlação com contextos arqueológicos. Enquanto para Rapp & Hill (1998) os depósitos onde os artefatos arqueológicos são encontrados provêm informações sobre a idade, paisagem e cenário ambiental de ocupações humanas e dos processos formadores do registro arqueológico. Partindo destas concepções, a análise geomorfológica dos ambientes atuais constituem base para a compreensão da seqüência evolutiva da paisagem, sendo necessária para isto a análise dos ambientes deposicionais recentes.

Para Mabesoone (1982), os ambientes deposicionais são caracterizados por processos sedimentares e definidos pelo tipo de energia operante no sistema regulado pelas características fisiológicas da área, com a existência de fatores limitantes à produção de sedimentos. Os três principais fatores são: a geometria, influenciando o nível de energia disponível e a forma da superfície deposicional; a energia que move o sistema, proveniente de diversas origens; e as respostas aos processos, caracterizadas pelas feições geométricas atribuídas aos depósitos sedimentares.

Desta forma, faz-se necessária a conceitualização de *fácies sedimentar* e *associação de fácies*. Fácies sedimentar, baseado no conceito de Selley, pode ser entendida como uma massa de sedimentos ou rochas sedimentares que pode ser reconhecida e distinguida de outras pela sua geometria, pela composição, pelas estruturas sedimentares, pelo padrão de paleocorrentes e pela eventual presença de fósseis. Estas características estariam diretamente relacionadas com os processos deposicionais atuantes na construção dos corpos sedimentares (litossomas), cujo entendimento, por sua vez, permitiria conhecer as condições ambientais da sedimentação (ETCHEBEHERE & SAAD, 2003).

A associação de fácies consiste em um agrupamento de fácies geneticamente relacionadas, cujas características e inter-relações permitem que se possa interpretar o

ambiente de sedimentação. Baseando-se neste conceito, cada fácies dentro da associação representa o registro sedimentar de atuação de um determinado processo deposicional (ETCHEBEHERE & SAAD, 2003).

A fácies eluvial é caracterizada por tratar-se de uma cobertura residual de intemperismo *in situ*, tendo por origem a decomposição da rocha-mãe. Estes depósitos não possuem estrutura sedimentar propriamente dita, apresentando, no entanto, uma zonação em função da pedogênese (CORRÊA, 2001).

A fácies coluvial é, segundo Corrêa (2001), representada por qualquer depósito sedimentar que se acumule ao longo de uma encosta, em consequência do transporte gravitacional. Geralmente são originadas da fácies eluvial, podendo compartilhar as mesmas características da sua fonte exceto, segundo Goudie et al. (1984 apud CORRÊA, 2001), por apresentarem uma menor angulosidade, observada sobretudo nos grãos de quartzo de areia grossa.

Os depósitos aluviais, em geral, são essencialmente de natureza tracional, onde se observa uma estruturação interna que obedece às variações do regime de fluxo. Os depósitos de rios entrelaçados, segundo Della Fávera (2001), têm como feições diagnósticas a disposição em corpos tabulares, formados de pequenas unidades lenticulares, com arranjo de granodecrescência ascendente, a partir de depósitos conglomeráticos na base e ausência quase total de depósitos de transbordamento.

Depois de abordados alguns conceitos básicos para o entendimento da proposta deste trabalho, será possível lançar questionamentos acerca do contexto abordado e a exposição dos objetivos visados neste estudo.

3.2. Problemática

3.2.1. Problemas arqueológicos

Atualmente o vale do rio Carnaúba encontra-se em um clima semi-árido, com baixos índices pluviométricos e uma vegetação hiperxerófila e sub-desértica. Porém, há aproximadamente 10.000 anos AP, que corresponde ao registro das datações mais recuadas para a presença do homem na região, as características climáticas do planeta eram distintas das atuais.

Têm-se uma cronologia não contínua para a ocupação pré-histórica do vale do rio Carnaúba desde 9.400 AP até 2.620 AP. Não se sabe, no entanto, como as mudanças ambientais agiram especificamente neste local durante este período de ocupações humanas. Não se conhece como as taxas de sedimentação/erosão atuaram sobre o vale do rio Carnaúba ou como foi formado o depósito arqueológico do Sítio Pedra do Alexandre, até agora o único referencial cronológico para a ocupação humana pré-histórica da Área Arqueológica do Seridó. Não foram ainda analisadas as relações entre a ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e seu ambiente geomorfológico, geológico e paleoclimatológico.

Além da perspectiva ecológico-cultural acerca das ocupações humanas no vale do rio Carnaúba, este trabalho parte também de uma necessidade básica no entendimento do registro arqueológico: os processos de formação do sítio arqueológico Pedra do Alexandre e dos seus componentes, e as modificações *sin* e *pós-deposicionais* dos elementos arqueológicos.

Foram formuladas as seguintes questões arqueológicas para serem analisadas neste trabalho:

- Como estava caracterizado o ambiente no vale do rio Carnaúba, essencial para a ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, durante o Holoceno?
- Que fatores ligados ao ambiente físico do vale do rio Carnaúba puderam ter influenciado sua ocupação pelo homem pré-histórico?

- De que é composto o depósito arqueológico do Sítio Pedra do Alexandre? Como se formou? A sua organização atual reflete a estratificação original? Qual é o papel desempenhado pelos processos pós-deposicionais?
- É possível relacionar a formação do depósito sedimentar no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e suas evidências de ocupação humana às características ambientais de nível local ocorridas no vale do rio Carnaúba durante o Holoceno?

3.2.2. Objetivos

Os objetivos desta pesquisa são:

- O estabelecimento de uma crono-estratigrafia para o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e para o vale do rio Carnaúba a partir da datação absoluta dos sedimentos e sua correlação com o material arqueológico previamente datado;
- Estabelecer uma seqüência de eventos formativos na paisagem e correlacioná-los às mudanças ambientais do quaternário tardio;
- Relacionar os vestígios arqueológicos datados com os eventos ambientais estruturadores da paisagem tomando por base as propriedades sedimentológicas;
- Interpretação da dinâmica ocupacional e da localização espacial do sítio arqueológico Pedra do Alexandre inserido no contexto do vale do rio Carnaúba.

4. Metodologia

Foi adotado como base para este trabalho o conceito de Geoarqueologia como uma disciplina que, utilizando conceitos e métodos das geociências, visa resolver problemas arqueológicos, utilizando-se de aproximações teóricas, vocabulários e instrumentos metodológicos diferenciados, provenientes quer das geociências, quer da arqueologia. A finalidade última da geoarqueologia é a compreensão das relações biunívocas existentes entre os grupos humanos do passado e o ambiente à sua volta (ANGELUCCI, 2003). Neste sentido, este trabalho pode ser caracterizado metodologicamente como uma investigação geoarqueológica. Este capítulo buscará detalhar a metodologia aplicada para a tentativa de elucidação dos questionamentos apresentados no item 3.2.

Para o trabalho de análise, procurou-se selecionar perfis estratigráficos em áreas de amostragem no rio Carnaúba e correlacioná-los ao perfil estratigráfico leste do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, de modo a inferir possíveis eventos ambientais ocorridos durante os períodos de ocupação humana. Buscou-se assim tentar delinear uma seqüência de eventos formativos na paisagem relacionados à gênese do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, assim como aos vestígios datados evidenciados neste sítio.

Primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do ambiente atual do vale do rio Carnaúba, assim como do contexto arqueológico relacionado ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Estes dados foram analisados sempre colocando em evidência a relação entre contexto ambiental e arqueológico.

Todos os dados espaciais, provenientes da revisão bibliográfica e dos resultados das análises realizadas foram inseridos em um banco de dados e construído um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e para o vale do rio Carnaúba, através da utilização do *software* ArcGIS 9.0 e AutoCAD 2005.

Para o mapeamento de drenagem do rio Carnaúba foram digitalizadas, através do *software* AutoCAD 2005, as cartas da SUDENE 1:100.000 SB.24-Z-B-II (1982), SB.24-Z-B-V (1985), SB.24-Z-B-VI (1972).

Os dados topográficos foram baseados em dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), os quais provêm dados topográficos da superfície terrestre a cada 90x90m e com a precisão altimétrica de 1m disponíveis através do site da EMBRAPA. Estes dados foram analisados utilizando o software ArcGIS 9.0, sendo possível assim a construção de um Modelo Digital de Terreno (MDT), fundamental para as análises geomorfológicas. As imagens de satélite foram obtidas através do software Google Earth e georreferenciadas no ArcGIS 9.0. O mapa geológico teve como base o mapeamento realizado pela CPRM em 1:500.000 SB.24-Z (2000) e os documentos da CPRM (2005a, 2005b) sobre fontes de abastecimento por águas subterrâneas do município de Carnaúba dos Dantas e Acari. O Mapa hidrogeológico foi baseado no mapa do IBGE em 1:250.000 SB.24-Z-B (2006).

Tornou-se necessário, para uma melhor compreensão do regime de sedimentação ocorrido no vale do rio Carnaúba, a hierarquização de drenagem, realizada por meio dos métodos propostos por Strahler (1952) e magnitude de drenagem, seguindo os parâmetros estabelecidos por Shreve (1966) (**Figura 7**). A partir desta classificação inicial foi possível a análise de índices morfométricos para sua bacia hidrográfica, além de um mapeamento morfoestrutural, essenciais para a análise de anomalias de drenagem e padrões de erosão/deposição, dando ênfase às áreas com maior volume de sedimentação e a interpretação de suas possíveis causas.

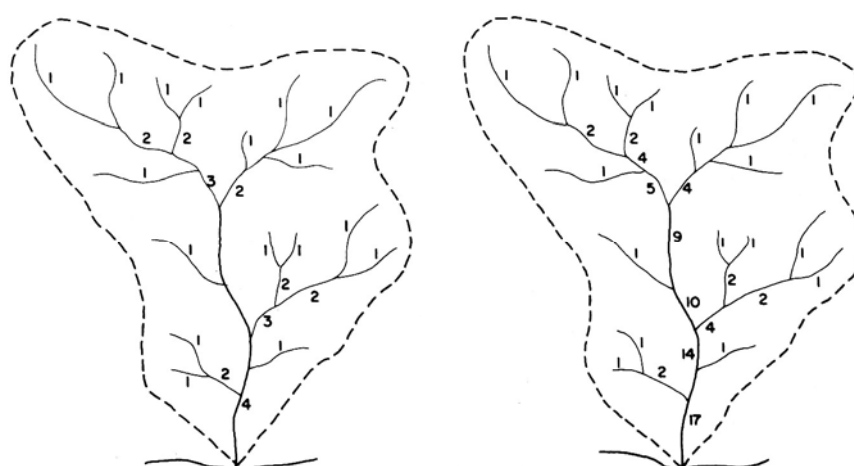


Figura 7: Modelos de determinação de ordem e magnitude de drenagem, segundo Strahler (1952) e Shreve (1966). *Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1980.*

Foram calculados então parâmetros morfométricos relacionados à forma da bacia, componentes da rede hidrográfica e a parâmetros combinados conforme estudo realizado por Alves & Castro (2003). Entre os dados estão o perímetro, área, comprimento do canal principal, diferença de altitude, comprimento total dos canais, número de canais, distância vetorial do canal principal e ordem da bacia. Os parâmetros analisados são Relação de Relevo, Densidade Hidrográfica, Densidade de Drenagem, Índice de Circularidade e Índice de Sinuosidade. O fator de assimetria da bacia de drenagem foi realizado segundo proposta de Hare & Gardner (1989).

O índice Relação Declividade Extensão (RDE), aplicado por Etchebehere et al. (2004) para a bacia do rio do Peixe (SP), também foi analisado para a bacia do rio Carnaúba. Este índice é recomendado para a detecção de anomalias fluviais relacionadas a controles litológicos e neotectônicos na bacia hidrográfica. Este índice na bacia hidrográfica do rio Carnaúba foi calculado a cada 2 km, ou seja, a amplitude horizontal entre uma altitude e outra foi de 2 km, com o índice calculado para o centro.

Relacionado a este índice, tornou-se importante a construção do perfil longitudinal do rio Carnaúba, com altitudes tomadas a cada 1 km do canal principal, e analisado através da construção de uma linha de melhor ajuste, a qual, teoricamente, resultaria em um estado de equilíbrio para o sistema fluvial local. O perfil longitudinal auxiliará na verificação de possíveis controles de drenagem que atuam sobre a erosão e deposição no referido vale.

O método das paleosuperfícies, através da análise de elevação digital, também foi aplicado ao vale do rio Carnaúba. Este método visa reconstruir a paisagem geomorfológica a partir de um relevo hipotético anterior à atuação dos agentes erosivos, particularmente dos processos denudacionais de origem fluvial e relacionados à drenagem como um todo (JOHANSSON, 1999).

O mapeamento morfoestrutural foi analisado com base nos lineamentos de drenagem, relevo e fotolineamentos aparentes, no arranjo estrutural e no conhecimento de formações superficiais, para se chegar à delimitação das áreas de acúmulo de sedimentos, conforme metodologia adotada por Salvador e Riccomini (1995) e Hiruma (1999). Buscou-se analisar a configuração dos lineamentos e sua possível atuação no processo de confinamento dos ditos depósitos. A partir da análise desses dados tentou-se

verificar o grau de concordância direcional entre os lineamentos de drenagem, os fotolineamentos de relevo e as falhas identificadas no mapa geológico, a fim de constatar uma possível adaptação da drenagem à estrutura.

Com a integração dos dados obtidos, através da aplicação de índices morfométricos, perfil longitudinal, mapeamento de paleosuperfícies e análise morfoestrutural, espera-se que seja possível uma melhor compreensão do encadeamento dos eventos deposicionais ocorridos na bacia do rio Carnaúba.

O rio Carnaúba foi percorrido de sua nascente à sua foz no rio Acauã, de forma a melhorar o entendimento dos processos sedimentares ocorridos durante todo o seu curso, sendo exaustivamente registrado através de fotografias digitais de alta resolução e georreferenciadas a partir de pontos plotados em aparelhos GPS.

Como já explanado, foram selecionados três perfis estratigráficos no rio Carnaúba e um perfil no próprio sítio arqueológico levando em consideração a identificação de áreas potenciais para a coleta das amostras e sua relação com os sítios arqueológicos (**Figura 8**), propondo posteriormente uma correlação entre os perfis a partir de uma análise morfoestratigráfica. Para Frye & Willman (1962, apud SUGUIO, 1999), uma unidade morfoestratigráfica é um corpo sedimentar identificável, antes de mais nada, pela forma exibida em superfície e distinguível ou não pela litologia e/ou idade, das unidades adjacentes. A análise foi realizada a partir da interpretação das propriedades sedimentológicas e pedológicas, ligadas ao mapeamento com ênfase nos padrões de dissecação das prováveis áreas fontes para os sedimentos depositados na bacia do rio Carnaúba e no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. A análise morfoestratigráfica pode fornecer subsídios para uma análise entre superfícies estáveis e superfícies não-estáveis, separando assim momentos de estagnação, deposição e erosão na formação das colunas estratigráficas. A análise destes dados pode fornecer importantes informações paleoambientais sobre variações da umidade e pluviosidade dos objetos de estudo.

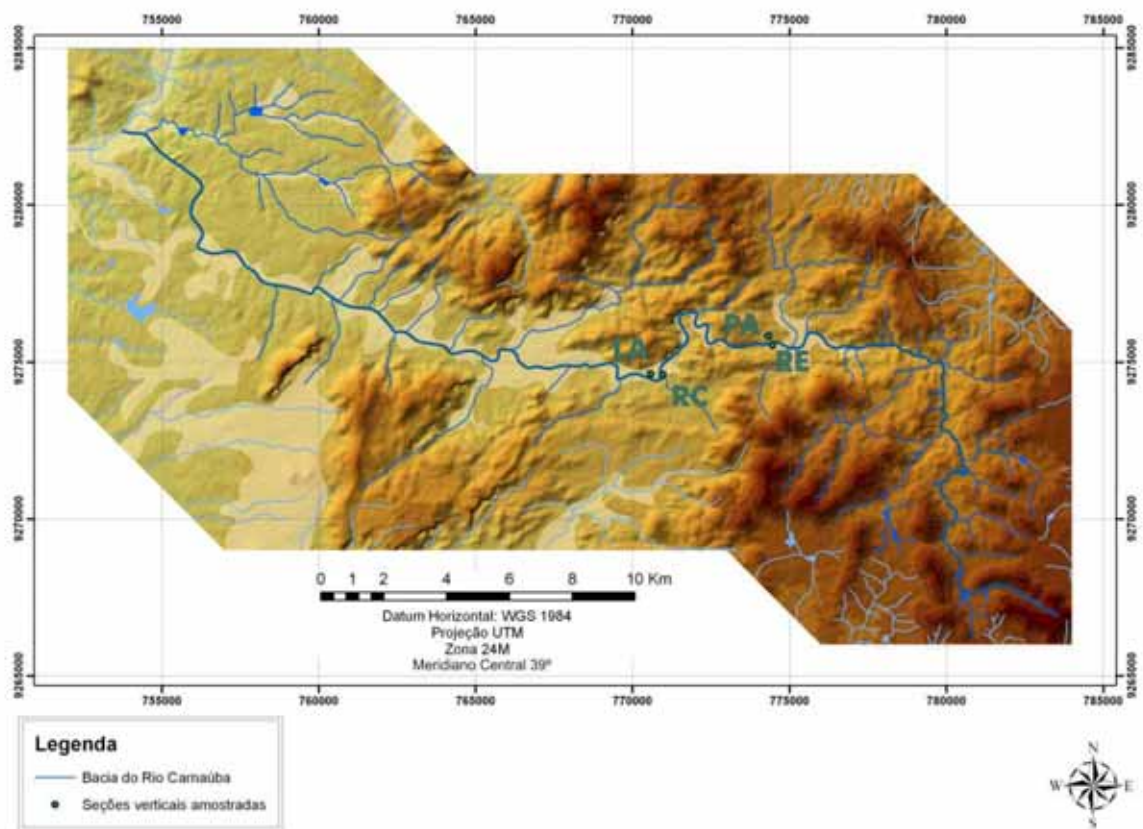


Figura 8: Áreas selecionadas para coleta de amostras de sedimentos. *Fonte: Baseado em dados da SUDENE (1972, 1982, 1985) e dados SRTM disponíveis no site Brasil em Relevo da Embrapa. [HTTP://www.relevobr.embrapa.br/](http://www.relevobr.embrapa.br/).*

Para a interpretação da influência das dinâmicas de encosta para os perfis do rio Carnaúba, foram analisados os padrões de dissecação e escoamento dos sedimentos, baseado na digitalização das cartas SB.24-Z-B-VI-2-NE-B e SB.24-Z-B-VI-2-NE-D (INCRA, 1985a, 1985b), de escala 1:10.000 do convênio INCRA, Estado do Rio Grande do Norte e SUDENE. Para esta análise, no Sítio Pedra do Alexandre foi realizada uma topografia de detalhe, através de equipamentos topográficos (Teodolito e Estação Total), em uma área de 50x50m, colocando em evidência as áreas fontes dos sedimentos e as áreas de depósito sedimentar. Através destes dados foi possível a construção do mapa dos processos de escoamento sedimentar, dando suporte à análise sedimentológica e morfoestratigráfica.

A análise dos materiais formadores foi desenvolvida a partir da granulometria, morfoscopia, mineralogia óptica e difratometria de Raio X da fração argila (<0,002mm).

A granulometria foi realizada através dos métodos EMBRAPA/CNPS no Laboratório de Física do Solo da UFRPE a partir de 100g de cada amostra de sedimento. Para a classificação granulométrica foi utilizado o *software* Anased 5.0. Os dados estatísticos foram analisados segundo Folk & Ward (1957) e Shepard (1954), levando em consideração os parâmetros de curtose, assimetria e grau de seleção. A curtose reflete o grau de achatamento da distribuição granulométrica e segundo MacManus (1988, apud CORRÊA, 2001) distribuições leptocúrticas, com curvas em sino, estão ligados a uma sedimentação laminar, enquanto que curvas platicúrticas são características de deposições lineares e de provável grande energia. O grau de assimetria fornece indicações sobre a natureza do fluxo, se unidirecional (assimetria positiva) ou bidirecional (assimetria negativa). O grau de seleção está diretamente ligado ao tipo de transporte do sedimento e sua maturidade.

A morfoscopia e mineralogia óptica foram realizadas no Laboratório de Paleontologia da UFPE para a determinação do grau de arredondamento dos grãos e dos minerais constituintes do sedimento, sendo para isto utilizada 100 grãos de fração areia média (0,25mm) para cada camada amostrada, a qual pode ter sido transportada por meio de tração, saltação e suspensão. Os minerais encontrados foram classificados em grupos da sílica (quartzo), mica (contendo muscovita e biotita), feldspato (majoritariamente microclina e plagioclásio) e minerais acessórios (constituídos em maioria pela presença de hornblenda e turmalina). O grau de arredondamento dos grãos também pode contribuir para a análise do tipo de transporte do sedimento e de sua maturidade.

A argila autógena será considerada também como um possível indicador ambiental, pois os argilo-minerais podem fornecer informações importantes sobre os ambientes deposicionais, particularmente quando sobrepostos a outros dados substanciais, tais como a área fonte do material de origem, cobertura vegetal e tempo de exposição ao intemperismo (CORRÊA, 2001) (**Figura 9**). A mineralogia das argilas foi inferida a partir da difratometria de Raios-X realizada no Laboratório de Física da UFPE sobre lâminas de argila elaboradas no Laboratório de Mineralogia da UFRPE. Os minerais foram analisados quantitativamente através do software Maud 2.058.

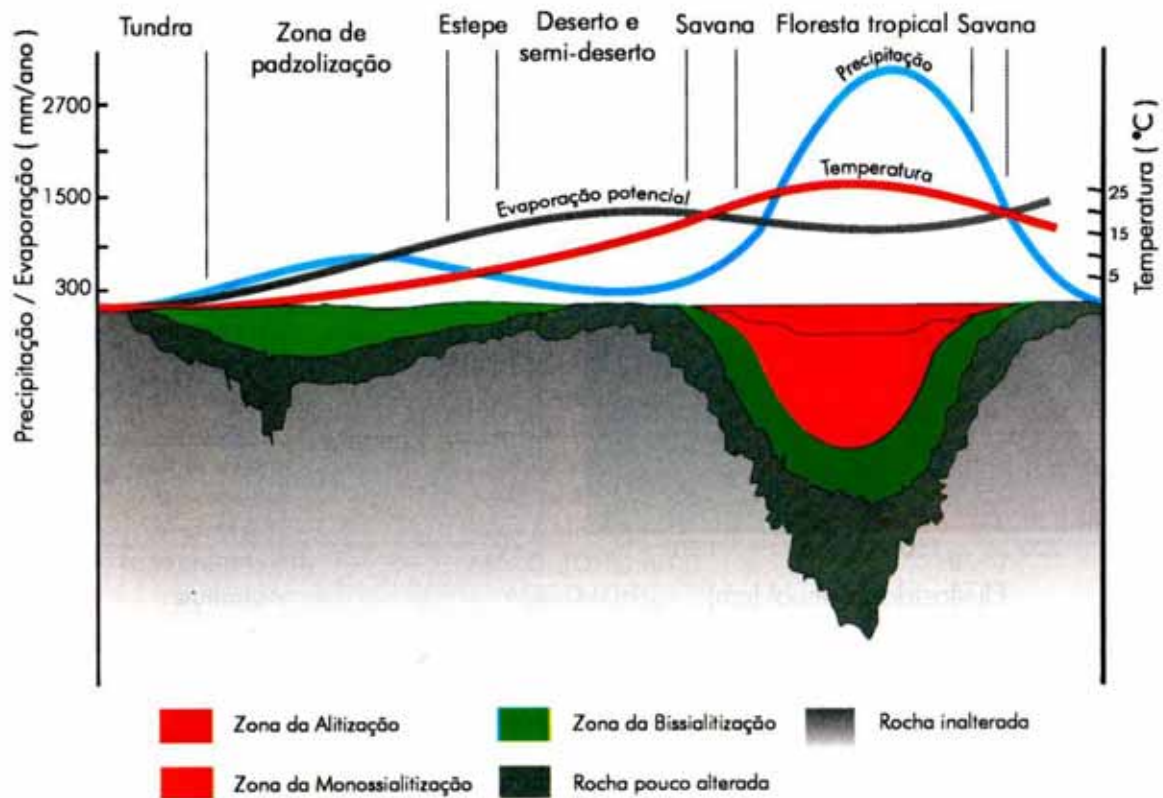


Figura 9: Tipo e intensidade do intemperismo relacionado à temperatura, pluviosidade e vegetação. Fonte: TOLEDO et. al. 2005.

Para poder definir uma cronologia dos episódios de deposição, os sedimentos foram datados no Laboratório de Vidros e Datação, da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP). Foi utilizado o método da luminescência opticamente estimulada (LOE), pela qual há a possibilidade de medir o sinal de luminescência diretamente relacionado à carga da população de elétrons aprisionada no cristal de Quartzo ou Feldspato, mediante estímulo luminoso (TATUMI, 2003). Este método é o mais aconselhável para datações em sedimentos alúvio-coluvionares, pois leva em conta a última vez em que o sedimento esteve exposto à luz solar, já que o “zero” da amostra é ligado à exposição à radiação solar, sendo analisado, revisado e comparado com outros métodos de datação por Fuchs & Wagner (2005) e Lian & Roberts (2006). Desta forma tornou-se possível uma correlação cronológica entre os sedimentos confinados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e os localizados nos terraços fluviais do rio Carnaúba.

A fase final da análise buscou relacionar os vestígios arqueológicos aos depósitos sedimentares confinados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e no vale do rio Carnaúba. Para isto foi necessária a utilização do banco de dados do Núcleo de Estudos Arqueológicos da Universidade Federal de Pernambuco, que continha registros das campanhas arqueológicas que interferiram neste sítio durante a década de 90.

Foi analisada também a localização espacial do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre em relação a seu entorno segundo parâmetros abordados por Clarke (1984), Butzer (1982), Hyder (2004) e Sanjuán (2005). Trata-se de uma análise macro de acordo com as escalas de análises estabelecidas por Clarke (1984), pondo ênfase principal nas estratégias de ocupação e exploração econômica da natureza. Deste modo foi lançada a possibilidade de correlacionar os enterramentos humanos datados a seus paleoambientes e inferir prováveis dinâmicas culturais relacionadas ao ambiente físico por estes grupos.

Com a análise do conjunto de informações coletadas e da comparação entre os dados paleoambientais e arqueológicos, procurou-se inserir o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e o vale do rio Carnaúba na contextualização paleoambiental regional e global. A partir dessas análises buscar-se-á fornecer subsídios para estabelecer relações com os vestígios das ocupações humanas encontrados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e na Área Arqueológica do Seridó.

5. O vale do rio Carnaúba

5.1. Localização e ambiente físico

5.1.1. Localização

O vale do rio Carnaúba está situado na Mesorregião Central Potiguar e na Microrregião Seridó Oriental, inserido nos municípios de Carnaúba dos Dantas (RN) e Acari (RN) (**Figura 1**).

Na cartografia regional ele está localizado nas cartas confeccionadas pela Sudene em escala de 1:100.000: SB.24-Z-B-II (1982), SB.24-Z-B-V (1985), SB.24-Z-B-VI (1972), entre as coordenadas 06°27'48.42"S / 36°43'17.54"W e 06°38'01.59"S / 36°25'53.47"W.

5.1.2. Geologia

A área de estudo está geologicamente inserida no domínio da Faixa Seridó (**Figura 10**). Segundo Dantas et al. (1995) o embasamento da região é constituído por gnaisses e migmatitos sucedidos por uma seqüência de rochas supracrustais de idade neoproterozóica pertencentes ao Grupo Seridó. O Grupo Seridó é dividido em três formações, denominadas Seridó, Equador e Jucurutu, com pequena divergência entre os autores quanto ao posicionamento cronoestratigráfico da Formação Equador. Ferreira (1998, apud CPRM,2000) distinguiu ainda a Formação (Complexo) Serra dos Quintos, desmembrada da Formação Jucurutu, pela distinta associação litológica. De acordo com Jardim de Sá & Salim (1980), a unidade basal deste grupo é a Formação Jucurutu, constituída por gnaisses, anfíbolitos, mármore e rochas cálcio-silicáticas. A unidade intermediária é a Formação Equador, representada por quartzitos e metaconglomerados, e a superior, Formação Seridó, constituída por micaxistos e filitos (SILVA et al., 2000).

Segundo Bezerra (1998), ao menos três ciclos orogênicos podem ser identificados na região: a orogênese Paleotransamazônica (2,3-2,15 Ga), a orogênese Neotransamazônica (1,9±0,1-1,95±0,05 Ga) e a orogênese Brasileira (650-550 Ma). Para Hackspacher et al. (1986) e Dantas (1992), este terreno foi alvo de três fases de

deformação progressiva durante o Transamazônico, que gerou estruturas na direção NW-SE. A fase F_2 é a mais proeminente, sendo responsável pelo bandamento presente e pela formação de dobras isoclinais recumbentes e inclinadas. A terceira fase foi mais penetrativa, produzindo dobras normais, abertas ou fechadas, com intrafoliais associadas; isoclinais e recumbentes. Essa trama paleoproterozóica foi redefinida por novas fases de deformação durante a Orogênese Brasileira, que produziu estruturas de *trend* predominantemente NE-SW, onde o embasamento e a sequência de rochas supracrustais foram intrudidos por batólitos (stocks, soleiras, diques) graníticos a granodioríticos (CPRM, 2000).

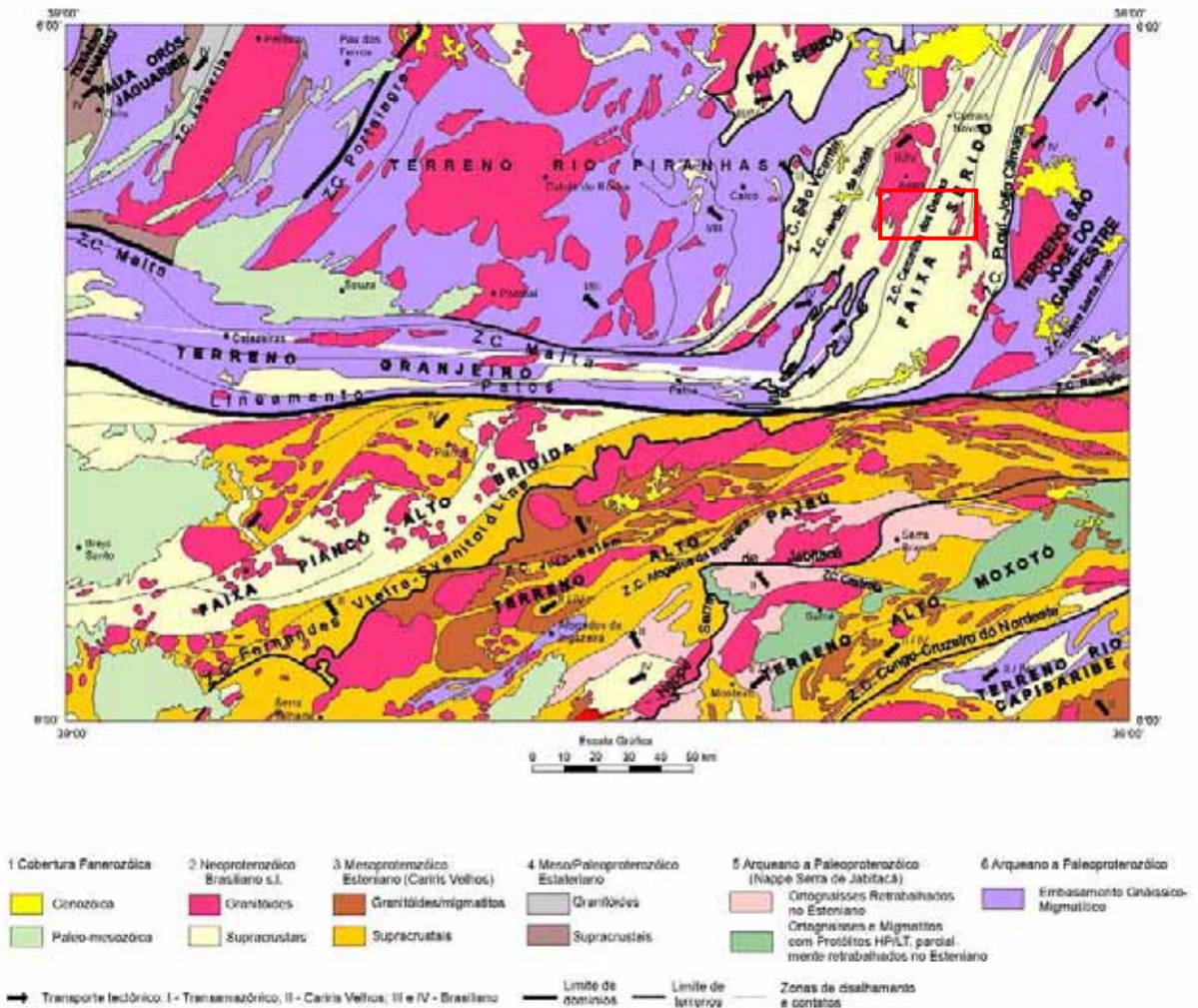


Figura 10: Mapa geológico simplificado da Folha Jaguaribe-SE. Fonte: CPRM, 2000.

O vale do rio Carnaúba secciona as unidades litoestratigráficas de idade neoproterozóica da Suíte de Médio a Alto Potássio Itaporanga e do Grupo Seridó, constando as Formações Equador e Seridó (**Figura 11**), havendo ainda em alguns pontos a presença da Formação cenozóica Serra dos Martins. O vale está encaixado em falhas indiscriminadas de orientação E-W e corta quase perpendicularmente a Zona de Cisalhamento Transcorrente Dextral Carnaúba dos Dantas, além de uma Falha Transcorrente Sinistral.

Segundo a CPRM (2000), a Formação Equador, composta de quartzitos e metaconglomerados, representa a sedimentação clástica de plataforma, ocorrendo de modo quase contínuo, acima do embasamento paleoproterozóico na subfaixa Jucurutu, representando provavelmente espécies de cordões arenosos litorâneos. A maioria dos sítios arqueológicos da Tradição Nordeste encontrados no vale do rio Carnaúba estão situados sobre esta formação geológica (**Figura 12**).

A Formação Seridó é representada por um espesso pacote de metapelitos de fácies predominantemente anfibolito, contendo raras intercalações de metacalcários, rochas calcissilicáticas e anfibolito. A Formação Seridó provavelmente representa a fácies marinha distal da bacia, cuja sedimentação está associada a depósitos de talude, alimentados por correntes de turbidez. Zircões clásticos foram datados por U-Pb obtendo uma idade neoproterozóica de 640Ma (CPRM, 2000, 2005a, 2005b). O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre está inserido nesta formação geológica (**Figura 13**).

A Suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga é constituída de granitos e granodioritos porfíricos associados a dioritos. Sobre estas litologias há a ocorrência de sítios arqueológicos contendo gravuras da Tradição Itaquatiara, próximos à foz do rio Carnaúba (**Figura 14**).

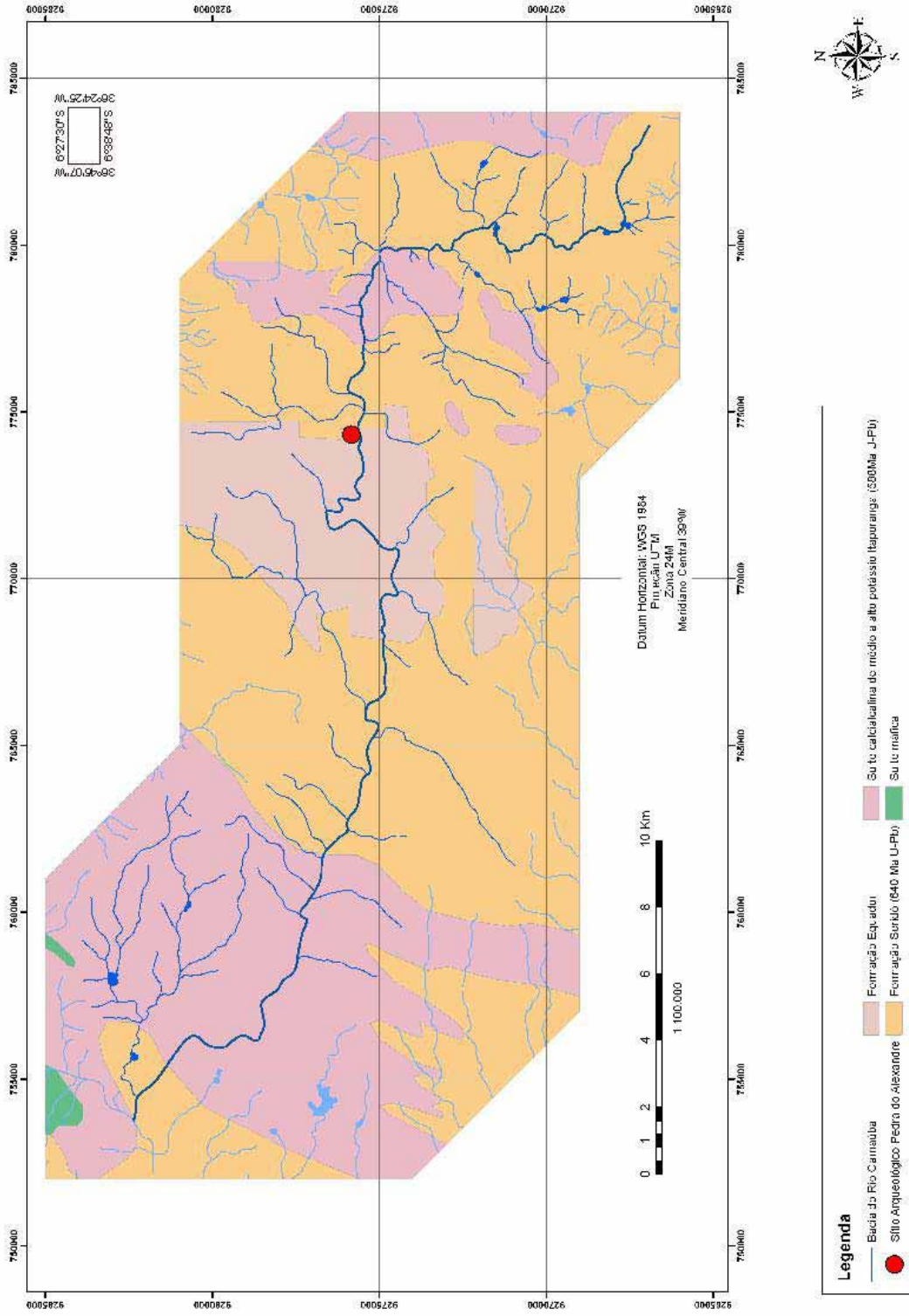


Figura 11: Aresbouço geológico do vale do Rio Comaúba. Fonte: Baseado em dados de CPRM (2000, 2005a, 2005b).



Figura 12: Sítio Arqueológico Xique-xique III. Suporte rochoso: Quartzito, Formação Equador. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*



Figura 13: Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Suporte rochoso: Biotita-xisto, Formação Seridó. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*



Figura 14: Sítio Arqueológico de Tradição Itaquatiara. Suporte rochoso: Granito, Suíte calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga. Foto: Demétrio Mutzenberg.

Segundo a CPRM (2000), a Formação Serra dos Martins ocorre formando relevos tabuliformes, com altitude variando em torno de 500 a 850m, originando feições morfológicas características, e constituem formas residuais de um antigo capeamento contínuo, dissecado e erodido, com a espessura estimada entre 30 e 70m. Na base ocorrem arenitos esbranquiçados, mal selecionados, localmente conglomeráticos, caulínicos, homogêneos, friáveis com camadas silicificadas. A porção média é representada por bancos de arenitos argilosos, homogêneos, de coloração amarela a vermelha, com grãos de quartzo subangulosos a arredondados. O topo da seqüência é formado por uma crosta laterítica de cor vermelha a roxa, seixos de quartzo angulosos, mal selecionados e cimento ferruginoso. O ambiente deposicional, de acordo com Mabesoone et al. (1972), é de água corrente, notadamente fluvial. Morais Neto e Akmim (2001) afirmam ter ocorrido sob estes depósitos um pulso de soerguimento cenozóico sob a influência de um campo de tensões com forte componente compressional para que os remanescentes sedimentares da Formação Serra dos Martins se encontrassem em cotas

elevadas do Planalto da Borborema. A nascente do rio Carnaúba apresenta características típicas da Formação Serra dos Martins, como a presença da crosta laterítica (**Figura 15**). A Formação Serra dos Martins é de suma importância para a compreensão das escolhas ocupacionais do homem pré-histórico inserido no contexto do vale do rio Carnaúba, já que é a mais provável fonte de matéria prima para os pigmentos dos grafismos rupestres, assim como de silexitos para a confecção de materiais líticos.

A área estudada apresenta ainda um considerável volume de sedimentos alúvio-coluvionares neogênicos sob a forma de encostas com cobertura de colúvio, terraços fluviais e leques aluviais (**Figura 16**). Estes sedimentos não foram ainda estudados sob a perspectiva da morfoestratigrafia ou mesmo quanto a sua gênese e significado ambiental, sendo objeto de estudo neste trabalho.



Figura 15: Nascente do rio Carnaúba. Crosta laterítica característica da Formação Serra dos Martins. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*



Figura 16: Vale do rio Carnaúba. Terraço, canal entrelaçado ativo e barra fluvial. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*

5.1.3. Geomorfologia

O vale do rio Carnaúba está geomorfologicamente inserido nos domínios do Planalto da Borborema, representado pelo contraforte da Serra de Santana e pela Depressão Sertaneja, seccionando maciços e serras baixas. As cotas altimétricas variam de 700 a 250 metros de altitude, respectivamente de suas cabeceiras ao curso final (**Figura 17**). Trata-se de uma área intermontana, isto é, um compartimento rebaixado com relevo ondulado de colinas de topos largos, confinado entre superfícies mais elevadas, com vales em forma de V e U (**Figuras 18 e 19**).

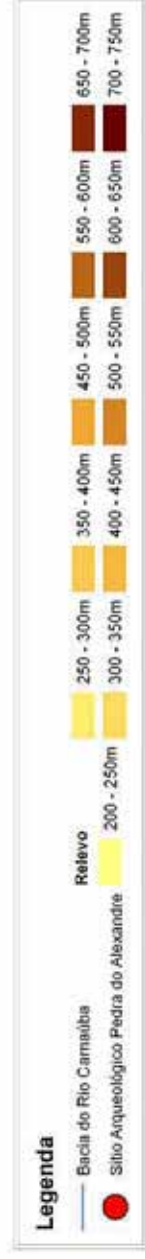
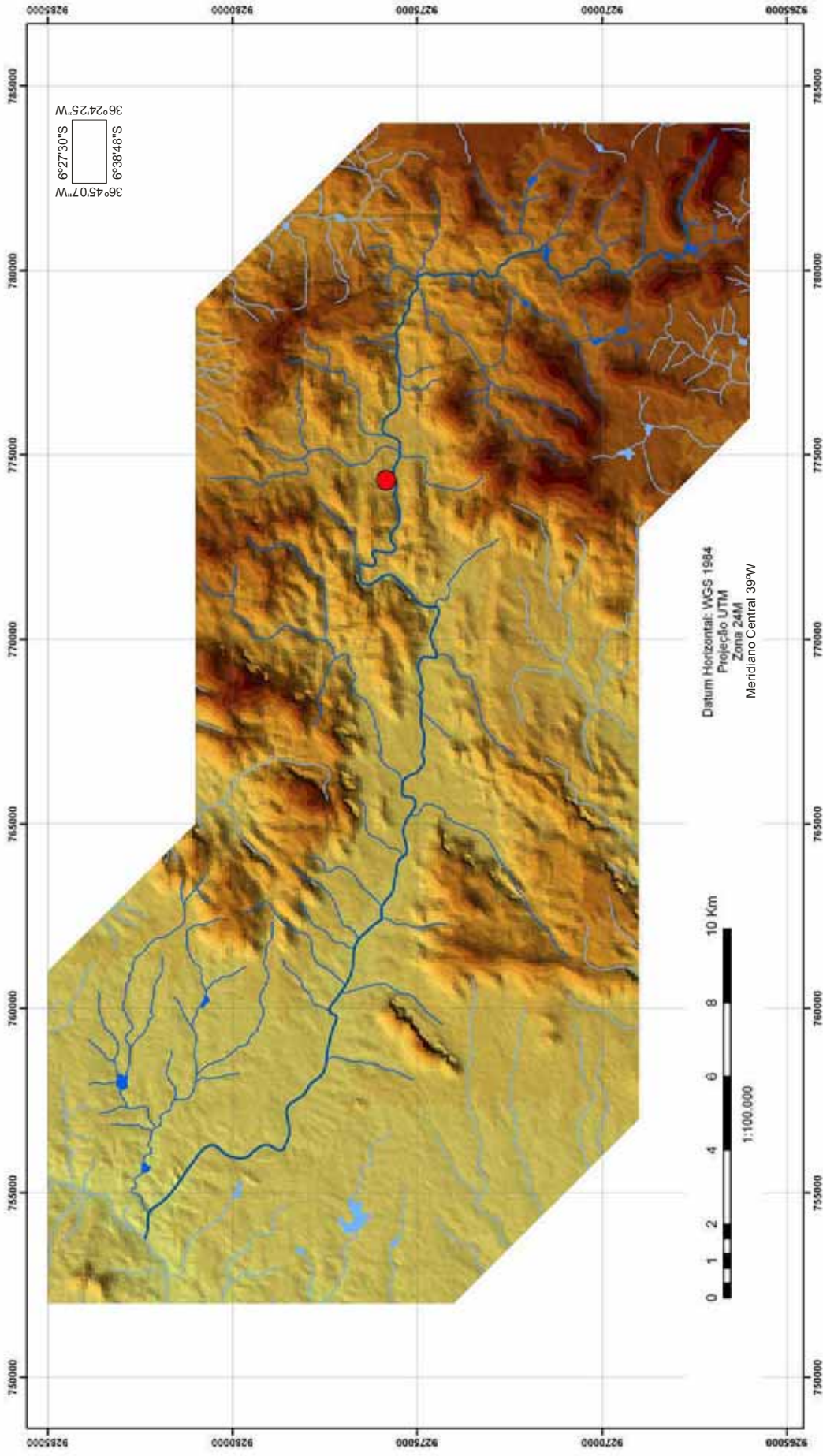


Figura 17: Hipsometria do vale do Rio Carnaúba. Fonte: Baseado em dados da SUDENE (1972;1982, 1985) e dados SRTM disponíveis no site Brasil em Relevo do Embroapa. [HTTP://www.relevobemroapa.br/](http://www.relevobemroapa.br/).

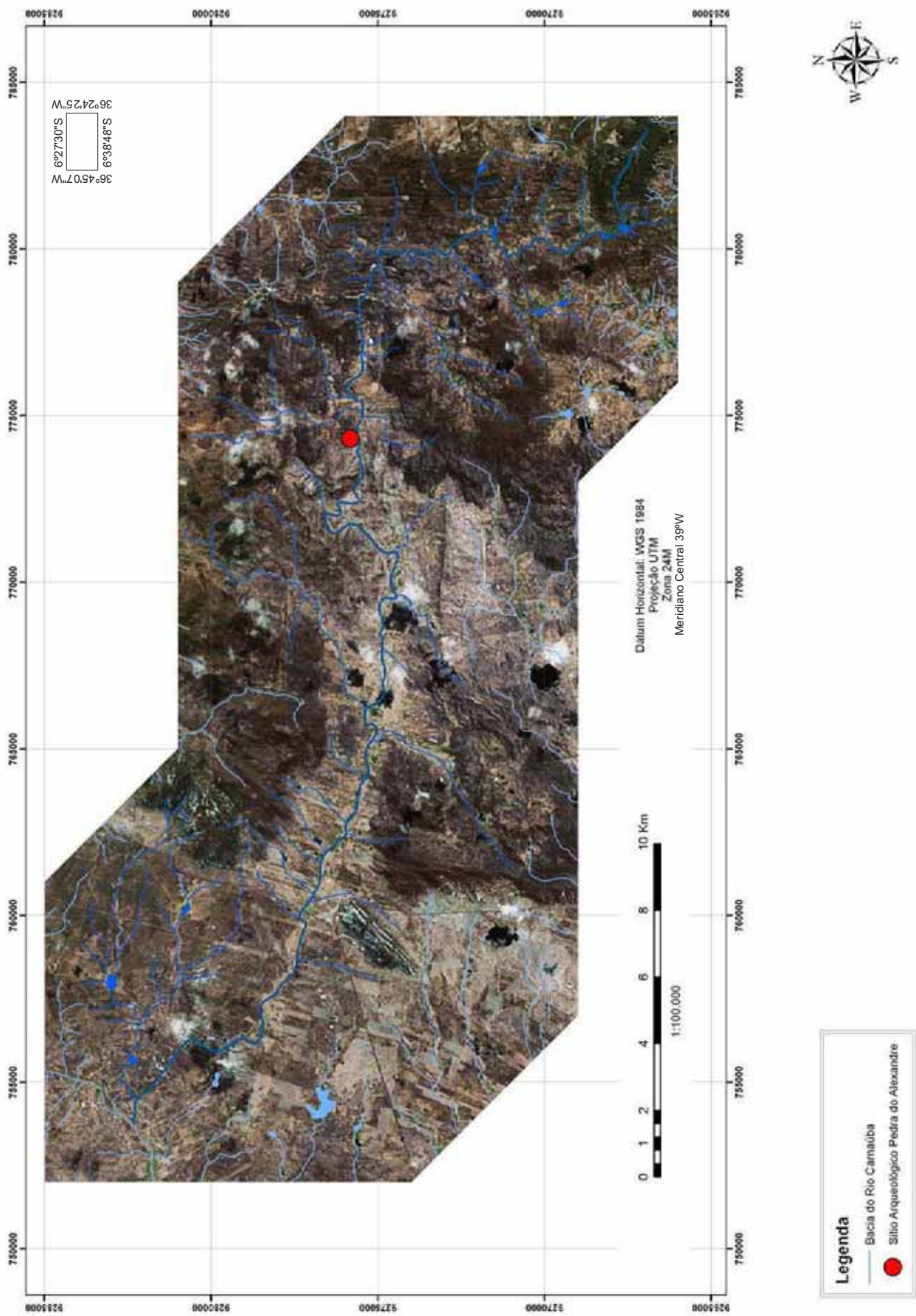


Figura 18: Imagem de satélite demonstrando as feições geomorfológicas do vale do Rio Carnaúba. Fonte: Baseado em dados da SUDENE (1972, 1982, 1985) e imagens de satélite disponíveis no software Google Earth.



una 19: Modelo digital de terreno (MDT) do vale do Rio Carnaúba. Em perspectiva, sem escala.

O Planalto da Borborema é formada por maciços e outeiros altos, com altitudes variando de 650 a cerca de 1.200 metros, com a presença de vales profundos e estreitos. Os maciços e serras baixas são caracterizados por uma morfologia pouco acidentada, apresentando altitudes médias entre 300 a 800 metros, com o relevo favorecendo a implantação de pequenas barragens em setores sobre os quais a drenagem se superimpõe discordantemente à estrutura.

A Depressão Sertaneja é constituída por um relevo predominantemente suave-ondulado e cortado por vales estreitos, com vertentes dissecadas e com a presença de inselbergs (SILVA et al., 2000). Na área de estudo há a ocorrência de inversão de relevo em relação à litologia, caracterizada pela existência de rochas graníticas rebaixadas, em cotas de 250m enquanto os micaxistos da Formação Seridó são encontrados a até 700m de altitude (**Figura 11 e 17**). Esta subordinação das depressões às litologias graníticas deve-se sobretudo à textura porfírica e à morfogênese semi-árida.

Existem várias hipóteses para a evolução da paisagem dos compartimentos do Planalto da Borborema, que seguem os pressupostos das escolas geomorfológicas vigentes em cada período de produção científica. Mediante a aplicação do modelo cíclico de recuo paralelo das escarpas (KING, 1956, 1962), as superfícies escalonadas do Planalto da Borborema seriam resultantes de diversas fases de aplainamentos ocorridas após o Cretáceo, que se seguiram à reativação wealdeniana e aos reajustes isostáticos sobre a Plataforma Brasileira. A idade das superfícies escalonadas decorrentes deste processo corresponderia cronologicamente à sua situação no relevo. A superfície mais antiga seria a de nível topográfico mais elevado enquanto as mais rebaixadas seriam as mais recentes (CORREA, 2003).

Para Corrêa (2003) as principais evidências que refutam esta interpretação encontram-se na cronologia dos eventos erosivos, nos diferentes graus de resistência das litologias ao intemperismo e na posição relativa dos relevos residuais dentro da paisagem, sugerindo assim, uma interpretação baseada na teoria da etchplanação. Esta teoria refere-se ao papel funcional do manto e da frente de intemperismo, através da atuação de processos geoquímicos e pedogenéticos, nos processos de denudação e formação das paisagens (VITTE, 2001). Segundo Corrêa (2003), de acordo com esta interpretação, as superfícies aplainadas seriam o resultado da exposição da frente de intemperismo, enquanto que nos

níveis de cimeiras, o manto de intemperismo seria preservado pelos controles litológicos e tectônicos sob forma reliquial, ainda que muito desestabilizado e em vias de evacuação mecânica, sobretudo nas áreas de maior aridez.

Neste contexto geomorfológico, uma das ocorrências mais importantes para a arqueologia no vale do rio Carnaúba são as formações de relevos de encosta negativa, sobretudo devido à existência de planos de foliação e diferenças de resistências das rochas, nas quais camadas superiores são mais resistentes do que as inferiores nas rochas xistosas e quartzíticas da formação Seridó e Equador respectivamente. Estando situados logo abaixo das linhas de cumeadas de maciços residuais, percebe-se claramente na área em questão que os depósitos coluviais que ora recobrem os abrigos são a última evidência conspícua de produtos da alteração geoquímica na área de estudo, estando as cimeiras notavelmente destituídas de mantos de alteração. As feições geomorfológicas que abrigam os sítios estão geralmente relacionadas a um processo de queda de blocos e formação de depósitos de *talus*. Estes abrigos foram preferencialmente utilizados pelo homem pré-histórico da região como suporte rochoso para práticas gráficas.

5.1.4. Clima

O clima da região estudada, na classificação de Köppen, é caracterizado como BShw'. Tratando-se, portanto de clima quente e seco, característico do setor oriental da região semi-árida sub-equatorial brasileira na qual a curta estação chuvosa se atrasa para o outono.

A precipitação pluviométrica anual média na região é de 447,8 mm, com o período chuvoso de fevereiro a abril (**Figura 20**). A temperatura média anual é de 27.5°C com máxima de 33°C e mínima de 18°C. A umidade relativa média anual é de 64% e 2.400 horas de insolação (IDEMA, 1999).

O vale do rio Carnaúba está inserido em uma das regiões mais áridas do estado do Rio Grande do Norte, sendo também considerado um núcleo susceptível ao processo hodierno de desertificação (**Figuras 21 e 22**).

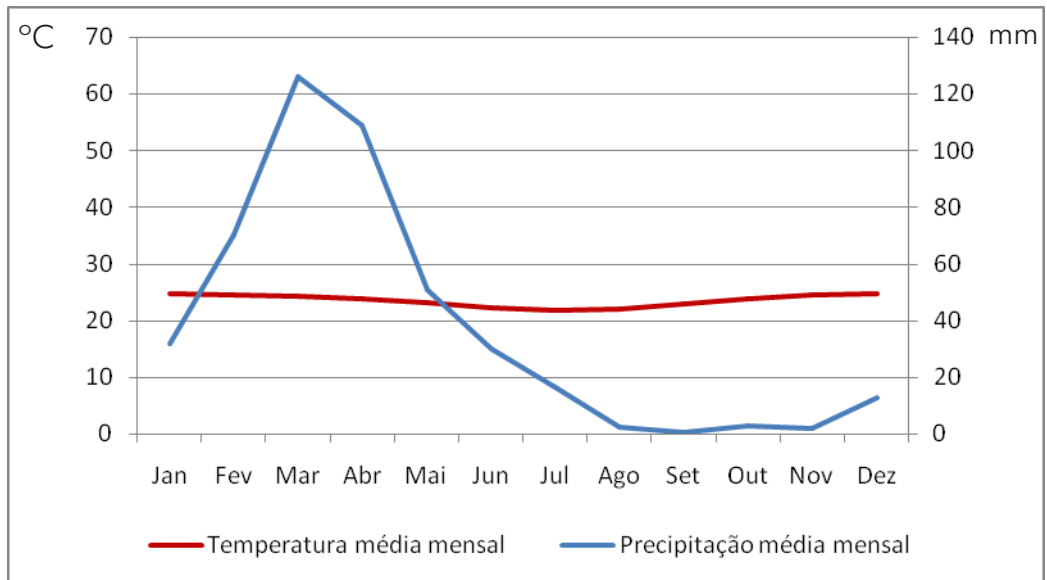


Figura 20: Diagrama Ombrotérmico da cidade de Carnaúba dos Dantas-RN. Ponto de Coleta: Riacho Fundo, Fz Carnaúbas dos Dantas. Lat.6° 33' Long. 36° 30'. Fonte: Baseado nos dados disponíveis em <http://www.dca.ufpb.br/>

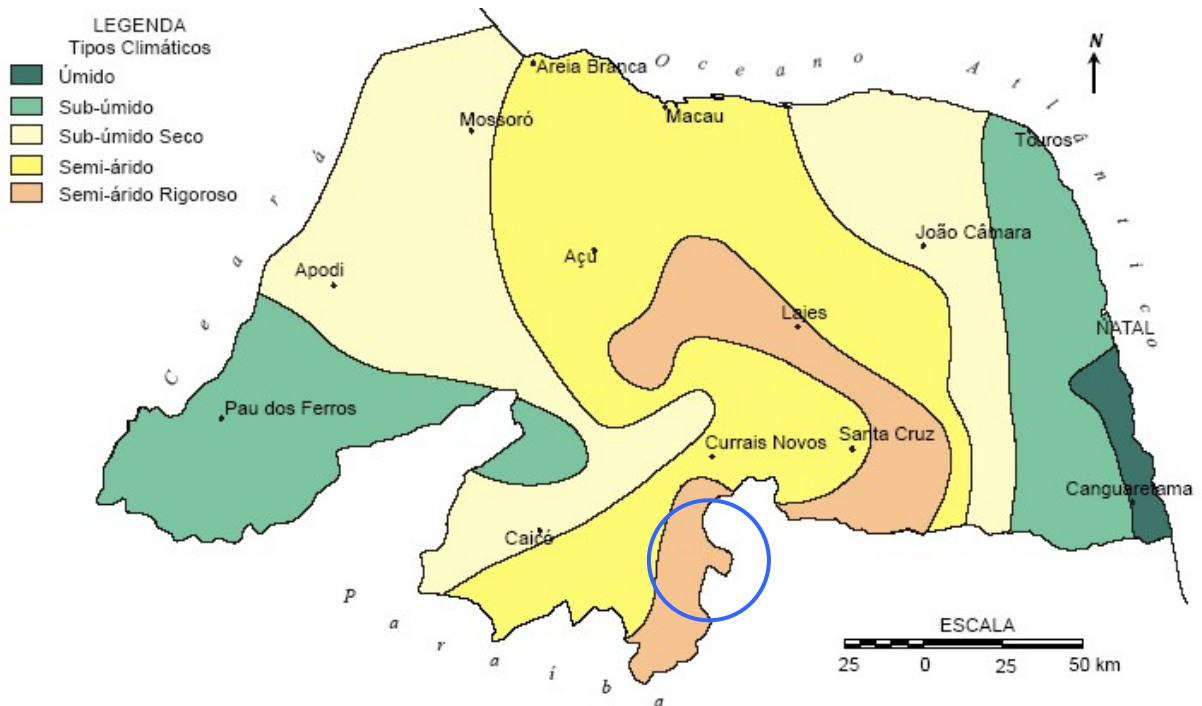


Figura 21: Tipos climáticos no Estado do Rio Grande do Norte. Fonte: IDEMA, 2002.

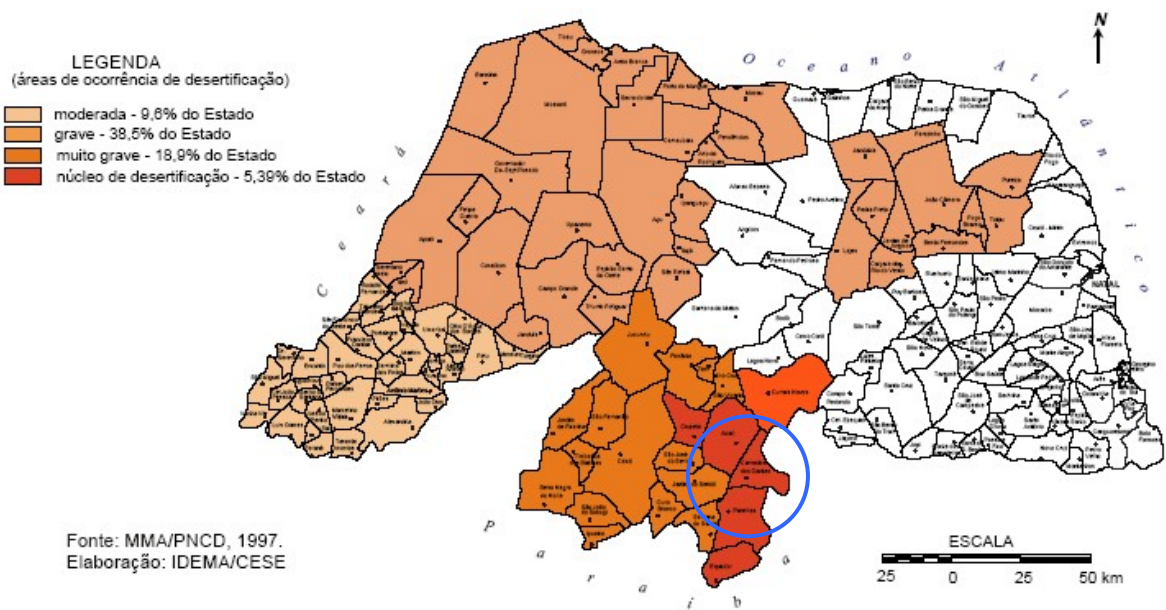


Figura 22: Áreas de ocorrência de desertificação no Estado do Rio Grande do Norte. Fonte: IDEMA, 2002.

5.1.5. Solos

Os solos predominantes no Vale do rio Carnaúba são os Neossolos Litólicos Eutróficos, com ocorrência de Neossolos Flúvicos às margens dos canais principais.

Os Neossolos Litólicos Eutróficos são caracterizados por solos pouco desenvolvidos, pedregosos, rasos ou muito rasos, não hidromórficos, bem acentuadamente drenados, com o horizonte A (fraco ou moderado) assente diretamente sobre a rocha ou com seqüência de horizontes A, C e R. Apresentam textura que varia de arenosa a média e o material originário principal é o saprolito de gnaiss, granito, xistos e quartzito. Ocorrem em relevo suave ondulado até montanhoso, sob vegetação natural de caatinga hiperxerófila (SILVA et al., 2002). O solo presente no topo da colina onde está situado o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre trata-se de um Neossolo Litólico Eutrófico desenvolvido sobre saprolito de micaxisto.

Os Neossolos Flúvicos são constituídos por solos pouco desenvolvidos, provenientes de deposições fluviais de natureza variada, apresentando um horizonte A, seguido de camadas estratificadas sem relações pedogenéticas entre si. São encontrados nos terraços fluviais e no leito do rio Carnaúba.

5.1.6. Vegetação

Quanto à cobertura vegetal potencial, há a ocorrência de Caatinga Hiperxerófila, de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhado, e a Caatinga Subdesértica do Seridó, classificada como a vegetação mais seca do Estado, com arbustos e árvores baixas, ralas, de xerofitismo mais acentuado e aspecto arbustivo aberto.

É necessário, no entanto, compreender como estava caracterizado este ambiente na época das ocupações pré-históricas e a possível relação entre este ambiente, o rio Carnaúba, seus afluentes e os grupos humanos que ocuparam o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

5.2. Análise morfométrica da bacia do rio Carnaúba

5.2.1. Hierarquização da rede fluvial

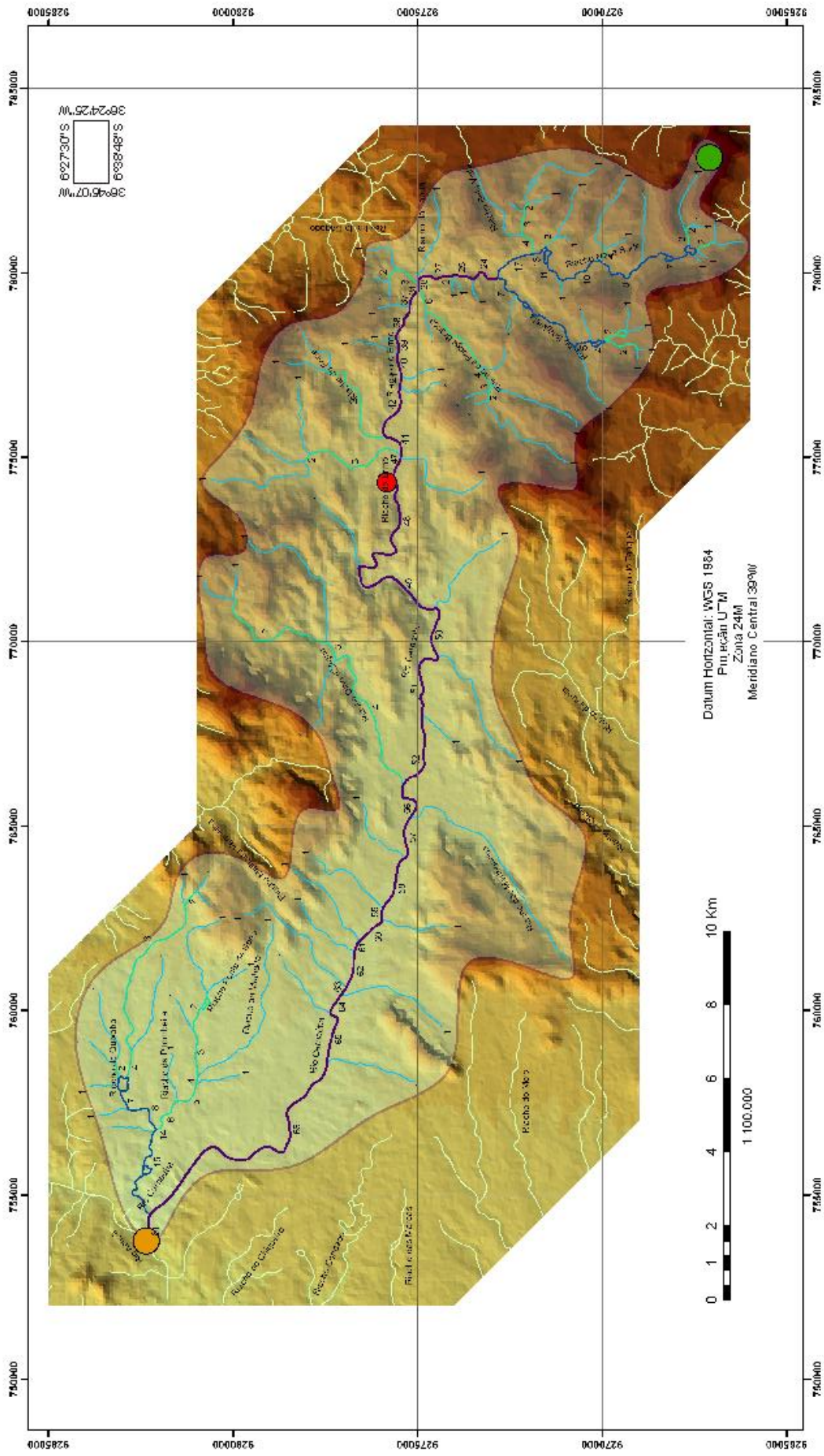
O rio Carnaúba é integrante dos domínios da bacia hidrográfica Piranhas-Açu. Trata-se de um afluente do rio Acauã que, por sua vez é afluente do rio Seridó, tributário do rio Piranhas.

A hierarquia fluvial é realizada com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980). Foi proposta para este trabalho a determinação da hierarquia e magnitude fluvial utilizando as metodologias estabelecidas por Strahler (1952) e Shreve (1966). Tal procedimento é fundamental para a definição do canal principal de sua nascente até sua desembocadura e análise da influência de seus afluentes.

Na hierarquização fluvial proposta por Strahler, o rio Carnaúba trata-se de um rio de 4ª Ordem e sua magnitude de drenagem é 81 segundo os parâmetros estabelecidos por Shreve, significando o número total de canais de sua rede hidrográfica. Através destes parâmetros iniciais e a análise dos divisores de drenagem foi possível delimitar a área drenada pelo conjunto fluvial do rio Carnaúba, ou seja, sua bacia hidrográfica propriamente dita (**Figura 23**).

Para a definição do canal principal, tomou-se como base o critério de curso de água mais longo, ficando definida sua nascente em um local denominado Serra do Abreu. De sua nascente até sua desembocadura o rio Carnaúba tem 48 km de extensão. É interessante ressaltar que nas cartas da SUDENE o canal principal do rio Carnaúba recebe ainda dois outros nomes: Riacho Nova Sorte, próximo a sua nascente, e Riacho do Ermo, nas proximidades do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

Há uma grande concentração de canais nas áreas mais elevadas a sudeste do vale do rio Carnaúba. Isto fica evidente através da análise da magnitude de drenagem onde, próximo aos quinze primeiros quilômetros de extensão, o rio Carnaúba já captou metade de seus tributários. Posterior a isto há apenas uma confluência de canais individuais até próximo à sua desembocadura, onde recebe quinze tributários no seu último quilômetro antes de desaguar no rio Acauã.



Legenda

- Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre
- Boca do Rio Carmaubá
- Canais de 1º Ordem
- Canais de 2º Ordem
- Canais de 3º Ordem
- Canais de 4º Ordem
- Magnitude de drenagem
- Nascente
- Desembocadura



Figura 23: Hierarquização, magnitude e boca de drenagem do rio Carmaubá. Fonte: Baseado em dados do SUDENE (1972, 1982, 1983) e dos dados SRM disponíveis no site Brasil em Relevo do Embropla. [HTTP://www.relevo.br/embropla.br/](http://www.relevo.br/embropla.br/). 50

5.2.2. Análise de índices morfométricos

Os parâmetros morfométricos, aqui abordados, podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais, pois as formas das bacias hidrográficas se configuram como feições importantes, principalmente no que se refere aos estudos do modelado da superfície terrestre (ALVES & CASTRO, 2003).

Foi possível estabelecer o padrão de drenagem para o rio Carnaúba. Tratando-se majoritariamente de um padrão dendrítico, além de áreas em que ocorrem padrões retangulares.

O padrão dendrítico é, segundo Christofolletti (1980), caracterizado pela distribuição em todas as direções das correntes tributárias, se unindo formando ângulos agudos de graduações variadas. Este padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares ou metamórficas horizontais.

O padrão retangular é caracterizado pelo aspecto ortogonal devida às bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais, tanto na principal quanto nas tributárias. Essa configuração é consequência da influência exercida por falhas ou pelo sistema de juntas ou diáclases (CHRISTOFOLETTI, 1980). Este padrão é mais encontrado inserido na Formação Equador, na área central da bacia hidrográfica do rio Carnaúba, podendo ser relacionado às falhas e fraturas características desta área central, além de relacionado aos contatos litológicos entre a Formação Equador e Seridó.

Os índices morfométricos obtidos para o rio Carnaúba podem ser observados abaixo (Tabelas 1 e 2):

Tabela 1: Dados morfométricos obtidos para a bacia do rio Carnaúba.

Dados obtidos	Bacia
Perímetro	95,292 km
Área	238,32 km ²
Área Direita	137,25 km ²
Área Esquerda	101,07 km ²
Comprimento do canal principal	48,274 km
Altitude Máxima	703 m
Amplitude de altitude	479 m
Altitude Mínima	224 m
Comprimento total dos canais	218,94 km
Número de canais	81
Distância vetorial do canal principal	33,56 km
Ordem da bacia	4
Área de Círculo	722,6 km ²

Tabela 2: Parâmetros morfométricos calculados para a bacia do rio Carnaúba.

Parâmetros	Bacia
Forma da bacia de drenagem	
Relação de Relevo	0,0099
Densidade hidrográfica	0,339 canais/km ²
Densidade de drenagem	0,918 km/km ²
Parâmetros combinados	
Índice de circularidade	0,329
Índice de sinuosidade	1,438
Índice de assimetria	57,59

A relação de relevo, que se refere à razão entre amplitude altimétrica da bacia hidrográfica e comprimento do canal principal, teve seu índice bastante influenciado pelos maciços do Planalto da Borborema e por tratar-se de uma bacia de pequeno porte, sem competência necessária para uma dissecação mais eficaz do vale.

A densidade hidrográfica e densidade de drenagem indicam um baixo volume de cursos d'água, denotando pouco escoamento superficial, porém isto pode ser explicado pela baixa atuação de atividade pluviométrica ou de uma relativamente recente adaptação da drenagem às morfoestruturas de relevo. A distribuição da densidade de drenagem indica um maior índice nas áreas subordinadas aos sistemas de juntas e fraturas subverticais a sudeste da bacia, caracterizada por um relevo elevado com cotas de 500m a 700m e inserido na litologia da Formação Seridó. Em seguida destaca-se também a presença de índices mais elevados de densidade a noroeste da bacia, sendo esta uma área caracterizada por um relevo aplainado com cotas de 250m a 300m e inserido na

litologia da Suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga (Figura 24). Estas podem estar relacionadas às áreas de relevo mais uniforme elaboradas pela ação fluvial diretamente sobre os solos rasos e afloramentos rochosos subordinados aos granitóides de baixa permeabilidade (Figura 25). Os menores índices, porém, estão relacionados às mesmas formações geológicas e localizadas nas porções centrais e a leste da área de estudo. A partir da observação do mapeamento de declividade (Figura 25) percebe-se que pode existir uma correlação dentro da Formação Seridó entre os menores índices de densidade de drenagem e as áreas de maior variação altimétrica e declividade, ou seja, as áreas residuais e mais desgastadas pela erosão da região central do vale.

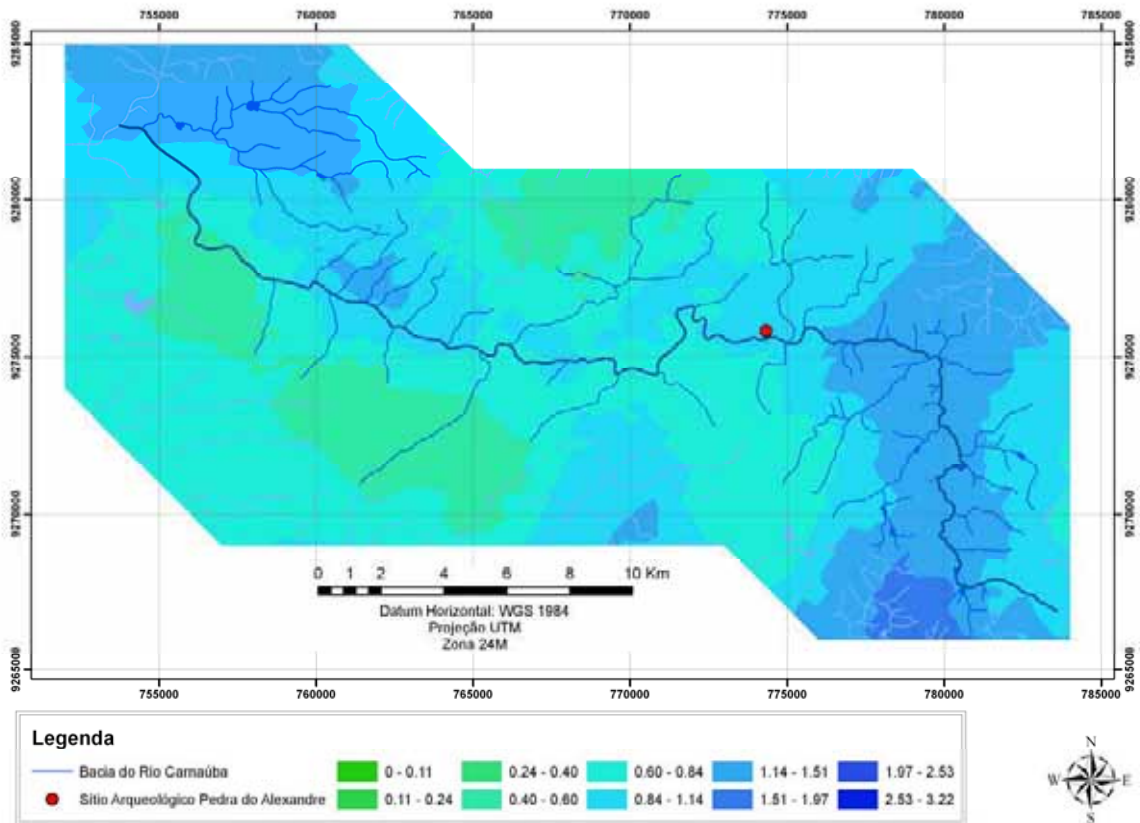


Figura 24: Gráfico de isovalores de densidade de drenagem para o vale do rio Carnaúba. Índices em km de drenagem / km². Fonte: Baseado em dados da SUDENE (1972, 1982, 1985).

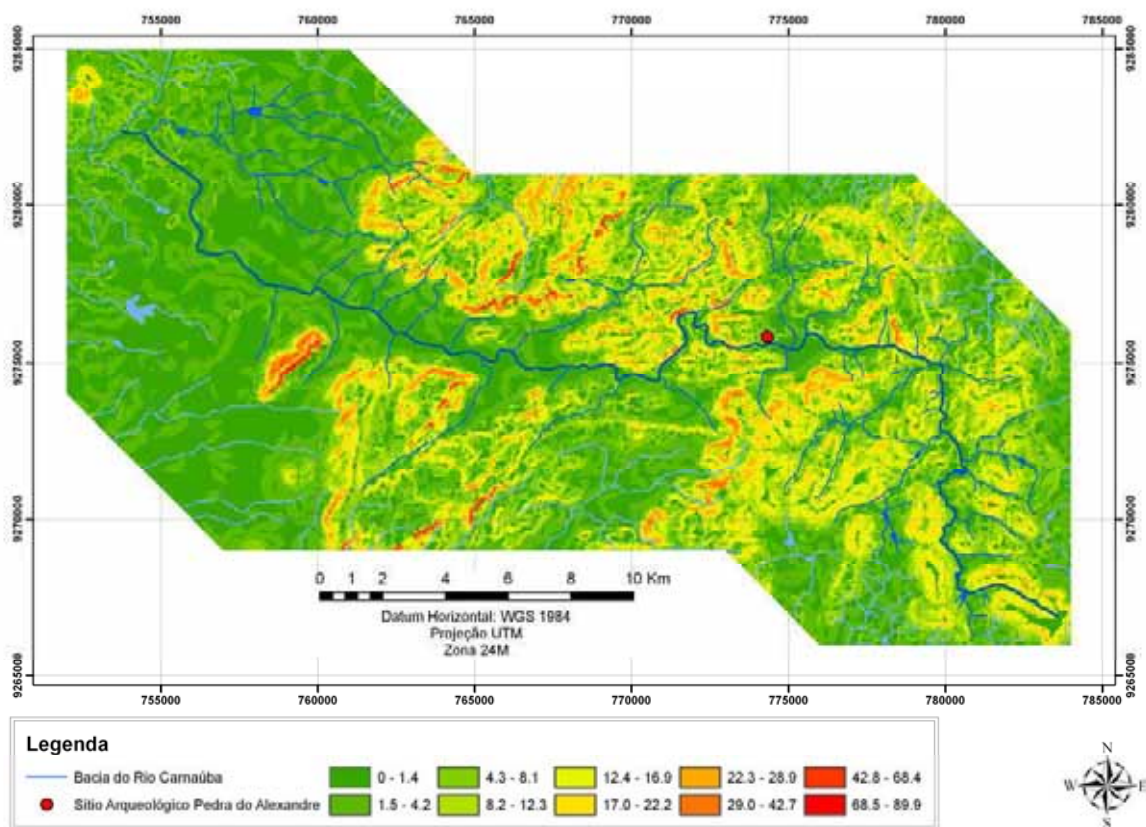


Figura 25: Mapeamento de declividade para o vale do rio Carnaúba. Índices em graus de declividade. Fonte: Baseado em dados SRTM disponíveis no site Brasil em Relevo da Embrapa. [HTTP://www.relevobr.embrapa.br/](http://www.relevobr.embrapa.br/).

O índice de circularidade da bacia hidrográfica do rio Carnaúba, por ser inferior a 0,51, denota uma bacia mais alongada, com alto nível de escoamento de água e sedimentos e baixa propensão à ocorrência de cheias.

A sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais. O índice de sinuosidade para o rio Carnaúba, por conter valores intermediários entre 1,0 e 2,0, indica uma forma transicional entre um canal retilíneo e tortuoso.

O índice de assimetria entre a margem direita e esquerda da bacia, segundo parâmetros estabelecidos por Hare & Gardner (1989), teve um valor total superior a 50, significando um leve basculamento da margem esquerda, podendo ser causada por fatores neotectônicos. A área que parece ser mais afetada pela assimetria é próximo à desembocadura do rio Carnaúba, no qual à sua margem direita existe um grande

número de afluentes, chegando a uma influência de 3ª ordem, enquanto em sua margem esquerda, nos últimos oito quilômetros, não há influência de tributários. Esta conformação parece estar também embasada no mapeamento da densidade de drenagem, no qual a margem esquerda próxima à foz do rio Carnaúba, mesmo não tendo uma grande amplitude altimétrica ou altos valores de declividade permanece com baixos índices de densidade de drenagem.

5.2.3. Análise do índice RDE e perfil longitudinal do rio Carnaúba

O índice RDE ou “índice de Hack” é utilizado para a detecção de deformações crustais em bacias hidrográficas e é calculado através da seguinte fórmula: $RDE = (\Delta H/\Delta L) \cdot L$, onde ΔH corresponde à amplitude altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso fluvial, ΔL corresponde à projeção horizontal da extensão do referido segmento e L corresponde à extensão do curso de água à montante do ponto para o qual o índice está sendo calculado (ETCHEBEHERE et al., 2004) (Figura 26). Foi possível, através da aplicação deste índice, a detecção de anomalias fluviais na bacia hidrográfica do rio Carnaúba (Figura 27).

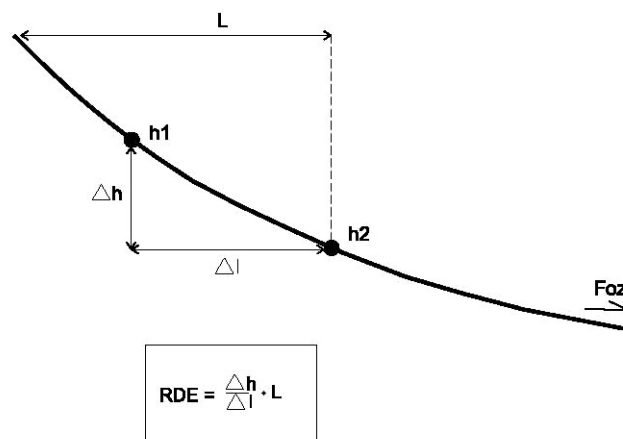


Figura 26: Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE. Fonte: Etchebehere et al., 2004.

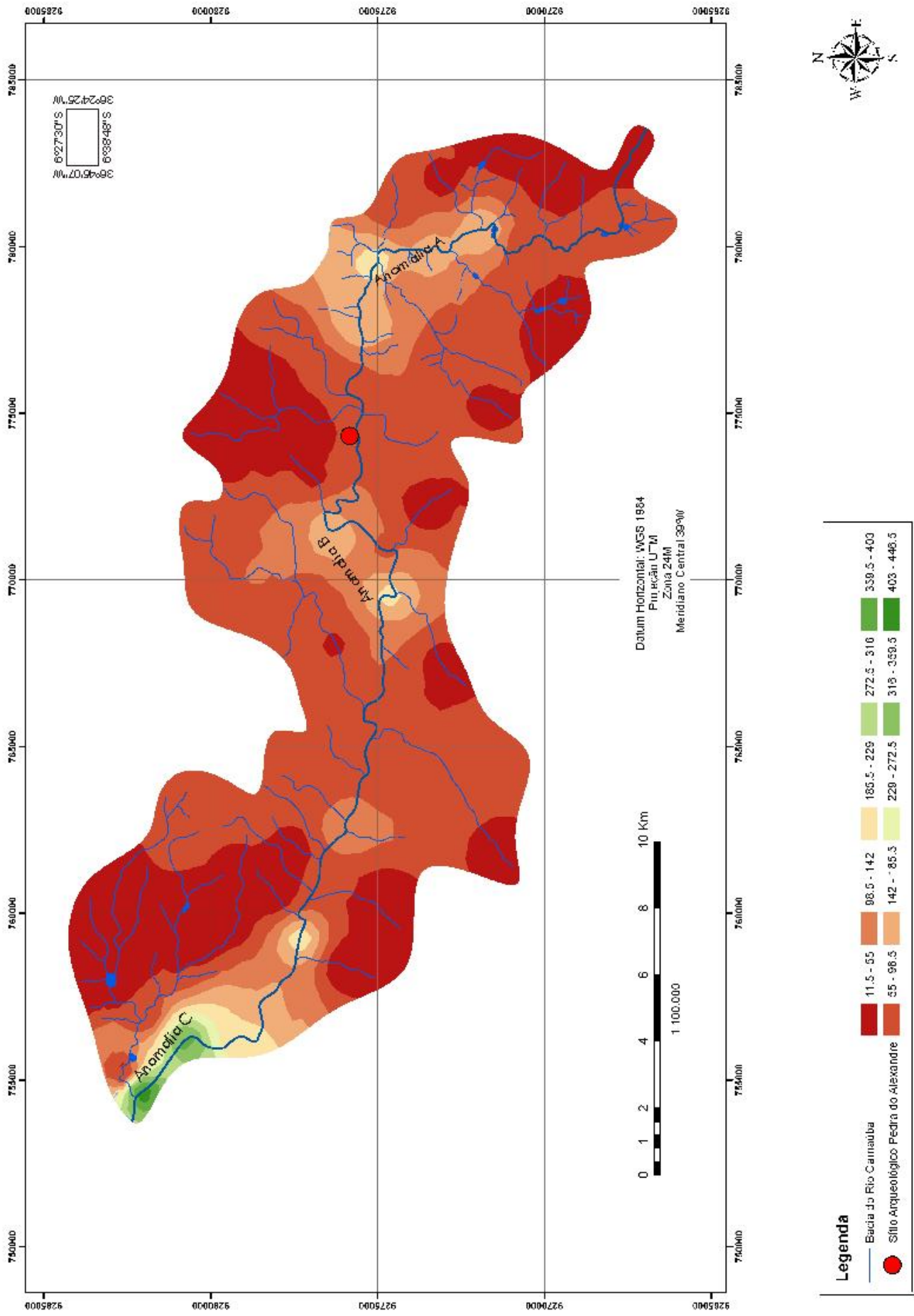


Figura 27: Distribuição espacial dos índices RDE para a bacia do rio Carnaúba. Fonte: Baseado em dados da SUDENE (1972, 1982, 1985) e dados SRTM disponíveis no site Brasil em Relevo da Embrop.a. [HTTP://www.relevo.embrop.a.br/](http://www.relevo.embrop.a.br/).

A distribuição espacial do índice RDE denota um controle litológico bastante elevado para a bacia do rio Carnaúba. É possível observar maiores valores de RDE justamente para as áreas com litologias mais resistentes, pertencentes à Formação Equador e Suíte granítica calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga, enquanto que para a Formação Seridó ela permanece de modo geral entre baixas amplitudes. Ao todo foram identificadas três principais anomalias relacionadas ao curso do rio Carnaúba (Figuras 27 e 28).

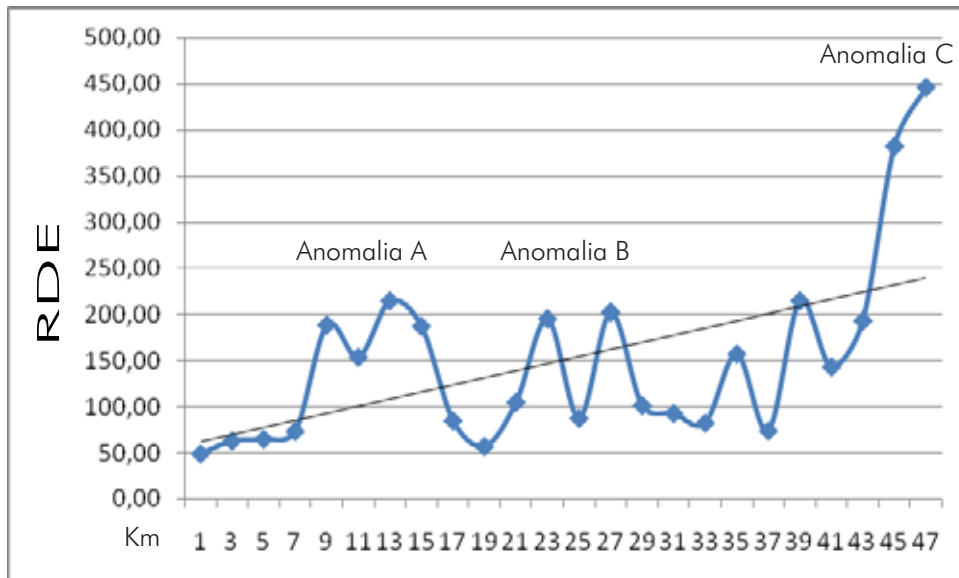


Figura 28: Distribuição dos valores RDE ao longo do perfil longitudinal do rio Carnaúba, mostrando três principais anomalias.

Pode-se perceber que os valores de RDE tendem a aumentar ao longo da bacia do rio Carnaúba, com os maiores valores próximos à sua desembocadura no rio Acauã. Com o traçado de uma linha de melhor ajuste é possível identificar de modo simples as principais zonas anômalas.

A zona anômala A está, sobretudo, relacionada à entrada do rio Carnaúba na Suíte granítica Itaporanga, pois como sua litologia é mais resistente torna-se mais difícil o processo de denudação fluvial, existindo assim uma adaptação do rio às estruturas de relevo, ocasionando maiores amplitudes altimétricas. Porém, antes do rio Carnaúba penetrar nos domínios da Suíte granítica Itaporanga, entre os quilômetros 9 e 11, ainda na Formação Seridó, ocorrem já anomalias, estas talvez ocasionadas por fatores ligados à neotectônica. No percurso do rio Carnaúba foi possível identificar discontinuidades topográficas marcantes nesta região inserida na Formação Seridó, sendo aproveitada

pelos habitantes locais pela construção de barragens (Figura 29). Já inserido na Suíte Itaporanga, o rio Carnaúba foi forçado a erodir as rochas graníticas, aproveitando de falhas geológicas de sentido E-W, formando gargantas estreitas e com pouco volume de sedimentação (Figura 30)



Figura 29: Descontinuidade topográfica próxima ao quilômetro 10 do rio Carnaúba. Foto: Demétrio Mutzenberg.

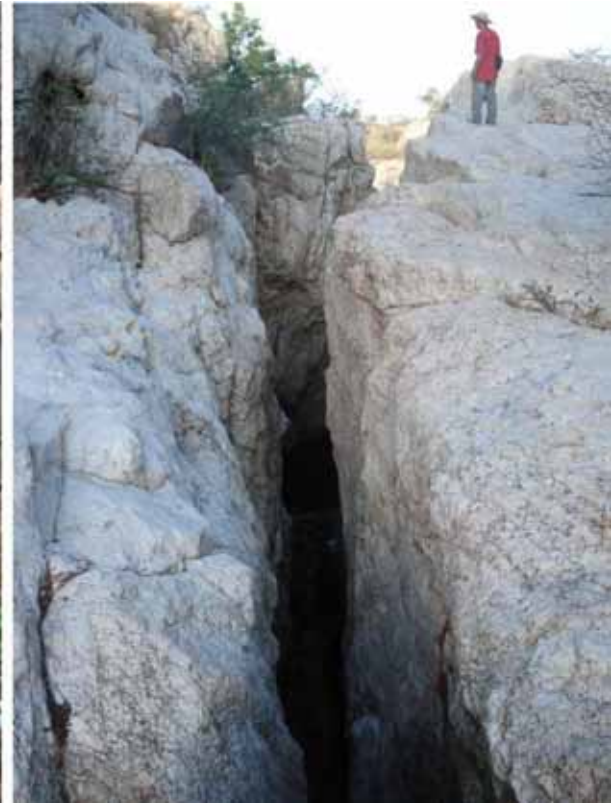


Figura 30: Garganta em granito da Suíte Itaporanga, próxima ao quilômetro 13 do rio Carnaúba. Foto: Demétrio Mutzenberg.

A zona anômala B parece estar relacionada à influência da Formação Equador sobre o sistema de drenagem do rio Carnaúba, podendo indicar também um rebaixamento do nível de base. Não parece, no entanto, haver relação com processos ligados a neotectonismo.

A zona anômala C também está ligada ao controle da litologia granítica da Suíte Itaporanga, porém há de se observar também que os valores para os últimos quilômetros são bastante distintos dos índices para a bacia do rio Carnaúba em geral, somando-se a isto os outros índices morfométricos aplicados, parece ser uma região com forte tendência a ter sofrido influência de processos neotectônicos.

O perfil longitudinal do rio Carnaúba também foi utilizado para a verificação de possíveis controles de drenagem que atuam sobre a erosão e deposição no referido vale de modo a compreender as influências dos processos sedimentares sobre os perfis estratigráficos amostrados (Figura 31).

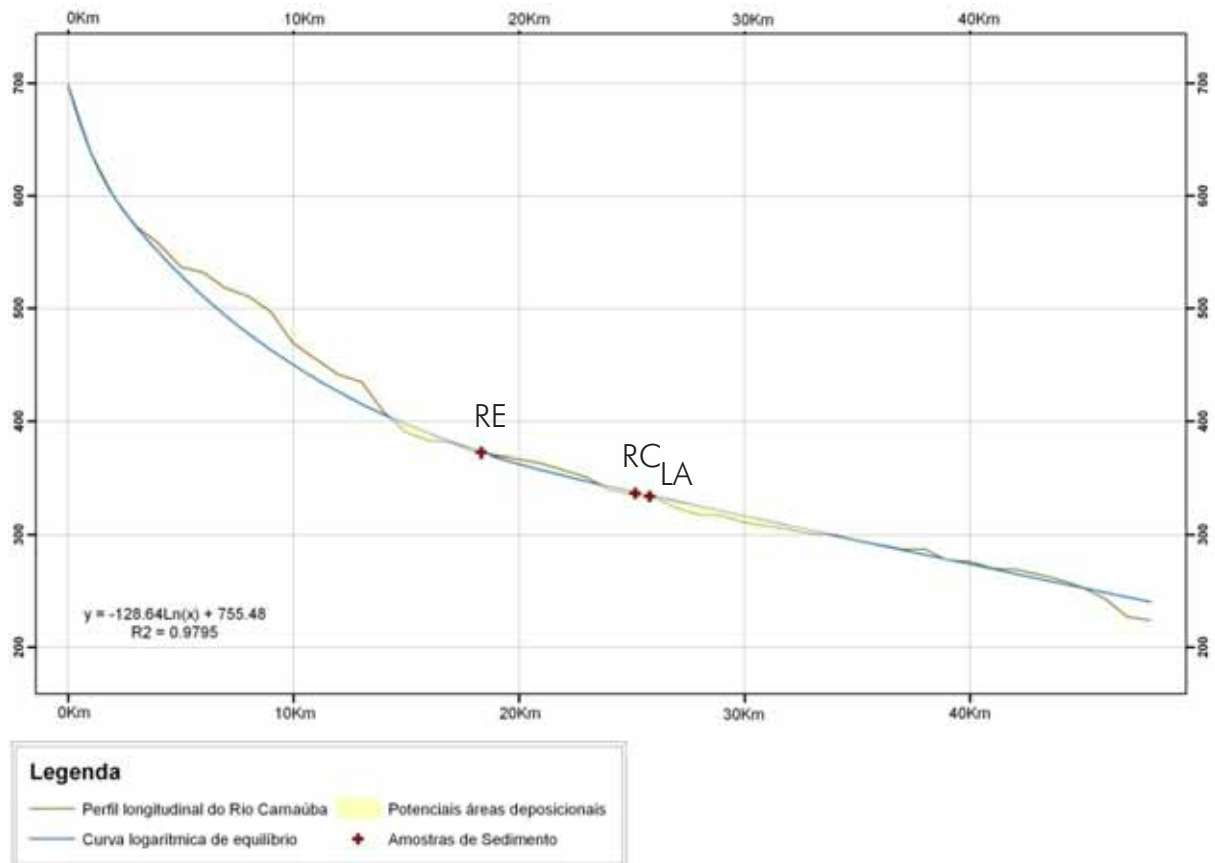


Figura 31: Perfil longitudinal do canal principal do rio Carnaúba, com a utilização de uma linha de tendência logarítmica de forma a delinear as potenciais áreas deposicionais e a localização dos perfis estratigráficos amostrados.

Segundo McKeown et al. (1988, apud ETCHEBEHERE et al. 2004) o formato de um perfil longitudinal que esteja em equilíbrio apresenta uma forma côncava, que pode ser descrita como uma equação exponencial; qualquer alteração no perfil leva a corrente a se ajustar na busca de um novo equilíbrio, seja erodindo seu próprio leito, seja propiciando agradação. Sobrepondo a diferença entre o perfil longitudinal do rio Carnaúba e a linha de tendência logarítmica em um mapa é possível observar áreas com maior susceptibilidade à erosão e as áreas de potencial deposição (Figura 32).

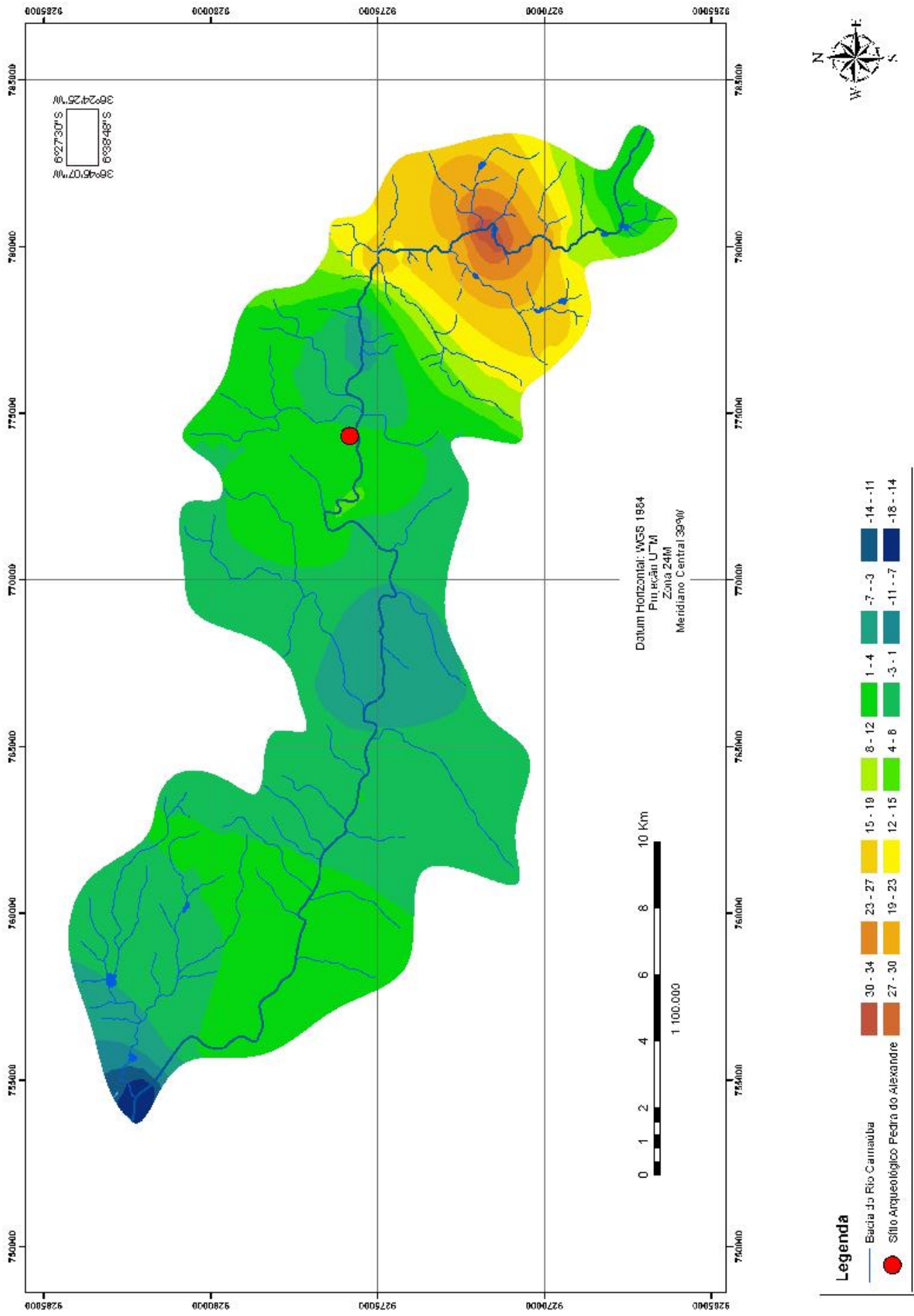


Figura 32: Distribuição espacial da releição entre o perfil longitudinal do canal principal do rio Carnaúba e uma parábola de equilíbrio. Fonte: Baseado em dados do SUDENE (1972, 1982, 1985) e dados SRTM disponíveis no site Brasil em Relevo do Embroipa. [HTTP://www.relevo.cbic.embrapa.br/](http://www.relevo.cbic.embrapa.br/).

As rugosidades que se apresentam no perfil longitudinal do rio Carnaúba podem estar relacionadas à confluência de tributários, heterogeneidades no substrato rochoso ou, também, a processos de deformação crustal.

Fica evidente, todavia, a anomalia localizada próxima ao quilômetro 10, inserida na Formação Seridó, que relacionada ao índice RDE, indica um possível soerguimento daquela área posterior ao estabelecimento da rede de drenagem. Este possível soerguimento pode ter influenciado na sedimentação a jusante daquele ponto, porém, não parece provável que esse processo teria ocorrido posterior ao pleistoceno superior, escala temporal mais importante para este trabalho. Estes resultados podem ser amparados pela presença de reativações tectônicas para o bloco do nordeste setentrional, onde se destacam os efeitos de soerguimento periódico, flexura continental e falhamentos transcorrentes (SAADI et al., 2005). Seriam necessários maiores estudos de caráter geológico/geomorfológico para elucidar tal problema.

A área central do vale, próxima aos locais onde foram coletadas as amostras, aparece como uma grande área de estocagem sedimentar, já apontando indícios para a causa da retenção de um grande volume de sedimentos naquela área, talvez relacionados também a um provável rebaixamento do nível de base ocasionado por reativação das falhas de direção E-W. Próximo à sua desembocadura também fica evidente uma área de provável grande acúmulo sedimentar, porém para esta área já existe a influência dos processos denudacionais do rio Acauã. É interessante notar a pequena convexidade ao final do perfil longitudinal, influenciada pela maior dureza da litologia granítica da Suíte Itaporanga e sua atuação impedindo ou dificultando o fluxo de sedimentos à montante.

5.3 Análise morfoestrutural do vale do rio Carnaúba

5.3.1 Análise de paleosuperfícies

O mapeamento de paleosuperfícies foi realizado, associado à metodologia proposta por Hansson (1999), por meio da seleção de pontos altimétricos delimitados nas cartas da SUDENE de escala 1:100.000. Os pontos encerrados por uma curva de nível, de modo a recriar, através de um modelo digital de terreno, superfícies hipotéticas antes da atuação dos processos de dissecação fluvial, sendo por isso chamada de paleosuperfícies “envelope”. É necessário, no entanto, atentar para os limites do método, como apontado por Suguio (1999) (Figura 3).

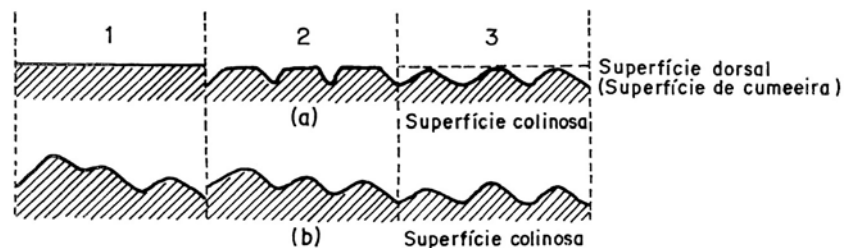


Figura 3 : Perfis de superfícies geomorfológicas segundo Kisuk (1988) onde 1 a 3 representam a seção evolutiva. Em a) a linha tracejada corresponde à antiga superfície geomorfológica. Em b) a superfície dorsal ou de cumeeira não pode ser reconstituída, representando apenas uma superfície colinosa. Fonte: (SUGUIO 1999).

Após a análise de paleosuperfícies foi possível identificar e delimitar três superfícies geomorfológicas (Figura 3). Uma superfície geomorfológica é caracterizada por uma superfície do terreno, bastante plana e mais ou menos contínua, formada por processos erosivos ou deposicionais atuantes na porção externa da terra (SUGUIO 1999).

A primeira superfície geomorfológica está relacionada às áreas de cimeira, ou seja, os locais mais elevados do mapa, presentes na parte sudeste da bacia do rio Carnaúba e ligada ao limite oeste do Planalto da Borborema. A segunda superfície geomorfológica está localizada entre cotas intermediárias na área central e nordeste da área de estudo, representada por uma zona de transição atualmente bastante dissecada e caracterizada por maciços residuais e serras baixas. A terceira superfície geomorfológica está localizada a leste da área de estudo e está ligada à depressão sertaneja.

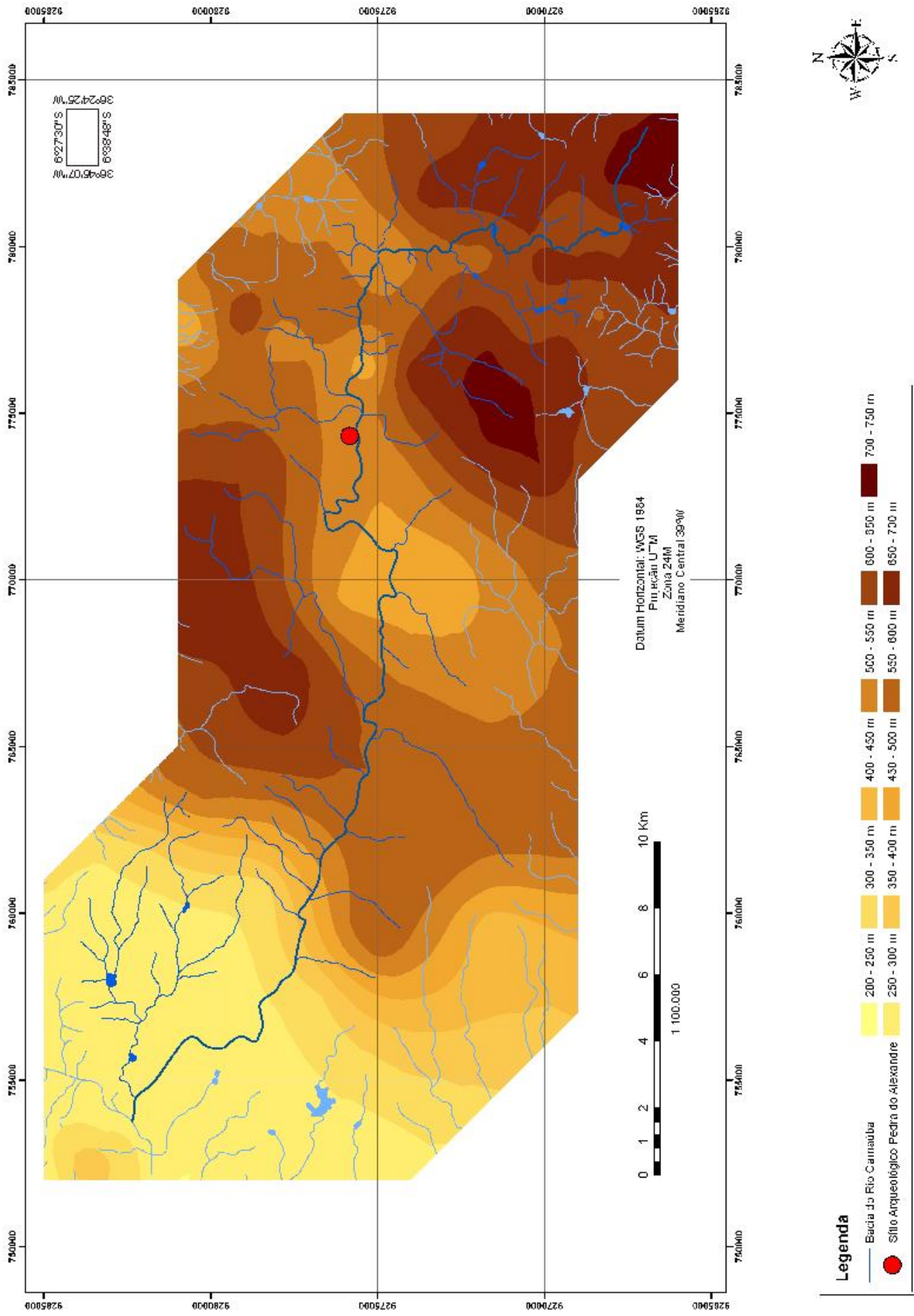


Figura 14. Mapeamento de paleosuperfícies para o rio Carnaúba. Fonte: MUTZENBERG, 2007. Baseado em dados de SUDENE (1972, 1982, 1985).

A segunda superfície está um nível abaixo da cimeira do planalto e é fora deste contexto geomorfológico, relacionada a um controle litosteóstrutural fora da flexura da Borborema. Correm nesta conjuntura suítes intrusivas que respondem com a formação de um nível de superfície topográfica.

Na segunda superfície geomorfológica em contraste uma área rebaixada, localizada na região central do vale, próxima à área de coleta de amostras. Este novo dado reflete informações antes evidenciadas através da análise do perfil longitudinal e índice RDE, caracterizando aquela área como propícia à deposição sedimentar e talvez mesmo indicadora de um ambiente lacustre. A presença de camadas argilosas próximas ao encontro com a Suíte granítica taporanga, a qual também funciona como uma barragem natural, pode ser também indicativa de que ali se configurasse um lago em épocas remotas (Figura 3).

A análise de paleosuperfícies, mesmo não sendo tão confiável utilizada sozinha, associada aos índices morfométricos e perfil longitudinal do canal principal do rio Carnaúba, demonstrou uma grande propensão ao acúmulo sedimentar na área central do vale do rio Carnaúba.

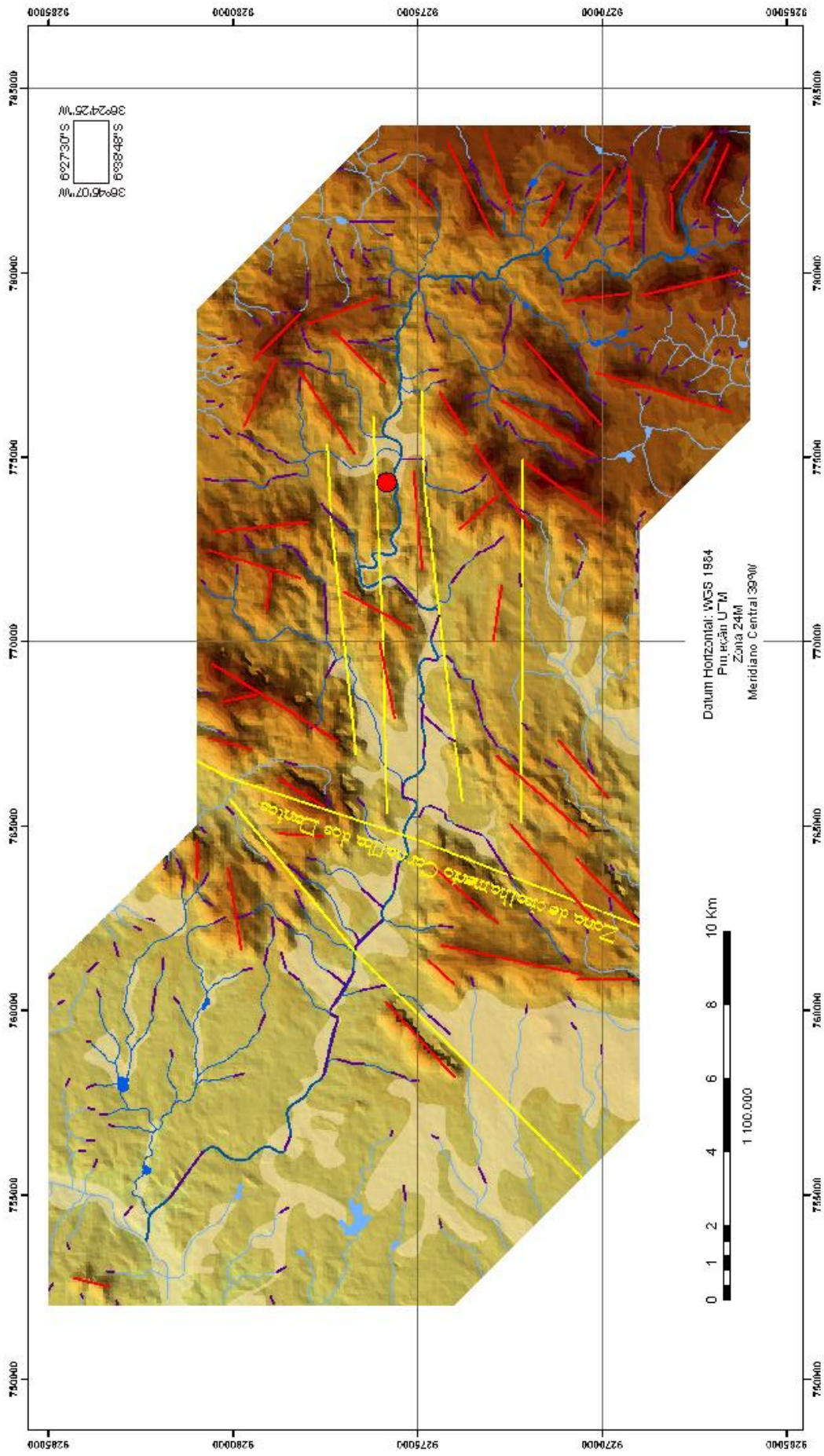


Figura 3 : Deposição de argila nas camadas inferiores de uma seção vertical próxima ao quilômetro 8 do rio Carnaúba. Foto: Demétrio Mutzenberg .

5.3. Análise dos lineamentos de relevo e drenagem

De acordo com a análise dos fotolineamentos extraídos do relevo foi possível verificar uma maior concentração dos mesmos nos setores mais elevados da área de estudo, sobre litologias cristalinas, em cotas variando entre 400 e 700 m de altitude (Figura 3). Não foram identificados fotolineamentos sobre os modelados de deposição, o que indica uma sedimentação recente. Os lineamentos de relevo estão em sua maioria perpendiculares às linhas de drenagens principais condicionando barramentos da sedimentação ao longo do canal principal e segmentos retilíneos na drenagem. Esta estruturação também sugere um comportamento epigênico da drenagem face às direções principais do relevo. Há uma predominância de fotolineamentos de direção NE-SW (Figura 3), provavelmente ligados às estruturas de *trend* relativas à Cadeia Atlântica Brasileira.

Na área de ocorrência das falhas indistintas E-W há um desvio do curso da drenagem principal para a direção NNE-SSW podendo ser causada pela presença de uma crista de obliteração associada aos lineamentos transversais do relevo. Logo após o curso é desviado novamente em direção NNW-E-SSW numa área inserida na Formação Equador, onde ocorre uma divergência entre as direções dos fotolineamentos de relevo e as falhas. Neste ponto é notável que a superposição do canal do rio Carnaúba às estruturas transversais do relevo sofreu uma solução de continuidade, e que ali o rio exibe evidências de barramento e mudança brusca de direção. Em seguida o rio volta ao seu curso normal assumindo a direção NW-NE-E. Quando o curso principal alcança a depressão sertaneja ele é desviado bruscamente para a direção N-S para logo ser novamente desviado a NW-SE. A ocorrência de sedimentação sob a forma de um terraço de deposição abandonado ao longo do que seria a continuação do curso NW-NE-ESE do rio Carnaúba sobre a Depressão Sertaneja pode indicar um abandono de sua antiga planície fluvial em demanda a um novo nível de base rebaixado a NW. Estes dados vão reforçar as informações obtidas através dos índices de assimetria e de RDE, acerca de uma anomalia, provavelmente ligada a um evento de origem neotectônica ocorrido próximo à desembocadura do rio Carnaúba.



- Legenda**
- Bacia do Rio Carnaúba
 - Lincamentos de relevo
 - Falhas geológicas
 - Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre
 - Lincamentos de drenagem
 - Depósitos sudintinares

Figura 1.5: Mapeamento morfoestrutural e localização de áreas de confinamento sedimentar para o rio Camatuba. Fonte: Baseado em dados do SUDENE (1972, 1982, 1985) e dados SRGM disponíveis no site Brasil em Relevo da Embroipa. [HTTP://www.relevo.br/embroipa.br/](http://www.relevo.br/embroipa.br/).

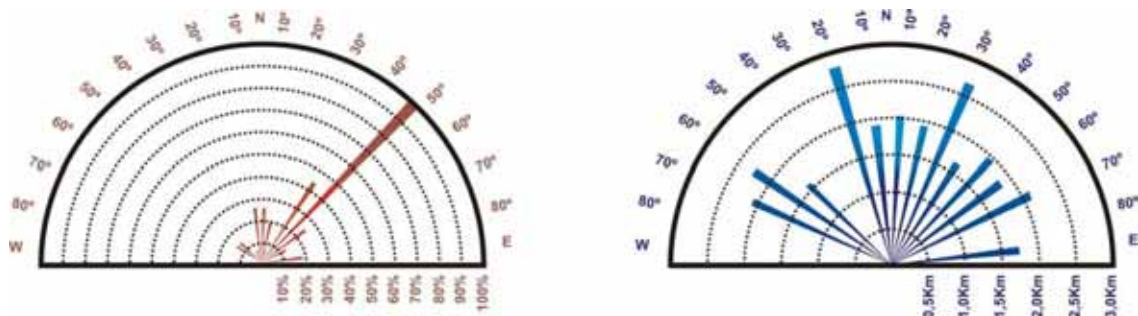


Figura 3 : Diagramas de roseta representando a direção, percentagem de ocorrência e tamanhos médios dos lineamentos de relevo. Fonte: Demétrio Mutzenberg.

Os lineamentos de drenagem dos afluentes do rio Carnaúba apresentam geralmente concordância em relação à direção do relevo, sendo bem evidente no setor sudeste assim como nos setores localizados a norte e sul do rio Carnaúba. Os lineamentos presentes no curso principal divergem em direção dos lineamentos de relevo, podendo indicar que o rio Carnaúba aproveitouse das falhas de direção E-W para cortar a estrutura de relevo disposta transversalmente a NE-SW. Trata-se, portanto, de um rio subseqüente, controlado pela estrutura rochosa e acompanhando sempre uma zona de fraqueza. Nos trechos onde o rio muda de direção e corta transversalmente as falhas E-W ocorre um maior volume de sedimentação, podendo indicar que o cruzamento entre as falhas E-W e os lineamentos transversais de relevo favorecem a formação de *kickpoints* ao longo de seu curso.

Através da análise comparativa entre lineamentos de relevo, lineamentos de drenagem e falhas ocorrentes na área de estudo, pode-se chegar à conclusão de que a drenagem está adaptada à morfoestrutura e que os depósitos sedimentares são de origem recente e formados em sua maioria pela erosão fluvial causada pelo rio Carnaúba sempre que seu curso discordante em relação à estruturas de relevo é interceptado por espigões e linhas de cristas que lhe impõem bruscas mudanças de direção. É interessante ressaltar a congruência entre o mapeamento dos sedimentos inconsolidados do rio Carnaúba (Figura 3), os dados oriundos do mapeamento de paleosuperfícies (Figura 3) e o perfil longitudinal do seu canal principal (Figuras 3 e 2). Fica evidente que mesmo que a forma de sua bacia seja alongada, com provável alto nível de escoamento de água e sedimentos e baixa propensão à ocorrência de cheias, como constatado através do índice

de circularidade, isto não ocorre justamente pelo caráter discordante entre as estruturas de relevo e o canal principal do rio Carnaúba.

Segundo Gmeier (1989), o vale do rio Carnaúba é contemporaneamente o último a secar em toda a região em épocas de estiagem severas. Uma explicação para este fato pode ser a disposição discordante da drenagem em relação às estruturas de relevo, propiciando, assim, a formação de barragens naturais ao escoamento fluvial, retendo o excesso de sedimentos e água a montante das cristas de obliteração (MUTZENBERG et al., 2008).

A partir do conjunto de análises desenvolvidas nesta pesquisa acerca da bacia hidrográfica do rio Carnaúba foi possível identificar as prováveis causas da retenção de sedimentos ao longo de seu vale. Todos os índices aqui estudados apresentaram concordância em que a região central do vale propicia o acúmulo de sedimentos e água, uma informação importante e necessária para a análise sedimentológica das seções verticais amostradas. Esta perspectiva pode ser reforçada pela hidrogeologia de seu vale, na qual a produtividade do aquífero do rio Carnaúba próximo à cidade de Carnaúba dos Dantas chega a mais de 1,11 l/s/m, a mais alta na Folha SB24 de 1:25000 do BGE(2008) (Figura 8).

A espessura e estrutura dos sedimentos retidos ao longo de diversas bacias de estocagem sugerem a ocorrência de períodos anteriores de maior deflúvio. Estes dados serão melhor analisados no próximo subcapítulo.

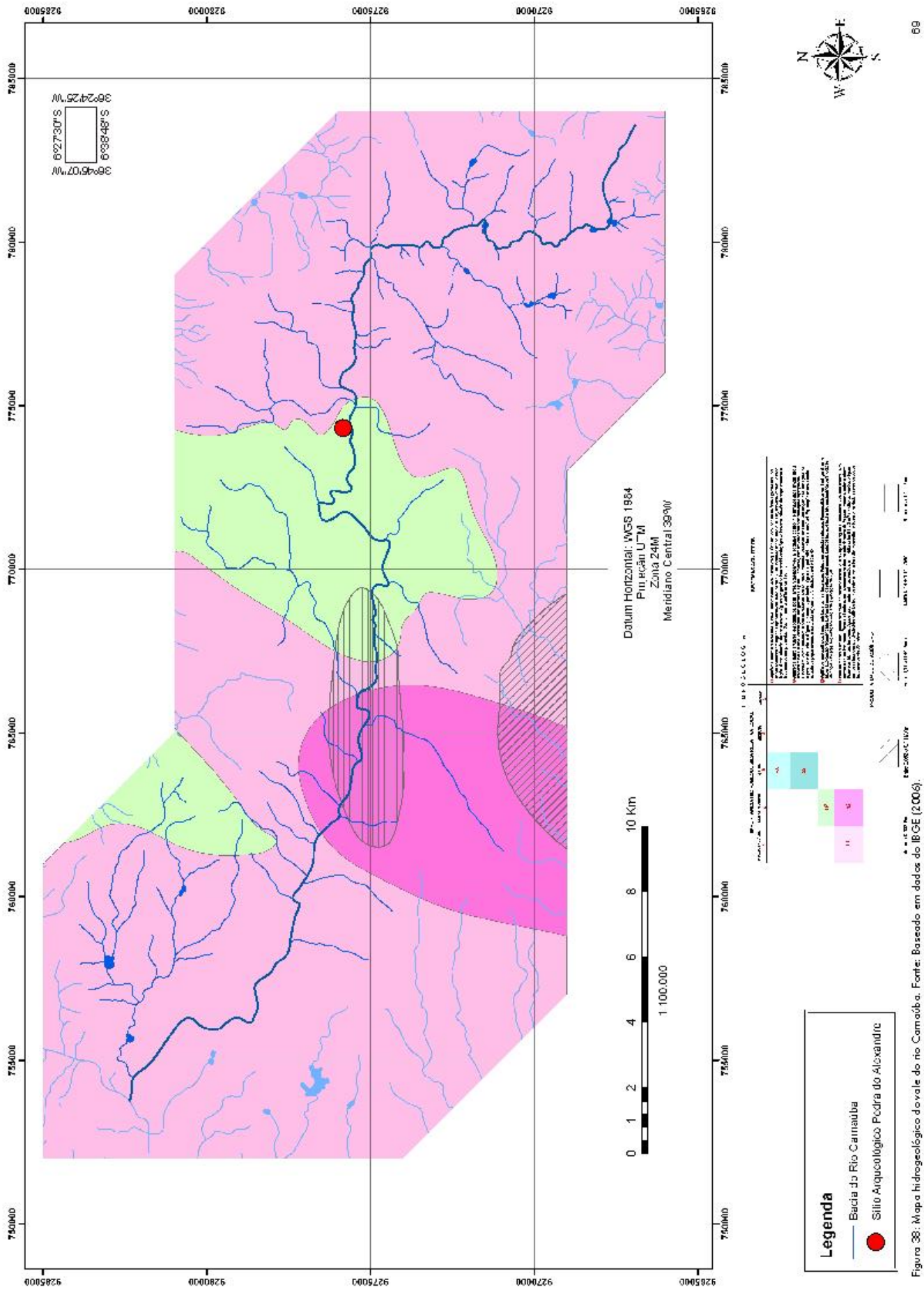


Figura 38: Mapa hidrogeológico do vale do rio Carnatuba. Fonte: Baseado em dados do IBGE (2006).

5.4. Análise sedimentológica das seções verticais do rio Carnaúba

5.4.1. Chave para a nomenclatura das amostras

As seções verticais foram nomeadas de acordo com a área de amostragem. Foram utilizadas duas letras referindo-se às iniciais dos locais analisados:

RE –localizada em um ponto no qual o cana l principal do rio Carnaúba é conhecido como Riacho do Ermo;

RC - perfil mais profundo analisado para o rio Carnaúba;

LA –área com influência de sedimentos de aporte lateral, provenientes da área de encosta;

PA –seção vertical do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, analisada no próximo capítulo.

As amostras de sedimento datadas por luminescência opticamente estimulada foram numeradas a partir da camada inferior do perfil com números inteiros, sendo precedidas das iniciais da seção estratigráfica amostrada (Ex. RC1). As amostras coletadas não-datadas foram numeradas a partir da última camada datada e numerada com números decimais, sendo precedidas das iniciais da seção estratigráfica amostrada (Ex. RC1.1 e RC1.2). Significando que a amostra RC1.1 é a amostra coletada logo acima da amostra datada RC1, enquanto a amostra RC1.2 é a segunda amostra coletada acima da amostra datada RC1.

5.4.2. O tipo de sedimentação fluvial do rio Carnaúba

Antes de analisar as seções verticais de um determinado rio, de modo a inferir interpretações acerca de seu paleoambiente, torna-se necessária uma análise de sua morfologia geral, e padrões de sedimentação ligados ao tipo de seu canal e ao regime de fluxo (BROWN, 1997).

O rio Carnaúba é um rio temporário que, atualmente, só corre em poucas semanas na estação das chuvas. Neste período é comum um grande volume de água, porém de pouca duração. No entanto, o rio preserva água em seu lençol freático, sendo usual para a população ali residente a utilização de poços e cacimbas para obtenção de água, além do emprego do canal principal do rio Carnaúba para a prática agrícola. Em alguns pontos, em plena época de estiagem, não é preciso escavar muito para encontrar água (Figura 39).



Figura 39: Água a cerca de 50cm de profundidade. Foto retirada em início de Janeiro de 2007, antes do período de chuvas. Foto: Demétrio Mutzenberg.

O rio Carnaúba trata-se de um rio entrelaçado (**Figura 40**), caracterizado por um canal relativamente largo, com a presença de barras arenosas a cascalhentas que migram continuamente dividindo o seu talvegue (**Figura 41**). Essas barras podem ser inundadas por enchentes periódicas. Este tipo de canal é característico de regiões semi-áridas. Segundo Della Fávera (2001) as principais feições diagnósticas de canais de rios entrelaçados são a disposição em corpos tabulares, formados por pequenas unidades lenticulares, com arranjos de granodecrescência ascendente, a partir de depósitos conglomeráticos na base, com estrutura predominantemente cruzada do tipo tabular, resultante da migração das barras longitudinais ou transversais e ausência quase total de depósitos de transbordamento.



Figura 40: Canal entrelaçado do rio Carnaúba. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*

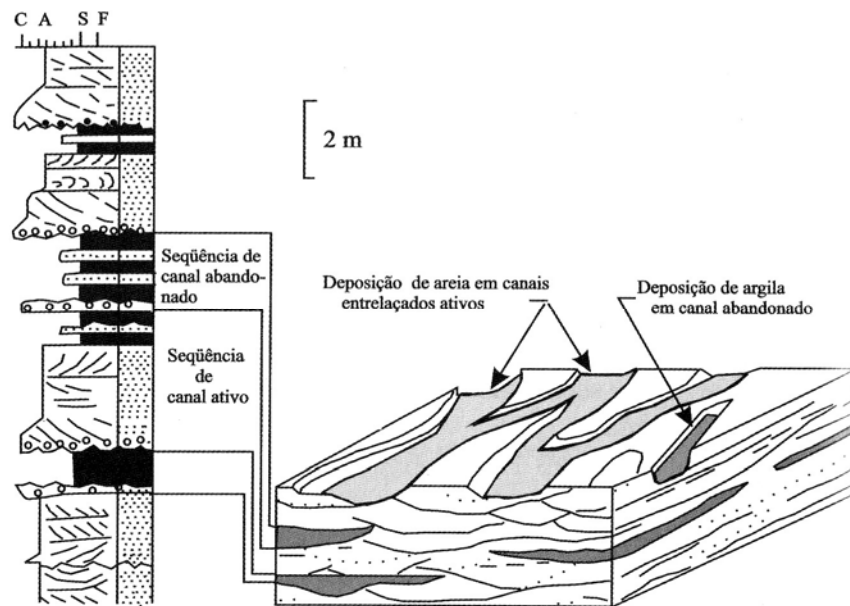


Figura 41: Depósitos característicos de rios entrelaçados (segundo Selley, 1976). Fonte: DELLA FERRA 2001.

Além da compreensão do tipo de regime fluvial atuante no rio Carnaúba é necessária também a pesquisa acerca da influência dos sedimentos de encosta e sua contribuição lateral ao plano fluvial, de importância na área devido ao caráter encaixado do canal.

Foi desenvolvido um mapa, a partir de uma base cartográfica em escala 1:10.000, com o objetivo de analisar as possíveis influências de sedimentos de encosta para as áreas amostradas do rio Carnaúba (Figura 42). Este mapa será revisitado ao longo das análises para todas as seções estratigráficas. De forma a facilitar a compreensão do texto, os perfis serão apresentados por ordem cronológica de suas deposições.

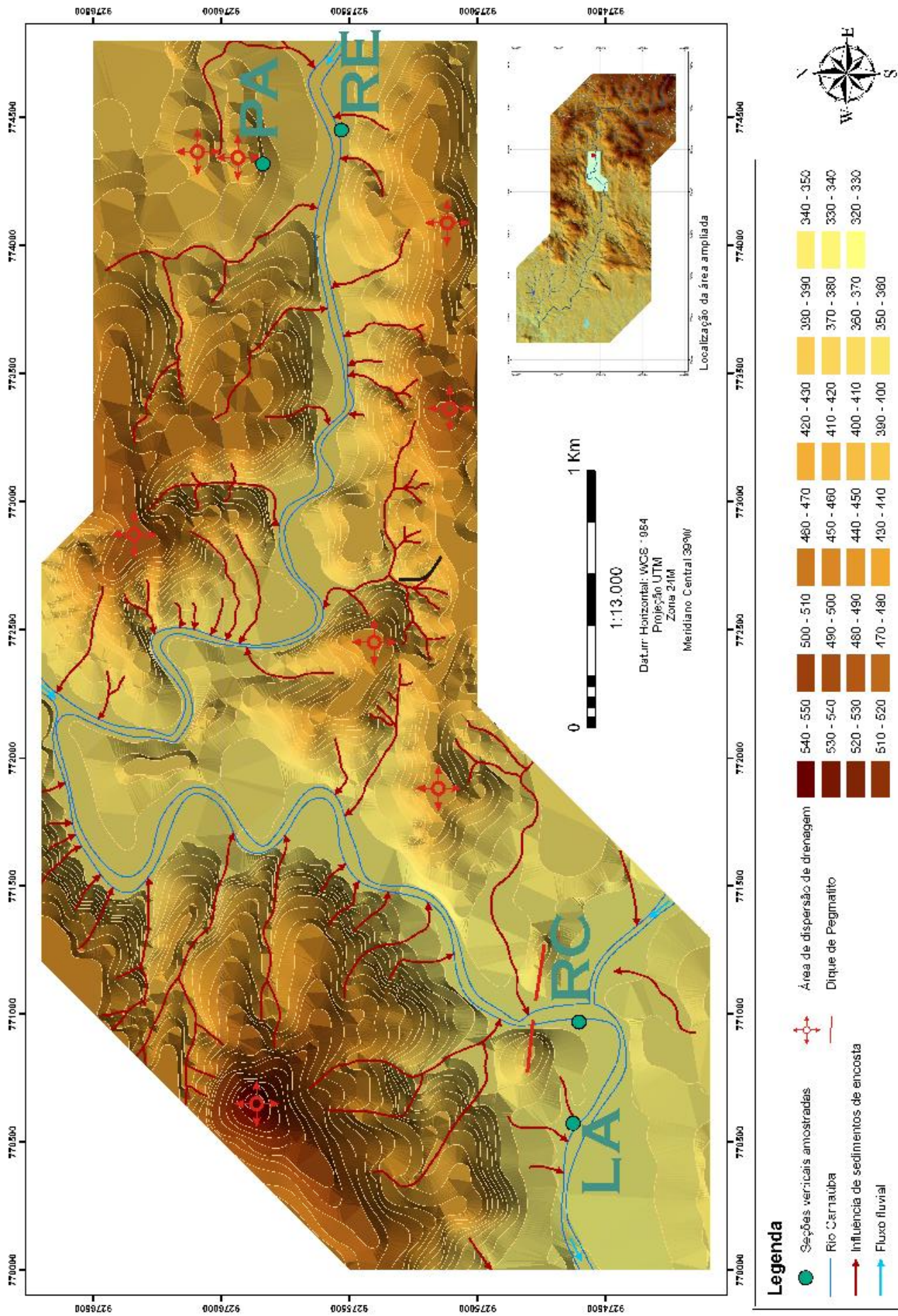


Figura 4.2: Mapeamento de detalhe acerca das influências de sedimentação na região central do rio Carmo. Fonte: Baseado em dados do INCRA, ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE E SUDENE (1985a, 1985b).

5.4.3. Análise da seção vertical RC

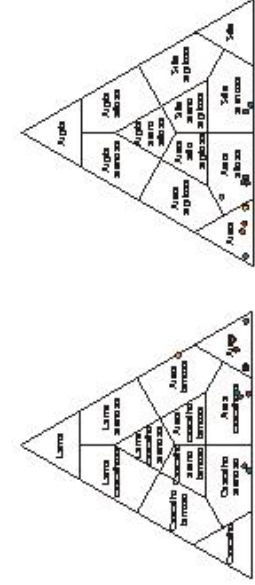
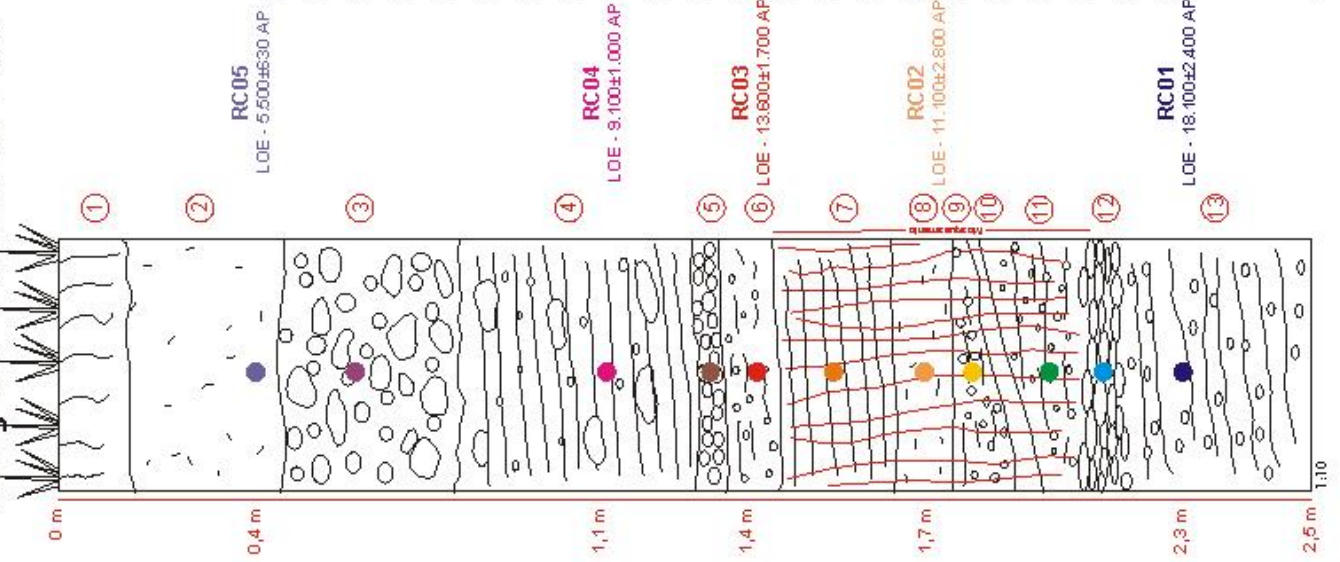
UTM: Zona 24M / 770968E / 9274604N / 332m

Na área central do curso do rio Carnaúba, próximo ao km 25 de seu canal principal, em um contexto de grande deposição sedimentar sob a forma de terraços fluviais (**Figura 43**), foi selecionada na margem direita do rio a seção vertical RC para análise. Trata-se de um perfil estratigráfico complexo, com 2,5m de altura com a presença de várias camadas sedimentares indicativas de uma dinâmica ambiental com períodos de maior e menor intensidade de deposição na paisagem (**Figura 44**). Foi possível em campo observar um dique de pegmatito, encaixado no quartzito da Formação Equador, e seu comportamento discordante em relação ao canal principal do rio Carnaúba, atuando como barramento natural ao escoamento de sedimentos (**Figuras 42 e 45**). Logo após a área da seção vertical RC é possível observar uma curva do rio Carnaúba à direita, ocasionando um acúmulo de sedimentos à montante daquele ponto (**Figuras 42 e 43**).

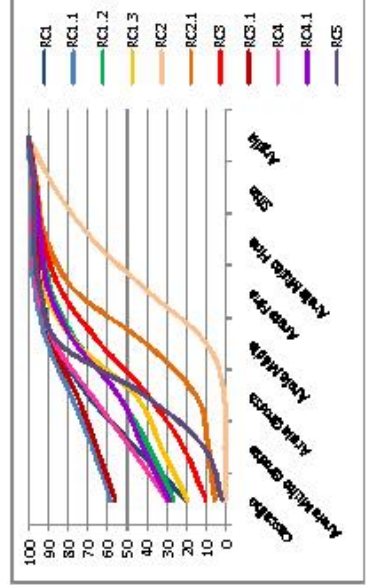


Figura 43: Vista geral da área da seção vertical RC. *Foto: Adrienne Costa.*

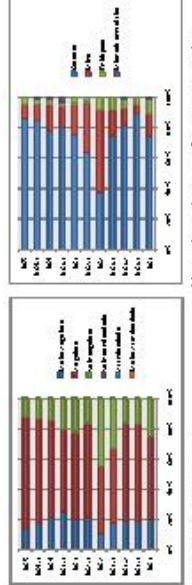
Rio Carnaúba - Seção vertical RC



Diagrams showing soil classification criteria based on clay, silt, and sand content.



Graphs showing granulometric curves and sampling data for various soil classes.



Bar charts showing the mineralogy of fine and medium-sized grains for different soil classes.

Classificação	Quilose	Assimetria	Grado de Seleção
RCS	Mesocúrtica	Assimétrica negativa	Moderação selecionado
RC01	Platocúrtica	Simétrica	Pouco selecionado
RC02	Platocúrtica	Simétrica	Pouco selecionado
RC03	Mesocúrtica	Assimétrica muito positiva	Pouco selecionado
RC04	Mesocúrtica	Simétrica	Pouco selecionado
RCZ1	Muito Leucocúrtica	Assimétrica positiva	Pouco selecionado
RCZ2	Muito Leucocúrtica	Assimétrica positiva	Pouco selecionado
RCZ3	Mesocúrtica	Assimétrica negativa	Pouco selecionado
RCL2	Platocúrtica	Assimétrica positiva	Pouco selecionado
RCL1	Platocúrtica	Assimétrica muito positiva	Pouco selecionado
RCL	Mesocúrtica	Simétrica	Pouco selecionado

Table of soil classification parameters according to Folk & Ward.

Figura 44: Seção vertical RC.



Figura 45: Dique de pegmatito discordante ao canal principal do rio Carnaúba. *Foto: Adrienne Costa.*

O terraço fluvial encontra-se naquele ponto cerca de 1,80m acima do canal ativo atual do rio Carnaúba (**Figura 43**), significando provavelmente um rebaixamento do nível de base a jusante após a sua deposição. A partir daí o rio Carnaúba passaria a erodir seus próprios sedimentos. É possível observar no perfil longitudinal do rio Carnaúba (**Figura 31**), logo após as seções verticais amostradas RC e LA, uma grande concavidade seguida de uma rugosidade no canal principal, sendo plausível a ocorrência de um rebaixamento do relevo naquele ponto talvez relacionado a uma reativação das falhas de direção E-W após o Holoceno Inferior.

Comparando o perfil RC (**Figura 44**) com os depósitos característicos de rios entrelaçados (**Figura 41**), é possível verificar ainda uma seqüência de deposição provavelmente relacionada a um canal ativo (Camadas 13 a 9), com a deposição de um fundo de canal (Camada 12), seguida uma estratificação tubular cruzada indicativa de migrações de barras arenosas (Camadas 11 a 9).

Posteriormente o canal foi provavelmente abandonado com deposições ligadas a eventos de enchentes (Camadas 8 a 6), seguida novamente pela deposição de canais ativos

(Camadas 5 a 3). A camada 5 provavelmente reflete uma discordância erosiva ou não deposicional em situação superficial evidenciada pela presença de óxido de manganês. A camada 4 reflete a atividade do canal, em geometria de barra com estruturas plano paralelas, sucedida pela camada 3, caracterizada como um depósito de cascalho matriz suportado, de carga de fundo. A camada dois, que completa o perfil refere-se a um depósito maciço, de areia média, associado à dinâmica de enchentes em situações de canais abandonados ao longo do terraço.

Não foram detectadas camadas relacionadas a uma deposição lateral direta sob a forma de rampas de colúvio nesta seção vertical amostrada. Todas as camadas foram depositadas pelo fluxo do canal principal do rio Carnaúba.

A seguir serão analisadas as camadas sedimentares e sua associação para essa seção vertical (**Figura 42**).

A camada 13, datada em 18.100 ± 2.400 anos AP, está possivelmente ligada a eventos deposicionais ocorridos no último máximo glacial (UMG), tratando-se de uma areia grossa laminada com grânulos poliminerálicos. Podendo ser interpretada como ocasionada por eventos sazonais de alto grau pluviométrico.

A camada 12 pode ser interpretada como um conglomerado clasto suportado, significando provavelmente a deposição de fundo de um paleocanal, a qual foi posteriormente submetida à erosão laminar e evacuação dos sedimentos finos, causando assim sua assimetria muito positiva. Os espaços vazios entre os clastos desta camada foi posteriormente preenchida por uma matriz silto-arenosa pós-deposicional. Esta camada pode ser significativa de um período relacionado a chuvas torrenciais operantes durante uma fase de semi-aridez intensificada.

As camadas 11, 10 e 09 fazem parte de uma única estrutura de barra fluvial (canal ativo) exibindo estratificação tabular cruzada. Trata-se de uma areia litoclástica com grânulos e estratificação plano paralela na base, denotando uma súbita reumidificação e chuvas fortes após o UMG, como evidencia-se pela redução drástica da granulometria, inclusive com a presença de uma camada silto-argilosa. Esta fase está provavelmente já

relacionada a eventos climáticos decorrentes do aquecimento ocorrido na fase final da última glaciação, caracterizando o período de transição Pleistoceno/Holoceno.

A camada 8 foi datada em 11.100 ± 2.800 anos AP. A precisão baixa nesta datação pode estar ligada a uma provável subexposição dos sedimentos aos raios solares durante sua deposição. Ocorreu ainda uma pedoturbação pós-deposicional nesta camada, representada pela grande agregação e oxidação dos grãos submetidos à análise morfológica. Seu grau de curtose muito leptocúrtico indica uma deposição fluxo laminar, bem selecionada nos setores centrais da distribuição. Trata-se provavelmente de um depósito de enchente relacionado a um ambiente mais úmido que o atual que predominara durante a transição Pleistoceno/Holoceno.

A camada 7 apresenta laminação bastante definida e provavelmente também está relacionada a eventos de enchente do rio Carnaúba no período de transição Pleistoceno/Holoceno. Essa camada também apresenta muita agregação e oxidação dos grãos analisados quanto à sua morfologia. Esta situação pedogenética pode estar relacionada a um clima estacional, com estações úmidas e secas bem definidas decorrentes de um clima tropical sub-úmido.

A camada 6, datada em 13.600 ± 1.700 anos AP, apresenta uma composição de areia média a grossa com a presença de grânulos. Essa camada está possivelmente associada a um evento de alto índice pluviométrico que se sobrepõe às camadas mais finas com presença de mosqueamento, interrompendo assim a seqüência de granodecrescência ascendente do conjunto.

A camada 5 é caracterizada pela presença de grânulos litoclásticos com óxido de manganês, observado na difratometria de raio-X. Essa camada pode estar ligada a uma deposição de material por um paleocanal de pequena proporção, denotando uma pausa do sistema deposicional no limite Pleistoceno/Holoceno, com a erosão das fácies finas e pedoturbação. O depósito pode ser caracterizado como um páleo-pavimento detrítico, ocasionado por uma estabilidade momentânea nos processos de deposição. A presença de óxido de manganês pode indicar oscilação do lençol freático em um regime fluvial com cheias sazonais.

A camada 4, datada em 9.100 ± 1.000 anos AP, é caracterizada por uma areia litoclástica poliminerálica com grânulos, apresentando uma estrutura laminada plano-paralela e alinhamento dos eixos maiores dos seixos oblatos no sentido do fluxo. Seu grau de curtose platicúrtico indica ambiente de alta energia relacionada provavelmente à reativação do canal em função de uma brusca reumidificação, seguida por remobilização dos regolitos expostos no início do Holoceno inferior. As evidências apontam para um clima com a presença de grandes índices pluviométricos não necessariamente bem distribuídos durante o ano.

A camada 3 é caracterizada por uma cascalheira média matriz suportada com matriz de areia média com grânulos poliminerálicos, refletindo um ambiente de muita energia, com prováveis eventos torrenciais, ligados provavelmente ao cenário climático de reumidificação generalizada do Holoceno Inferior e iniciado pela deposição da Camada 4.

A camada 2, datada em 5.500 ± 630 anos AP, no Holoceno médio, é caracterizada pela deposição moderadamente selecionada de areia média, sem indícios de estratificação e provavelmente ligada a um evento de enchente, denotando ainda um ambiente significativamente mais úmido e apontando para um possível reestabelecimento da cobertura vegetal, em virtude da menor participação da fácies cascalhosa na amostra.

A camada 1 é consequência da biopedoturbação causada pelo horizonte edáfico utilizado para a agricultura atualmente.

A partir do Holoceno médio o espaço de acomodação terminou para a dinâmica fluvial do rio Carnaúba naquele ponto, não tendo mais energia para transbordar além de seu terraço. No entanto, a dinâmica climática contemporânea, pós-Holoceno Médio, associada a um controle de rebaixamento de nível de base a oeste da área propiciou o entrincheiramento da planície pela drenagem atual.

5.4.4. Análise da seção vertical RE

UTM: Zona 24M / 774447E / 9275530N / 373m

No plano aluvial abaixo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, próximo ao km 19 do canal principal do rio Carnaúba, foi também selecionado um ponto de coleta de amostras na sua margem esquerda, denominada seção vertical RE (**Figura 46**).



Figura 46: Vista geral da área da seção vertical RE. Margem esquerda do rio Carnaúba. *Foto: Antônio Carlos Corrêa.*

Trata-se de um perfil de apenas 1,2m e com a presença de duas camadas distintas (**Figura 47**). Por estar bastante próximo à área de encosta (**Figuras 42 e 46**) está bastante condicionado pela influência do aporte lateral de sedimentos formando lâminas de deposição nas margens do rio Carnaúba.

Rio Carnaúba - Seção vertical RE

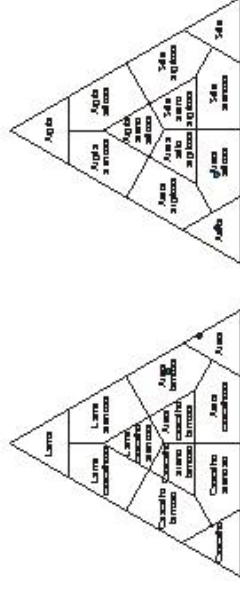
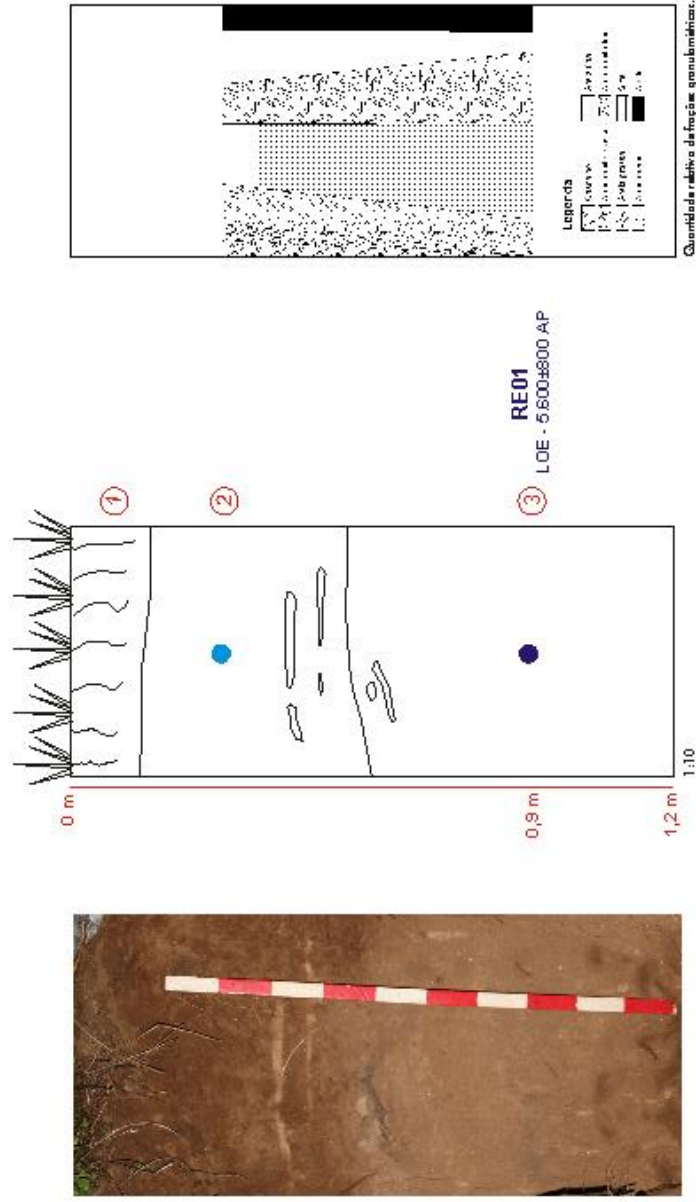
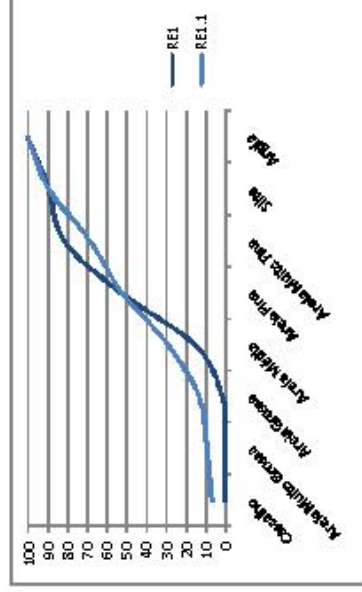


Diagrama Triangular Cascalho, areia e limo. Diagrama Triangular Areia, silte e argila.



Curva granulométrica e umidade.

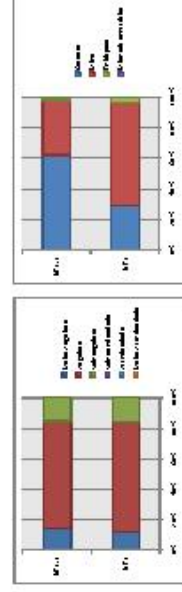


Gráfico de barras dos gráficos de RE1 e RE1.1.

- Curbose: Curvose
- Muito Leptocúrtica: Muito pobremente selecionado
- Muito Leptocúrtica: Muito pobremente selecionado
- Assimétrica: Assimetria
- Assimétrica positiva: Assimetria muito positiva
- Assimétrica negativa: Assimetria muito negativa
- Grande Seleção: Grande Seleção
- Muito pobremente selecionado: Muito pobremente selecionado
- Pobremente selecionado: Pobremente selecionado

Para maiores detalhes, consultar o livro de Folk & Ward.

Figura 47: Seção vertical RE.

O depósito sedimentar foi cortado pela estrada que dá acesso ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e está cerca de 50 cm acima do nível atual do canal do rio Carnaúba (**Figura 48**).



Figura 48: Local de coleta da seção vertical RE, demonstrando a nítida influência de encosta e o afloramento rochoso da Formação Equador ao fundo formando um *kickpoint* com a deposição sedimentar. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*

A camada 3, datada em 5.600 ± 800 anos AP, está provavelmente relacionada ao mesmo evento de enchente responsável pela deposição da camada 2 da seção vertical RC durante o Holoceno Médio. É caracterizada neste ponto por uma camada maciça com grande concentração de areia e muita presença de muscovita e biotita. A agregação dos grãos e presença de caulinita suporta a interpretação de que até aquele período o clima no vale do rio Carnaúba estava ainda úmido e com uma cobertura vegetal mais densa.

A camada 2 está provavelmente ligada à um processo de deposição laminar oriunda de fluxos de lama advindos da encosta (**Figura 42**) sob a forma de rampas de colúvio e não

diretamente relacionada à deposição fluvial do rio Carnaúba. Esta interpretação pode ser deduzida pelo grau de seleção muito pobremente selecionado, a curtose muito leptocúrtica, a assimetria muito positiva e ausência de estratificação, significando uma dinâmica relacionada à erosão laminar, com evacuação dos finos e fluxos de detritos de baixa viscosidade. Esta disposição pode estar ligada a uma dinâmica climática condicionada por eventos de maior pluviosidade atuando sobre o manto de intemperismo herdado de um período moderadamente úmido com formação concomitante de caulinita e esmectitas (montmorilonita). Não se pode descartar também a ocorrência de neoformação de esmectitas neste perfil a partir da vigência da semi-aridez hodierna.

A camada 1 é consequente da biopedoturbação causada pelo horizonte edáfico utilizado para a agricultura atualmente.

Com o rio Carnaúba sem ter mais energia para transbordar além de seu terraço e com o término do espaço de acomodação após o Holoceno Médio, os depósitos de origem fluvial foram soterrados por depósitos coluviais a partir de corridas de lamas oriundas da encosta com inclinações de 11° a 22°.

5.4.5. Análise da seção vertical LA

UTM: Zona 24M / 770571E / 9274628N / 332m

Próximo ao km 26 do canal principal do rio Carnaúba, a jusante do local de coleta das amostras relacionadas à seção vertical RC, foi também selecionada na margem direita do rio a seção vertical LA. Trata-se de um perfil com 1,70 m acima do atual nível do rio Carnaúba (**Figura 49**). As camadas nesta seção vertical não possuem material rudáceo, com uma concentração alta de frações granulométricas de tamanho menor que areia fina (**Figura 50**).

Neste ponto é possível notar influências diretas de sedimentos de aporte lateral sob a forma de aventais de colúvio (**Figuras 42 e 49**). É notável a origem dos sedimentos de encosta relacionada à formação de um alvéolo de preenchimento sedimentar gerado pela colina cortada pelo dique de pegmatito a nordeste da área amostrada e aos maciços supracrustais da Formação Equador ao norte.



Figura 49: Vista geral da área da seção vertical LA. Margem direita do rio Carnaúba. É possível observar ao fundo as áreas de dispersão de drenagem e matrizes para o escoamento lateral de sedimentos. *Foto: Adrienne Costa.*

A brusca mudança de direção do rio Carnaúba (**Figura 42**) à montante da área de coleta influenciou bastante no tipo de deposição encontrada neste ponto de amostragem, pois o material rudáceo provavelmente foi depositado ao longo da curva, conforme o fluxo do rio perdia energia. No entanto, este tipo de deposição também está relacionado aos eventos paleoambientais ocorridos no Holoceno Superior, como atesta a datação da camada LA1. A presença de seis camadas estratigráficas, com paleosolos inumados, assim como a sua forma ressaltada topograficamente em relação ao canal atual do rio Carnaúba, indica uma seqüência de modificações recentes na paisagem e no clima daquela região.

Todas as camadas desta seção vertical foram originadas pela deposição de fluxos de lama advindos da encosta ou pela deposição de sedimentos finos de origens ligadas a enchentes do rio Carnaúba. Não foi observada a atuação de fluxos tracionais de carga de fundo ou depósitos ligados a barras arenosas, característicos de um rio de padrão entrelaçado.

A camada 6, datada em 2.200 ± 330 , já no Holoceno Superior, está ligada provavelmente a um depósito de origem coluvial. Os indicativos desta interpretação são sua estrutura maciça, muito pobremente selecionada, assimetria muito positiva e curtose muito leptocúrtica, caracterizando um tipo de evento relacionado provavelmente também à dinâmica deposicional da camada 2 da seção vertical RE. Ou seja, um depósito originado por uma erosão laminar com evacuação do material fino dos regolitos expostos. Provavelmente esta camada ficou exposta durante um período de tempo suficiente para a formação de um paleosolo identificado por um insipiente Horizonte A acima de sua deposição. Também corrobora essa afirmação a relação morfoestratigráfica desta camada, situada na base de uma estrutura superficial de perfil cônico em planta e morfologia lobada nitidamente vinculada à chegada de materiais oriundos de encosta.

As camadas 5 e 4 foram formadas provavelmente por uma deposição ligada à enchentes do rio Carnaúba, embora a camada 4 esteja com muito mais concentração de silte e argila e com uma maior presença de caulinita, visível na difratometria de raios-X. É possível também observar a formação de um paleosolo, com um insipiente Horizonte A

acima da deposição da camada 4. Este horizonte de origem pedogenética foi provavelmente lixiviado, apresentando uma drástica diminuição das frações finas (silte e argila) (paleo-horizonte E).

A camada 3 foi depositada após um período de provável estabilidade no ambiente fluvial do rio Carnaúba. É uma camada caracterizada por sucessões de períodos de enchentes, denotando ainda a ocorrência de eventos com grande volume de água no Holoceno Superior, evidenciada pela sua estrutura tabular plano-paralela.

A camada 2 é provavelmente resultado da deposição de sedimentos oriundos da encosta, assim como a camada 6. É notável na mineralogia de argilas, a redução drástica dos picos referentes à caulinita e a uma presença relativa maior de montmorilonita. Este depósito, caracterizado por uma maior concentração de areia do que finos, foi causado provavelmente por uma dinâmica semi-árida atual e talvez também relacionado à contemporânea extração da cobertura vegetal e erosão em arroio.

A camada 1 é conseqüente da biopedoturbação causada pelo horizonte edáfico utilizado para a agricultura atualmente.

5.4.5. Interpretação da dinâmica ambiental do vale do rio Carnaúba

Baseado nos parâmetros analisados sobre os dados sedimentológicos, mineralogia de argilas e datação absoluta de sedimentos por luminescência opticamente estimulada foi possível estabelecer uma interpretação qualitativa da dinâmica ambiental operante no rio Carnaúba desde o último máximo glacial até o Holoceno Superior. É necessário, no entanto, estar ciente do caráter episódico da deposição e a existência de longos períodos marcados por uma não-deposição e/ou erosão dos depósitos. Desta forma a análise sedimentológica poderá fornecer mais dados acerca de rupturas do que continuidades na dinâmica ambiental em estudo. Também é importante ressaltar o cunho muito mais probabilista do que determinista na interpretação da gênese de eventos do passado como adverte Della Fávera (2001).

Analisando em escala temporal as camadas datadas amostradas nos terraços fluviais do rio Carnaúba (**Figura 51**) é possível notar a formação de depósitos relacionados a eventos climáticos já conhecidos, como o último máximo glacial (RC1), transição Pleistoceno/Holoceno (RC 2 e RC3) e um evento climático no Holoceno Médio (RC5 e RE1).

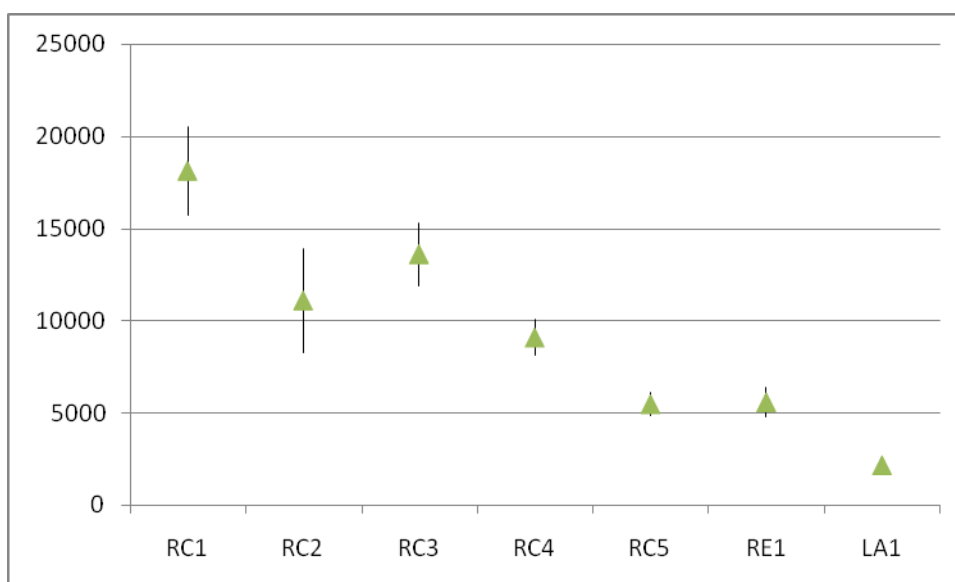


Figura 51: Datações LOE para camadas do terraço fluvial do rio Carnaúba.

As deposições provavelmente ligadas ao UMG (camadas 13 e 12 - RC) podem estar relacionadas a um clima provavelmente mais frio e seco com eventos sazonais de alto grau pluviométrico, semelhante às contemporâneas invasões do ar polar sobre baixas latitudes tropicais, como por exemplo o evento “Poço dos Andes”, ocorrido em 1975, responsável por uma intensa onda de frio nas áreas diretamente afetadas pelo anticiclone polar móvel e ocasionando fortes e persistentes chuvas frontais para o Saliente Nordeste, onde o sistema encontra-se estacionário e/ou em frontólise (Figura 52).

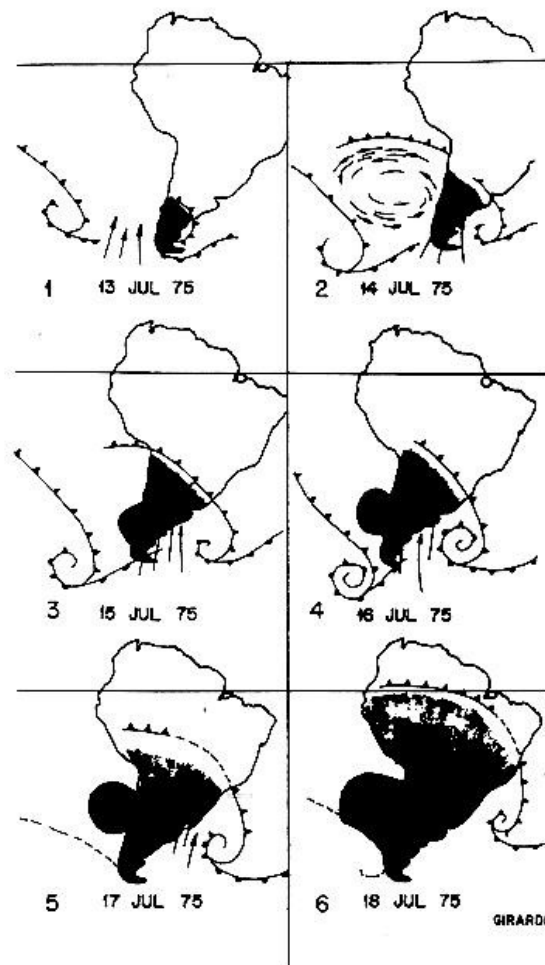


Figura 52: Esquematisação do evento “Poço dos Andes” baseada na seqüência fotográfica do Satélite Geoestacionário SMS-2, entre 13 e 18 de Julho de 1975. No Saliente Nordeste este evento ocasionou fortes chuvas torrenciais.

Fonte: <http://www.master.iag.usp.br/ensino/sinotica/aula09/AULA09.htm>.

O período mais úmido está provavelmente ligado ao rápido aquecimento relacionado à transição Pleistoceno-Holoceno, com sinais de aumento da umidade e precipitação, com um provável estabelecimento de uma densa cobertura vegetal. Esta interpretação está em

concordância com dados para a região Nordeste de Tintelnot (1996), Behling et al. (2000), Pessenda et al. (2004), Gouveia et al. (2005) e Ledru et al. (2006). As estruturas, o mosqueamento, agregação, oxidação e a presença marcante de um intemperismo caulínico relacionado às camadas 11 a 7 da seção vertical RC corroboram a interpretação de um ambiente mais úmido neste período.

Existiu provavelmente ainda um período mais seco anterior ao limite Pleistoceno/Holoceno, o que corresponderia à discordância erosiva ou não deposicional da camada 5 da seção vertical RC. Este período está provavelmente ligado ao evento *Jünger Dryas*, caracterizado por um período de intenso resfriamento a 11.000 anos AP. A camada 6 da seção vertical RC pode representar justamente uma transição entre um clima tropical sub-úmido e um clima mais frio e seco.

No Holoceno Inferior houve uma súbita retomada da umidade, podendo estar ligados a eventos observados em estudos de escala local por Barreto (1996), De Oliveira et al. (1999) e Corrêa (2001). Após um período mais seco anterior e uma provável diminuição da cobertura vegetal, os regolitos expostos foram evacuados pela atuação de fortes chuvas, gerando depósitos cascalhentos suportados por matriz, condizentes com eventos pluviométricos de grande magnitude (camadas 4 e 3 -RC).

O Holoceno Médio no vale do rio Carnaúba pode ser caracterizado por um clima ainda provavelmente úmido e quente, relacionado ao período hipstérico, ocasionando um aumento do intemperismo químico e um adensamento da cobertura vegetal relacionado a um predomínio dos processos de erosão laminar sobre as encostas (camadas 2 -RC e 3 -RE).

Durante o Holoceno Superior houve vários momentos de deposição e estabilização na paisagem ligada à formação de solos rasos nos terraços fluviais (seção vertical LA). Estes eventos estão provavelmente relacionados a características locais que permitiram um ambiente mais úmido em relação ao semi-árido como um todo até períodos bastante recentes em escala geológica, pois nos estudos até agora realizados sobre depósitos sedimentares inseridos no semi-árido nordestino é rara a ocorrência de eventos de deposição posteriores a 4.000 anos AP. Estes eventos podem estar também relacionados a oscilações climáticas decorrentes de eventos do tipo paleo-el-niño e paleo-la-niña. O El

Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, mudando os padrões de vento a nível mundial, afetando os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias e provocando secas no Nordeste do Brasil. La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, caracterizando-se por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical, ocasionando um aumento da precipitação e vazão de rios no Saliente Nordestino. Martin et al. (1993) encontraram evidências de episódios do tipo El-Niño de longa duração atuantes desde o Holoceno Médio através da análise de padrões de cordões arenosos litorâneos. Para o Nordeste do Brasil isto pode significar a ocorrência de longos períodos de extrema aridez seguidos de períodos com muita precipitação decorrentes da retomada às condições de circulação normal. Estes fatores gerariam condições ideais para a formação de depósitos sedimentares, pois as chuvas remobilizariam os regolitos formados durante épocas mais úmidas e encontrados com pouca cobertura vegetal e baixa resistência à erosão, depositando-os sobre o plano aluvial.

Analisando a relação entre o volume de montmorilonita e caulinita nas camadas analisadas e agrupando-as por períodos é possível observar a dinâmica de formação e evacuação dos mantos de intemperismo (Figuras 53 e 54).

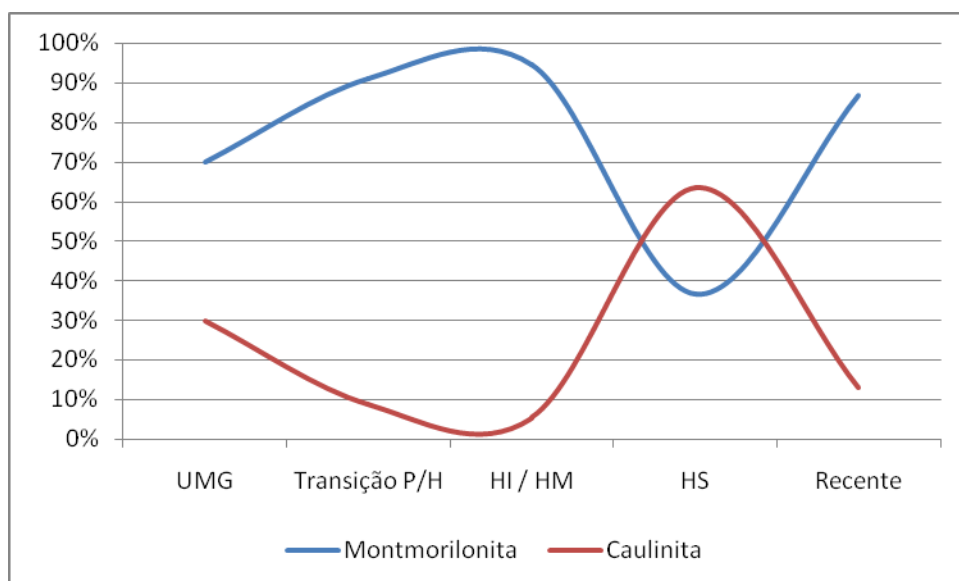


Figura 53: Relação de volume entre montmorilonita e caulinita encontradas nas camadas referentes ao último máximo glacial, transição Pleistoceno/Holoceno, Holoceno Inferior e Médio, Holoceno Superior e relacionadas a uma dinâmica recente (LA1.5).

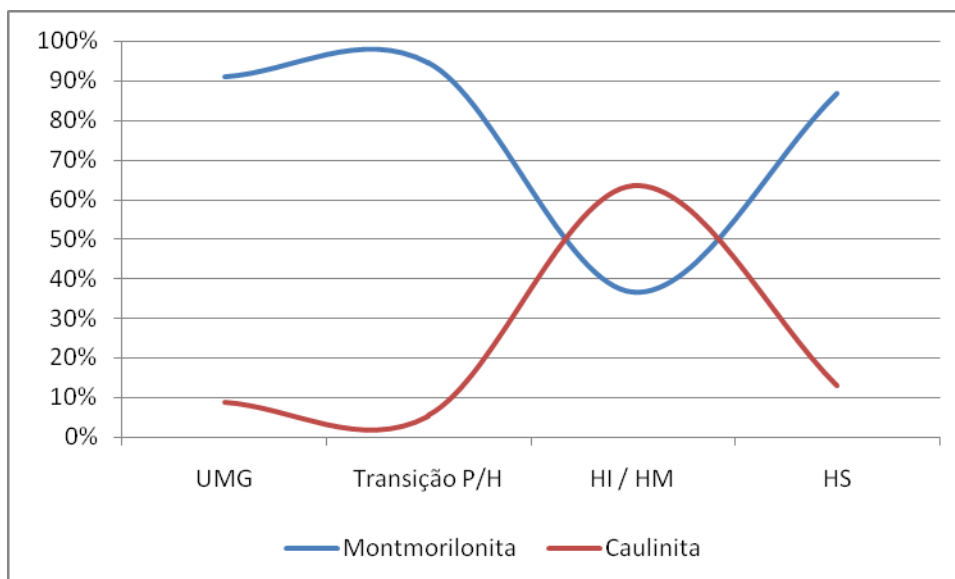


Figura 54: Gráfico hipotético acerca da formação dos mantos de intemperismo relacionados ao volume de montmorilonita e caulinita em escala temporal.

Assumiu-se que a argila analisada nos depósitos que sofreram transporte refere-se à gênese do manto de intemperismo em períodos anteriores conforme Mabesoone e Lobo (1980). Como trata-se de um dado agregado, foram desconsideradas as influências da neo-formação *in-situ*.

É possível observar que no último máximo glacial houve uma remobilização de coberturas pedogênicas com certo grau caulinitização provavelmente formadas no último interstadial que ocorreu a cerca de 55.000 anos AP. Houve posteriormente, devido a um clima mais frio e seco, a maior formação de solos ligados à bissialitização, com uma remobilização maciça destas coberturas durante a reumidificação relativa à transição Holoceno/Pleistoceno e Holoceno Inferior/Médio. Neste período provavelmente foram formados solos relacionados a um intemperismo caulínico devido ao aumento da temperatura e umidade. Estes solos foram novamente erodidos no Holoceno Superior e depositados nos terraços fluviais do Rio carnaúba após fortes chuvas talvez relacionadas a eventos do tipo El-Niño/El-Niña. Atualmente há um retorno à bissialitização relacionada a um ambiente quente e seco, com pouco intemperismo químico, formação de neossolos litólicos e predominância de erosão. As áreas de cimeiras estão notavelmente destituídas de mantos de alteração significando um alto grau de remobilização das coberturas pedogênicas durante o quaternário recente.

6. O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre

6.1. Localização

O sítio Pedra do Alexandre constitui-se em um abrigo sob-rocha implantado em biotita-xisto, inserido na Formação Seridó, em diferentes estágios de intemperização (Figura 55). O mesmo encontra-se nas coordenadas $6^{\circ}32'43''S$ e $36^{\circ}31'10''W$ a 414 m de altitude e dista 250 m, aproximadamente, do leito do rio Carnaúba (Figuras 17 e 18).



Figura 55: Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Foto: Demétrio Mutzenberg.

6.2. Vestígios arqueológicos evidenciados

O sítio arqueológico Pedra do Alexandre foi escavado durante várias campanhas arqueológicas na década de 90 (**Tabela 3**). Estas escavações estavam inseridas no Projeto Seridó, coordenado pela Prof. Dra. Gabriela Martin e ligado ao Núcleo de Estudos Arqueológicos da Universidade Federal de Pernambuco.

Tabela 3: Campanhas arqueológicas ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Fonte: NEA-UFPE.

Campanha	Início	Término
I Campanha	01/11/90	10/11/90
II Campanha	24/11/90	30/11/90
III Campanha	17/01/91	25/01/91
IV Campanha	15/02/91	27/02/91
V Campanha	13/08/91	22/08/91
VI Campanha	09/01/92	16/01/92
VII Campanha	06/08/92	15/08/92
VIII Campanha	28/06/93	07/07/93
IX Campanha	28/06/94	08/07/94
X Campanha	02/01/95	10/01/95
XI Campanha	17/03/95	31/03/95
XII Campanha	23/10/95	30/10/95
XIII Campanha	15/08/96	30/08/96

O primeiro vestígio de ocupação humana observado no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre foi o conjunto de pinturas realizadas sobre seu suporte rochoso. O corpus gráfico ocupa uma extensão linear de cerca 5,5 m. A superfície fraturada e erodida do suporte em biotita-xisto provocou uma descontinuidade no espaço ocupado pelos grafismos rupestres, permitindo a sua divisão em quatro painéis. A maioria dos registros picturais existentes no abrigo possuem características da Tradição Nordeste, Subtradição Seridó, havendo, porém, grafismos que poderiam enquadrar-se na Tradição Agreste. As figuras estão em precário estado de conservação devido ao avanço do processo de intemperismo sobre a rocha (**Figura 56**).



Figura 56: Painel rupestre do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Foto: Adrienne Costa.*

O Sítio Pedra do Alexandre tem em torno de 100m² de área escavável que foi preservada graças a grandes blocos desprendidos da própria formação rochosa que atuaram como uma barreira de retenção para o sedimento subjacente, evitando que o depósito fosse carreado pela ação da erosão pluvial. Grande parte do material arqueológico pode ter sido arrastado já que a proteção não se dá de forma homogênea. O lado direito do abrigo está mais exposto ao intemperismo físico e transporte de sedimentos.

Escavações realizadas no sítio Pedra do Alexandre evidenciaram a presença de 23 sepultamentos, entre enterramentos primários e secundários associados a fogueiras. Foi possível obter uma seqüência cronológica de 9.400 a 2.620 anos AP para a ocupação do sítio através da datação ¹⁴C de carvões associados a sete sepultamentos (MARTIN, 1995/1996) (Tabela 4 e Figuras 57 e 58).

ALVIM et al. (1995-1996) analisaram os restos esqueléticos dos sepultamentos 1 a 19, contabilizando um total de 24 indivíduos analisados. Foi possível distribuir 17 indivíduos por classes de idade e sexo: 5 lactentes; 4 crianças; 3 sub-adultos, todos do sexo masculino; 4 adultos jovens, 3 do sexo masculino e 1 do sexo feminino; e 1 velho do sexo feminino (Figura 59).

Tabela 4: Datações radiocarbônicas para o Sítio Pedra do Alexandre. *Fonte: Baseado em Queiroz (2002)*

Nº	DATAÇÃO AP	SETOR	QUADRANTE	CAMADA	NÍVEL	PROF. (cm)	MATERIAL
CSIC-1061	2620 +/- 60	II - IV	A - B	1	2	52,00	Sepultura 7
CSIC-1053	2750 +/- 40	IV	B	2	1	61,00	Sepultura 9
CSIC-945	2860 +/- 25	XI	B	1		18,00	Nível da Sepultura 9
CSIC-966	2890 +/- 25	IV	B	2	1	61,00	Sepultura 9
CSIC-1054	4160 +/- 70	XI	C			63,00	Sepultura 2
CSIC-943	4710 +/- 25	XI	C	2		66,00	Sepultura 1
CSIC-1060	5790 +/- 60	V	A	2	3	81,50	Sepultura 6
CSIC-1052	6010 +/- 60	XI	B			55,00	Nível inferior à Sepultura 1
CSIC-965	8280 +/- 30	V	A	3	1	84,50	Sepultura 4
CSIC-967	9400 +/- 35	V	A	1	3	47,50	Sepultura 3
CSIC-1051	9400 +/- 90	XI	B	1	3	42,00	Nível da Sepultura 3

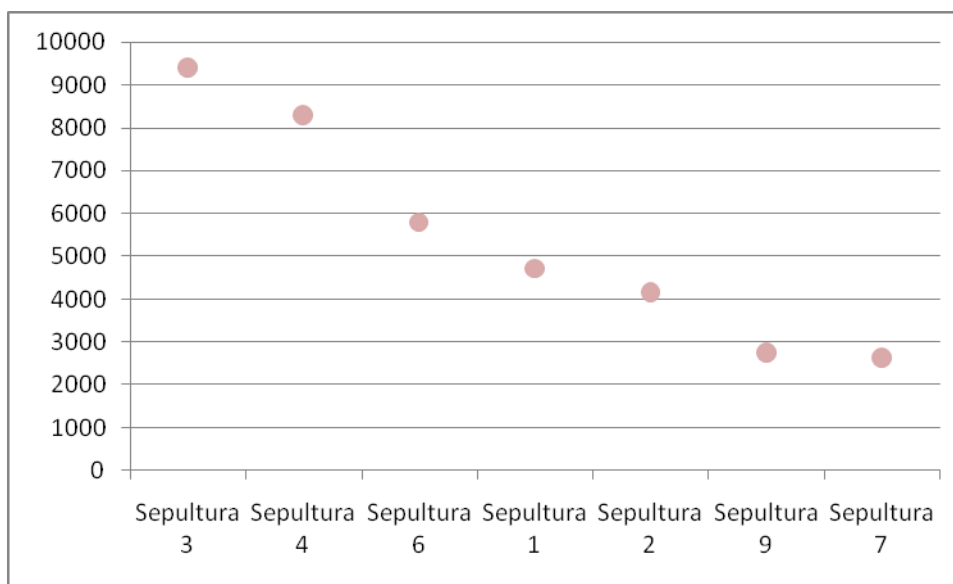


Figura 57: Relação cronológica entre os sepultamentos encontrados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Fonte: Baseado em dados de MARTIN, 1995/1996.*

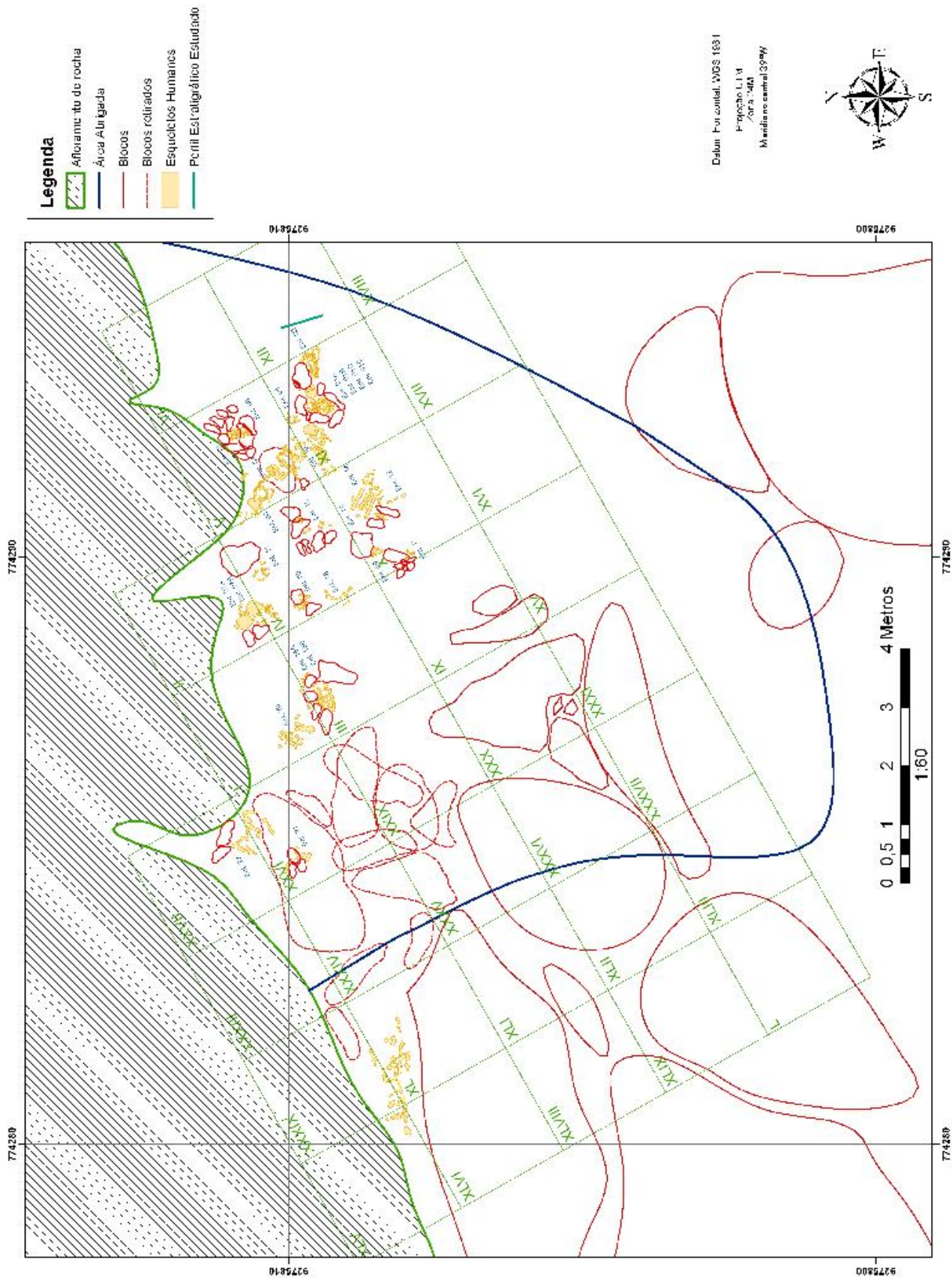


Figura 58: Localização dos sepultamentos no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Fonte: Baseado em dados do acervo documental do Núcleo de Estudos Arqueológicos da Universidade Federal de Pernambuco.

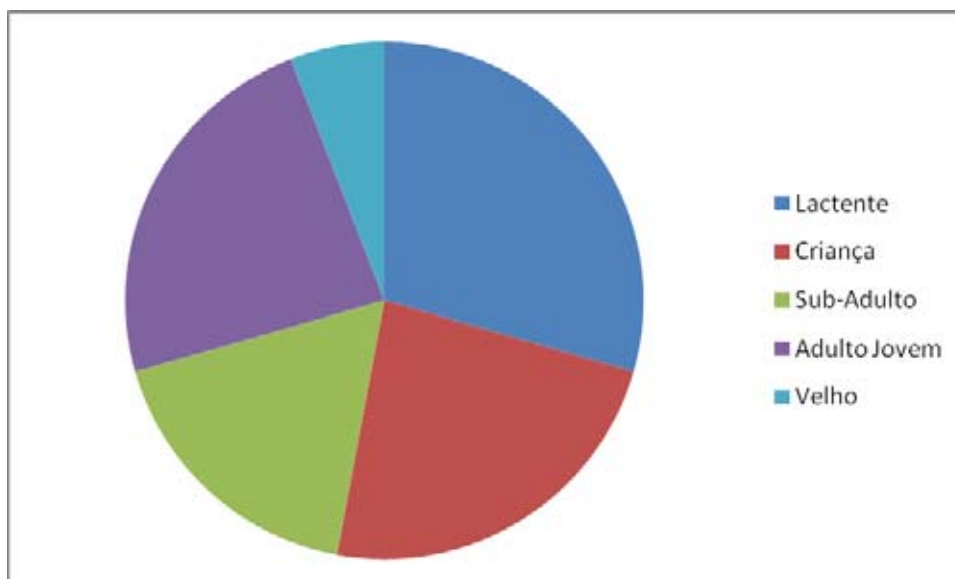


Figura 59: Distribuição por idade de 17 indivíduos sepultados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Fonte: Baseado em dados de ALVIM et al. 1995-1996.*

Foram observadas patologias como a osteoartrose, causando inflamação nas articulações, nos dois indivíduos femininos. Observou-se também a ocorrência de hiperostose porótica no esqueleto 2, datado em 4160 ± 70 anos AP. Esta doença é causada por falta de ferro no organismo, ocasionando diminuição na quantidade de hemoglobina presente no sangue (SANTOS, 1997).

O enxoval funerário que acompanhava os sepultamentos é constituído de adornos de ossos em forma de pingentes, apitos e contas de colar, exumados nos enterramentos 1, 2 e 15. Foram encontradas também contas de amazonita sem estarem diretamente ligadas aos enterramentos. Os enterramentos secundários, individuais ou coletivos, foram geralmente arrumados em covas forradas por blocos de biotita-xisto (**Figura 60**). O sepultamento 4, primário, também foi enterrado desta forma, com a preparação de uma fogueira acima do corpo (MARTIN, 1995/1996).

Alguns esqueletos foram pintados com pigmento vermelho e assentados sobre manchas vermelhas no sedimento. Próximo aos sepultamentos foram encontrados 83 fragmentos de óxido de ferro. Alguns com clara evidência de utilização. Torres (1995), procurou tecer correlações através de análises físico-químicas entre estes fragmentos de óxido de ferro e os pigmentos utilizado nas pinturas rupestres e na pintura realizada sobre alguns esqueletos. Procurou ainda verificar uma relação com jazidas próximas ao sítio

arqueológico, nas quais os homens pré-históricos poderiam ter coletado tal matéria-prima. Devido a diferentes composições químicas em fragmentos de óxido de ferro encontrados em um mesmo contexto arqueológico, chegou-se à conclusão de que a escolha das jazidas dava-se de forma aleatória.



Figura 60: Sepultamentos 1 e 2. Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Fonte:* Acervo fotográfico do NEA-UFPE.

Na ocupação final do sítio foram encontrados vestígios de fogueiras reutilizadas, material lítico composto por lascas de quartzo e sílexito, furadores e raspadores também de quartzo e um machado polido (MARTIN, 1995-1996). Analisando os mais de 600 vestígios líticos lascados evidenciados no Sítio Pedra do Alexandre, é possível observar uma preferência pelo sílexito, seguido do quartzo como matéria-prima para a confecção de instrumentos líticos (Figura 61).

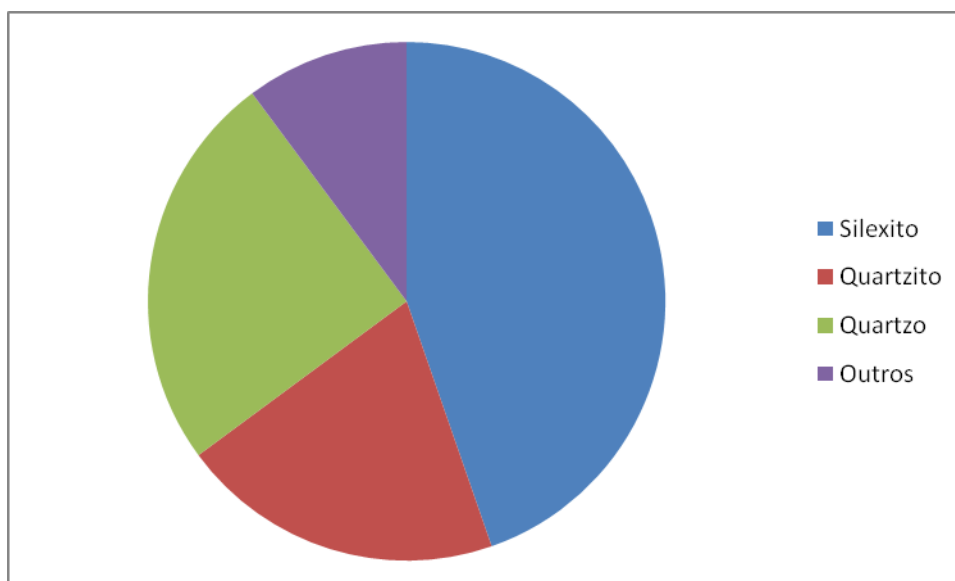


Figura 61: Distribuição dos vestígios líticos lascados por matéria-prima. Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Fonte: Baseado em dados levantados por Marcellus Almeida, NEA-UFPE.*

Queiroz (2002), analisando a fauna de vertebrados encontrada no sítio arqueológico Pedra do Alexandre, observou que a maior parte dos restos faunísticos é constituída de animais de pequeno porte, em sua maioria roedores histricognatos, como o *Kerodon rupestris* (mocó), *Galea spixii* (preá) e *Thrichomys apereoides* (catito ou rabudo), animais endêmicos do semi-árido nordestino. A presença de queima e associação com as sepulturas levou o autor a elaborar duas hipóteses: Os animais teriam sido preparados diretamente ao fogo, sendo consumidos durante práticas funerárias, ou, após seu consumo os restos animais teriam servido de matéria combustível às fogueiras.

6.3. Gênese do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre

6.3.1. Análise da seção vertical PA

UTM: Zona 24M / 774318E / 9275838 / 401m

Para analisar como se formou o depósito sedimentar confinado no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e a relação entre sua gênese e os sepultamentos humanos, foi selecionada a seção vertical PA na parte leste do sítio, o mais próximo possível dos sepultamentos datados (Figuras 58, 62 e 63).



Figura 62: Localização da seção vertical PA e situação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre durante a coleta de amostras para análises sedimentológicas, após quase 10 anos desde a última campanha arqueológica. Havia cerca de 1,20 m de sedimentos acomodados pelos arqueólogos nas áreas escavadas para proteger o sítio da ação pluvial. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*

Para a análise da origem dos sedimentos ali confinados realizou-se uma topografia de detalhe em uma área de 250m² ao redor do abrigo, possibilitando a elaboração do mapa topográfico e de declividade do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre em escala 1:250 (**Figuras 63 e 64**). Estes mapas foram essenciais para a elaboração de um terceiro mapa analítico da dispersão de drenagem e área de acúmulo sedimentar (**Figura 65**), provendo assim informações acerca do tipo e direção do transporte dos sedimentos analisados na seção vertical PA (**Figura 66**).

O suporte rochoso do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre atua no relevo como uma área de dispersão de drenagem (**Figuras 42 e 65**), significando um transporte bastante curto dos sedimentos ali depositados. Isto pode ser observado pelo grau de seleção e de arredondamento dos grãos, todos muito pobremente selecionados e com uma grande concentração de grãos muito angulosos e angulosos.

A amplitude altimétrica de 20 m para a área analisada é bastante elevada considerando a sua pequena dimensão de 250 m². Isto acarreta em níveis altos de declividade e de escoamento de sedimentos. A maior parte da área de acúmulo sedimentar apresenta declividades entre 9° a 13°, porém a oeste do abrigo a declividade é maior devido à presença de blocos tombados, chegando de 27° a 31°.

O fator que permitiu a retenção de sedimentos no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre foi sua geomorfologia. A existência de camadas de diferentes resistências no suporte rochoso em biotita-xisto permitiu a formação de um relevo de encosta negativa, causando o desprendimento de grandes blocos da rocha matriz. Além da proteção natural do abrigo, estes blocos atuaram como barreiras ao escoamento sedimentar formando uma encosta de colúvio em talus, uma feição tipicamente associada a abrigos sob rocha (**Figura 67**).

A área fonte dos sedimentos depositados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre está localizada basicamente a noroeste da área mapeada, de 10,5 m a 13,5 m acima do *datum* vertical do sítio, atualmente recoberta por um neossolo litólico bastante raso. O topo do sítio, atualmente desprovido de manto de intemperismo, pode ter sido também uma área fonte em épocas passadas antes de ser totalmente denudado.

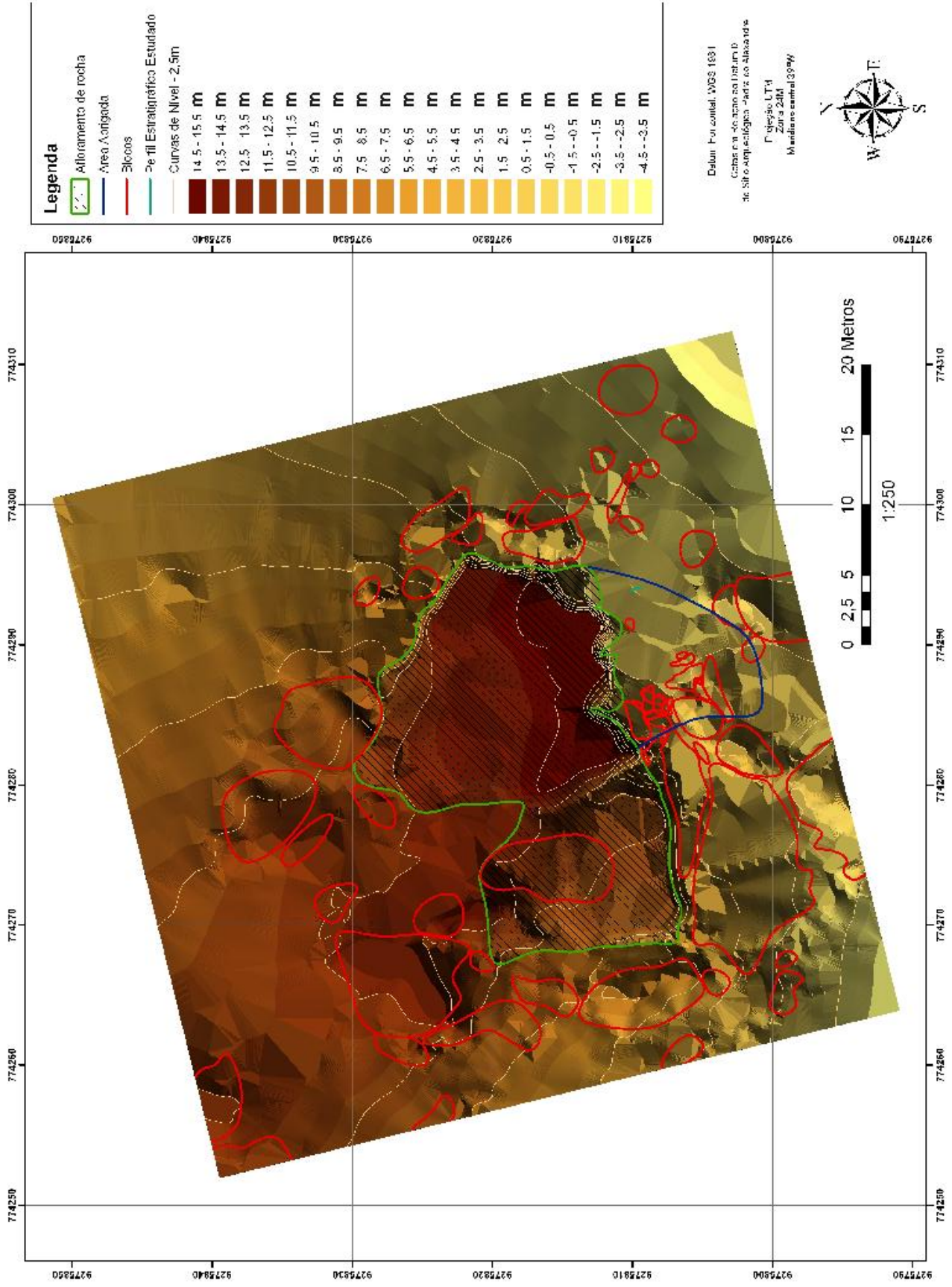


Figura 63: Mapa topográfico do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

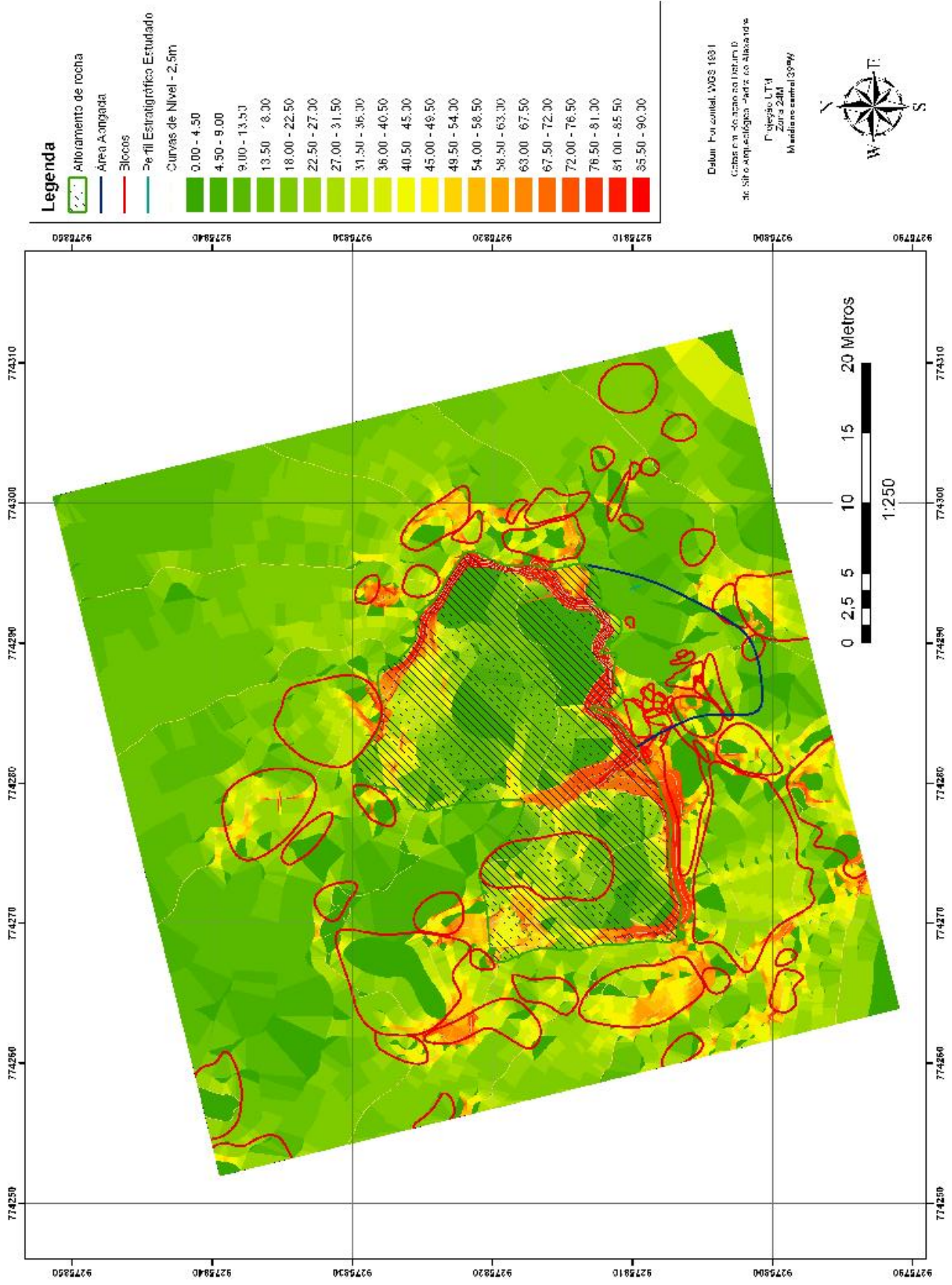


Figura 64.: Mapa de declividade do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

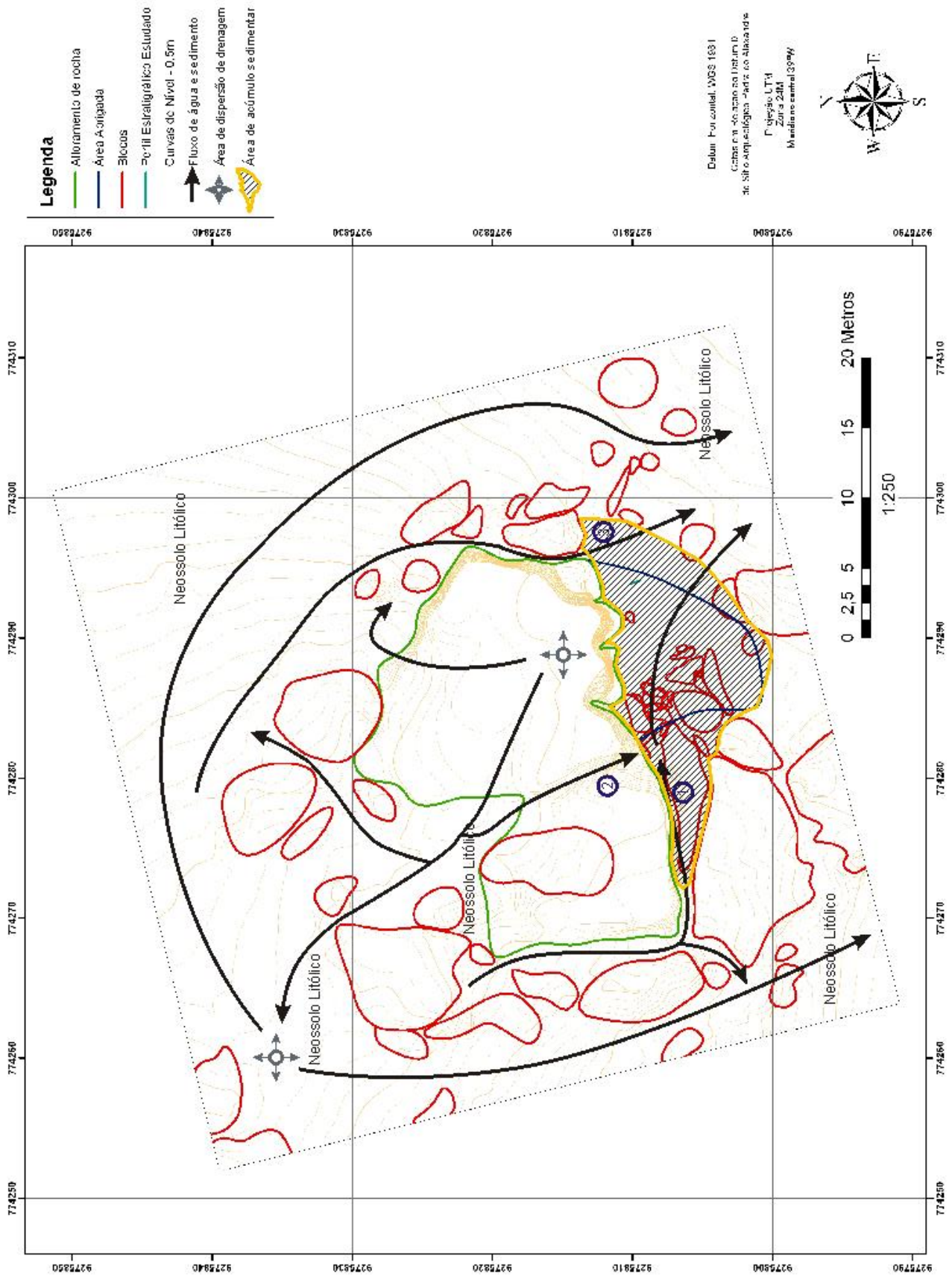


Figura 65: Mapa de dispersão de drenagem e acúmulo sedimentar no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

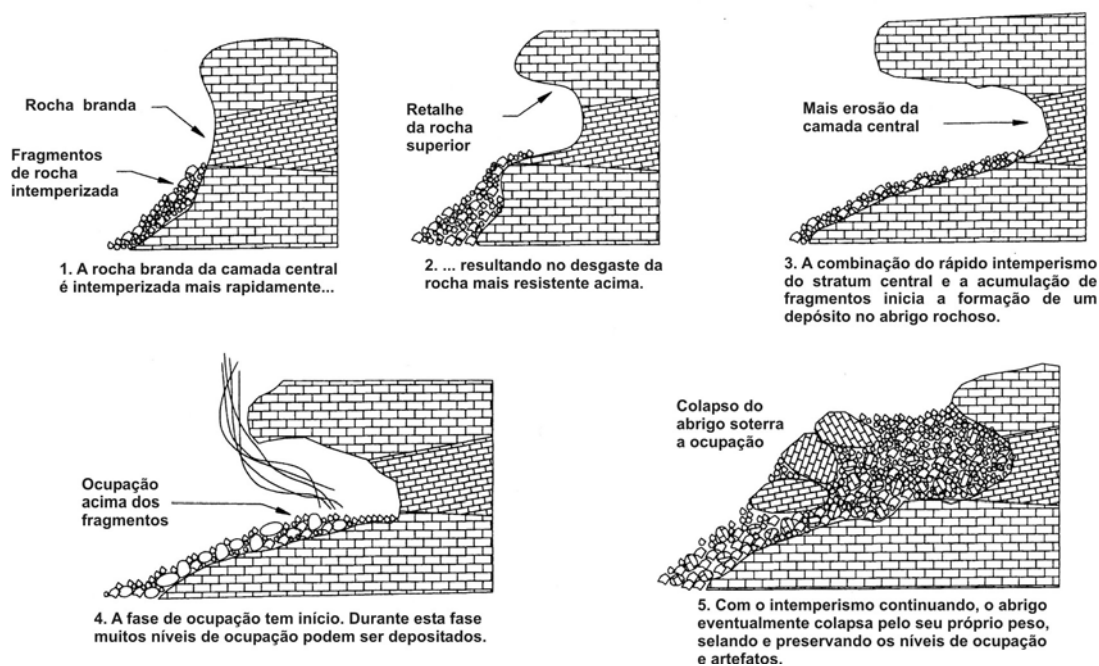


Figura 67: Evolução de um abrigo sob-rocha. Fonte: Traduzido de Rapp & Hill (1998).

O sedimento foi transportado em grande maioria pelos espaços entre as rochas a oeste da área abrigada, vindo principalmente dos fluxos 1 e 2, com pequena contribuição, provavelmente muito mais erosiva que deposicional, do fluxo 3 a leste (Figura 65). O fluxo 1 foi responsável sem dúvida pela deposição de sedimento entre a rocha matriz e dois grandes blocos de direção E-W a oeste do abrigo. Mais a frente passa a receber a contribuição do Fluxo 2, direcionado por uma fratura na rocha que atua como um pequeno canal (Figura 68).

A seção vertical PA é caracterizada pela presença de três camadas sedimentares distintas e um horizonte pedogenético acima das deposições.

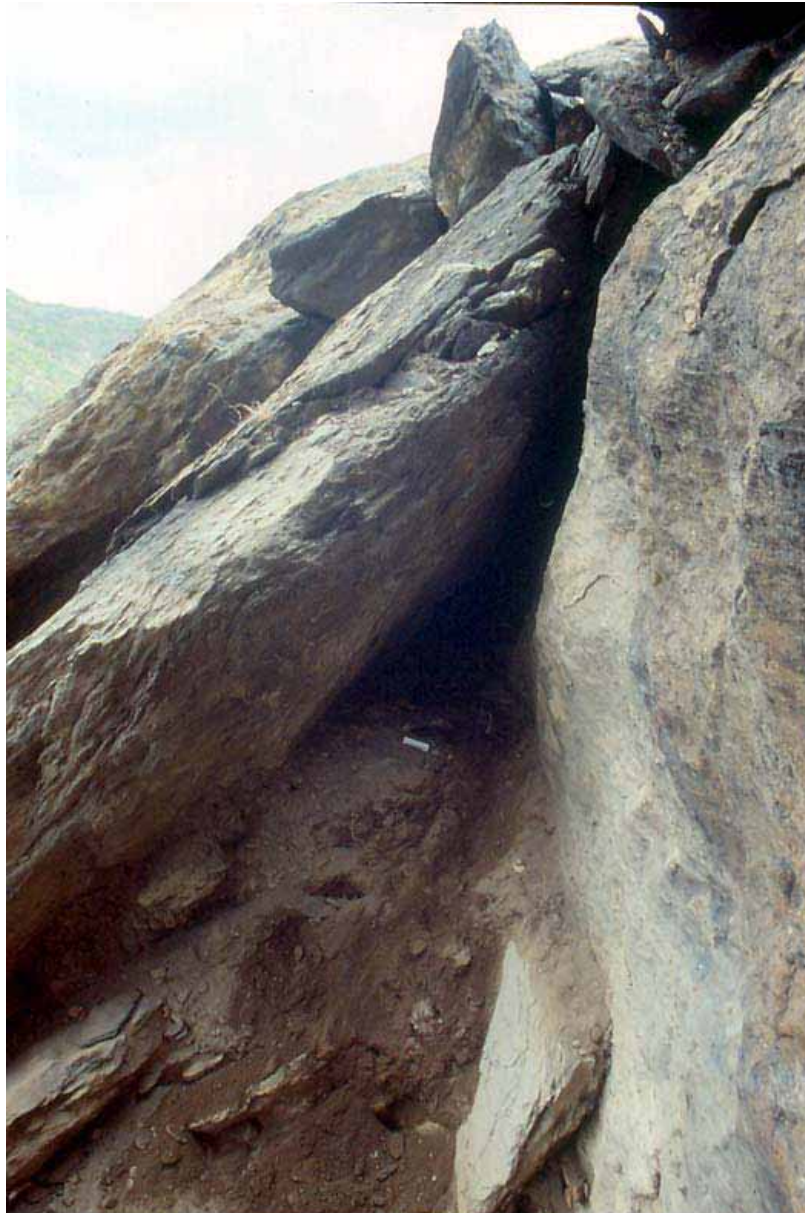


Figura 68: Fluxos de sedimentação a oeste do abrigo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Foto: Acervo fotográfico do NEA-UFPE.*

A camada 4, datada em 58.600 ± 7.500 , é caracterizada por uma cascalheira suportada pela matriz. Os clastos estão dispersos aleatoriamente numa matriz de textura arenosa. O processo responsável pela sua deposição está provavelmente ligado a um fluxo de detritos, devido, além de sua estrutura, à presença de mais de 34% de cascalho. Isto indica um movimento rápido e de grande energia que remobilizou o antigo manto de intemperismo provavelmente durante o último interestadial.

A camada 3 pode ser interpretada como uma cascalheira clasto suportada, com a presença de clastos oblatos com eixo maior paralelo ao gradiente da encosta. Foi formada provavelmente por blocos desprendidos da formação rochosa do abrigo em um período provavelmente seco corroborado pela praticamente ausência de deposição e acentuada evacuação dos finos, caracterizando assim um pavimento detrítico. O material fino que preencheu os espaços vazios entre os blocos é possivelmente de origem pós-deposicional, já que a matriz não parece ter desempenhado um papel determinante no transporte dos clastos maiores, que apresentam evidentes contatos face a face, característicos de fluxos gravitacionais pouco lubrificados.

A camada 2 trata-se de uma areia siltosa com fenoclastos com fragmentos de rocha paralelos à superfície deposicional. Existe uma estrutura laminada na base com grânulos e seixos de quartzo. A datação de duas amostras desta camada, uma datada em 18.500 ± 2.500 anos AP e outra em 16.000 ± 2.200 anos AP, além de seu caráter muito leptocúrtico reforça a interpretação de um fluxo de lama relacionado a vários períodos deposicionais ocorridos durante a vigência do último máximo glacial. A macro-fábrica deste nível conduz à interpretação da ocorrência de fluxos gravitacionais de alta viscosidade como demonstra a presença de fenoclastos com estrutura "floating" em matriz areno-argilosa. Estes fluxos derivam necessariamente de eventos climáticos de grande magnitude capazes de remover o regolito em profundidade. No caso da Pedra do Alexandre este nível provavelmente relaciona-se à exumação final da superfície rochosa que ora se apresenta na área fonte.

A camada 1 é caracterizada pela biopedoturbação dos sedimentos depositados anteriormente e pela erosão das frações sedimentares de textura fina, gerando um assim um pavimento detrítico.

Após a transição Pleistoceno/Holoceno não houve mais espaço para a acumulação de sedimentos naquele ponto do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Tampouco houve um evento de magnitude suficiente após a formação dos depósitos sedimentares para esvacular os sedimentos estocados na depressão rochosa.

6.3.2. Interpretação da formação do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre

Baseado nos dados sedimentológicos levantados e analisados, a formação do depósito sedimentar encontrado no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre foi constituído a partir de eventos de grande magnitude ocorridos durante o último período glacial.

Ocorreu provavelmente uma rápida e ampla remobilização de regolitos expostos após o penúltimo máximo glacial a cerca de 58.000 anos AP. Este evento provavelmente está ligado à disposição aberta da paisagem após períodos bastante secos relativos ao período estadal. Com o súbito aquecimento ainda no período glacial, relativo ao último interstadial (**Figura 69**), eventos pluviométricos de grande magnitude transportaram os antigos mantos de intemperismo depositando-os nas áreas de estocagem de sedimentos. Provavelmente neste período ocorreram chuvas torrenciais não conhecidas atualmente, gerando em ambiente de encosta um depósito característico de grande energia como o fluxo de detritos.

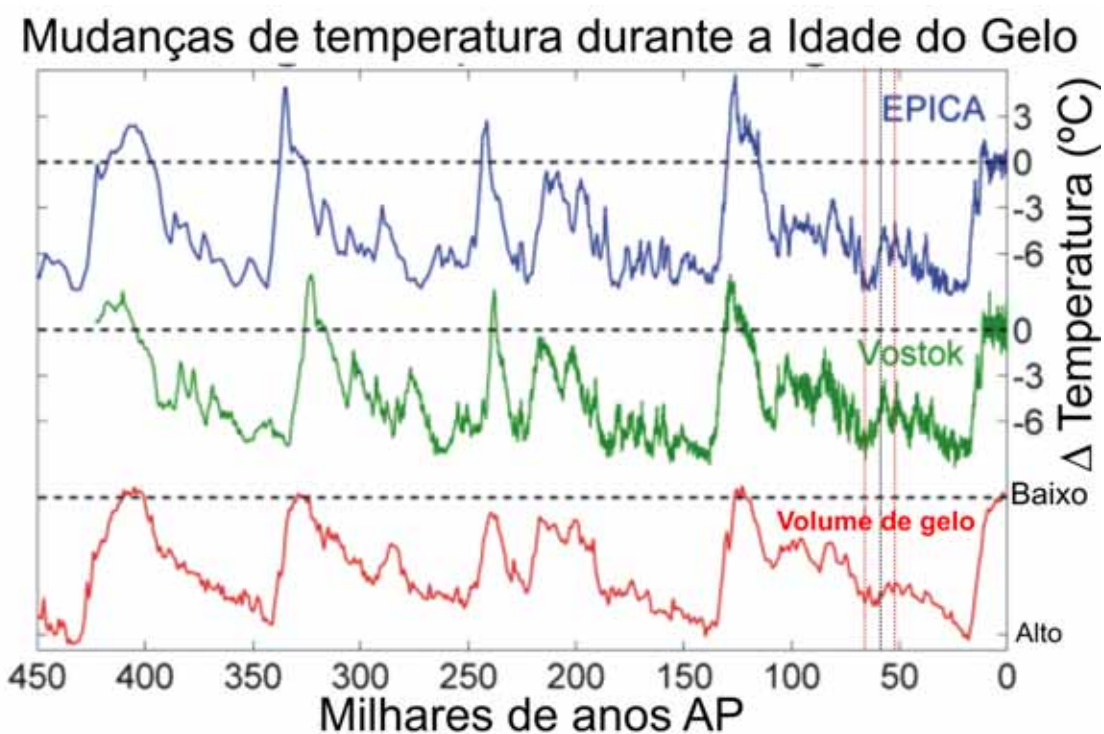


Figura 69: Datação (PA1) da camada 4 da seção vertical PA relacionada à mudanças de temperatura globais. A linha tracejada preta e as duas vermelhas representam a média da datação e a margem de erro \pm .

Fonte: Modificado e traduzido de <http://www.globalwarmingart.com>.

Durante o novo resfriamento do planeta até o último máximo glacial há 18.000 anos AP, ocorreu uma interrupção na deposição, provavelmente ligada a uma menor disponibilidade de material a ser transportado e ao estabelecimento de um novo estadal durante a última glaciação, caracterizado por um clima seco.

Durante o último máximo glacial foram formados depósitos de estrutura laminar, caracterizado por fluxos de lama. É possível observar a resposta fluvial a esse evento na camada 13 da seção vertical RC. A característica da deposição reforça a interpretação de eventos ocasionais de alto grau pluviométrico inseridos em um clima mais frio e seco durante este período.

Observando a disposição das datações é possível contemplar bem os dois momentos mais importantes para a formação do depósito sedimentar encontrado no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre (**Figura 70**).

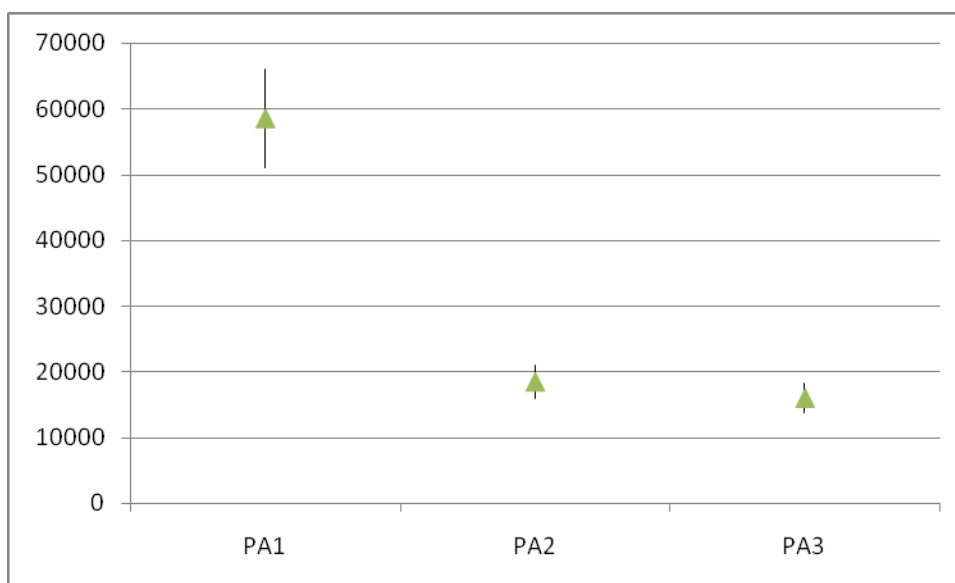


Figura 70: Datações LOE para camadas naturais do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

Aplicando a mesma metodologia para os resultados da relação entre volume de montmorilonita e caulinita nas camadas do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre foi possível interpretar a dinâmica de formação e evacuação dos mantos de intemperismo ocorridos antes do último máximo glacial (**Figuras 71 e 72**), corroborando as interpretações baseadas em dados sedimentológicos.

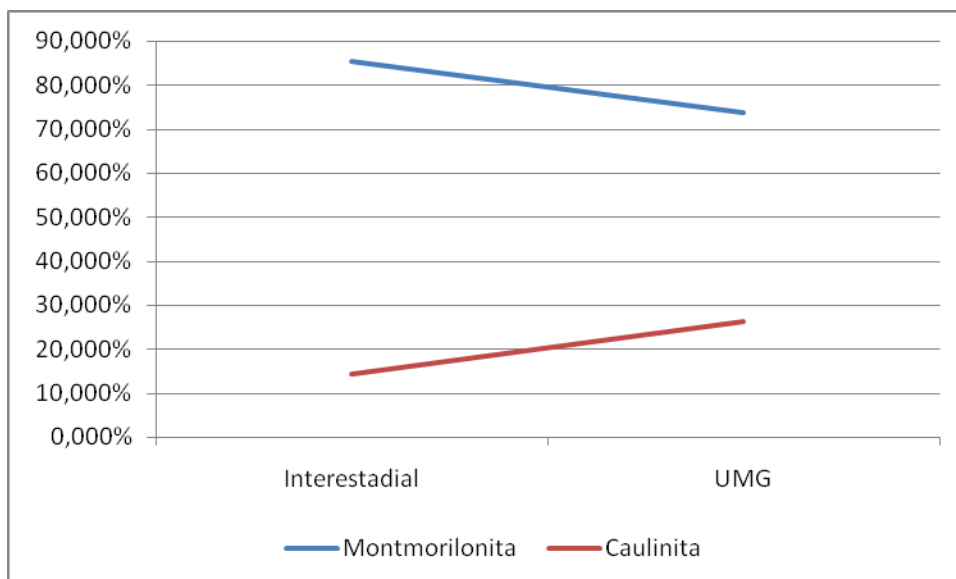


Figura 71: Relação de volume entre montmorilonita encontradas nas camadas naturais do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

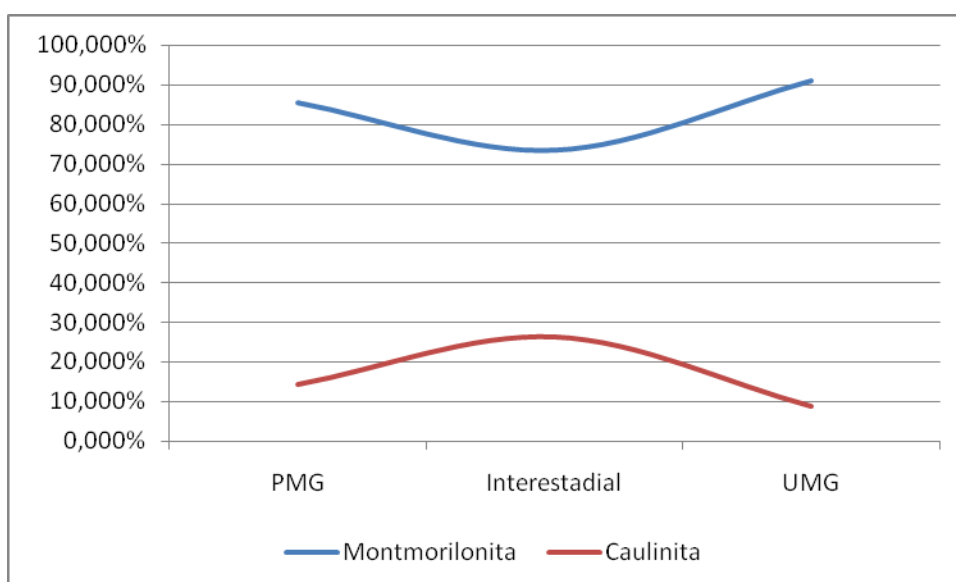


Figura 72: Gráfico hipotético da formação dos mantos de intemperismo relacionados ao volume de montmorilonita e caulinita em escala temporal no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e no vale do rio Carnaúba.

É possível observar no último interstadial o transporte maciço dos antigos mantos de intemperismo formados em períodos relacionados a uma dinâmica vigente antes e durante o penúltimo máximo glacial. Durante o último máximo glacial foi possível notar, assim como nos dados para o rio Carnaúba, a remobilização das coberturas pedogênicas com certo grau de caulinitização. Estas coberturas foram formadas provavelmente no último interstadial, denotando um clima mais úmido e quente durante esta fase do período glacial.

6.3.3. Relação entre os vestígios arqueológicos datados e as camadas naturais do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre

Foi possível observar, através deste estudo que os episódios de deposição sedimentar que preencheram a área abaixo do abrigo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre foram de origem bastante anterior às datas mais recuadas até agora conhecidas para a ocupação humana naquele local.

Para tentar explicar a existência de numerosos vestígios de ocupação humana encontrados até mais de um metro de profundidade neste sítio arqueológico, foi necessária uma análise estratigráfica dos perfis fotografados durante as campanhas arqueológicas realizadas na década de 90. Estes dados foram obtidos através do escaneamento de slides pertencentes ao acervo fotográfico do Núcleo de Estudos Arqueológicos da Universidade Federal de Pernambuco.

O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre é caracterizado por conter vários sepultamentos de esqueletos humanos. A própria dinâmica ocupacional já nos remete a prováveis processos pós-deposicionais que tiveram influência sobre o depósito arqueológico.

Analisando o perfil arqueológico entre os setores XVI e I (**Figura 58**) foi possível interpretar as diversas camadas como uma seqüência de covas realizadas durante sucessivos períodos de ocupação humana (**Figura 73**).

A deposição natural é, naquele ponto, reduzida ao *Momento 1*, ligada ao fluxo de lama ocorrido no último máximo glacial (PA2 e PA3), sendo um nível sem a presença de vestígios arqueológicos. Posteriormente, esta camada foi escavada para o sepultamento de um indivíduo (Enterramento 20). Esta ação resultou no *Momento 2*, marcada pelo ritual de sepultamento dos mortos. O *Momento 3* é provavelmente contemporâneo ao *Momento 2*, com a disposição de uma fogueira acima do indivíduo sepultado, sendo depois soterrada. Posteriormente este mesmo ponto do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre ainda foi escavado pelo menos três vezes, com as covas bem marcadas na estratigrafia (*Momentos 4a, 4b e 5*).

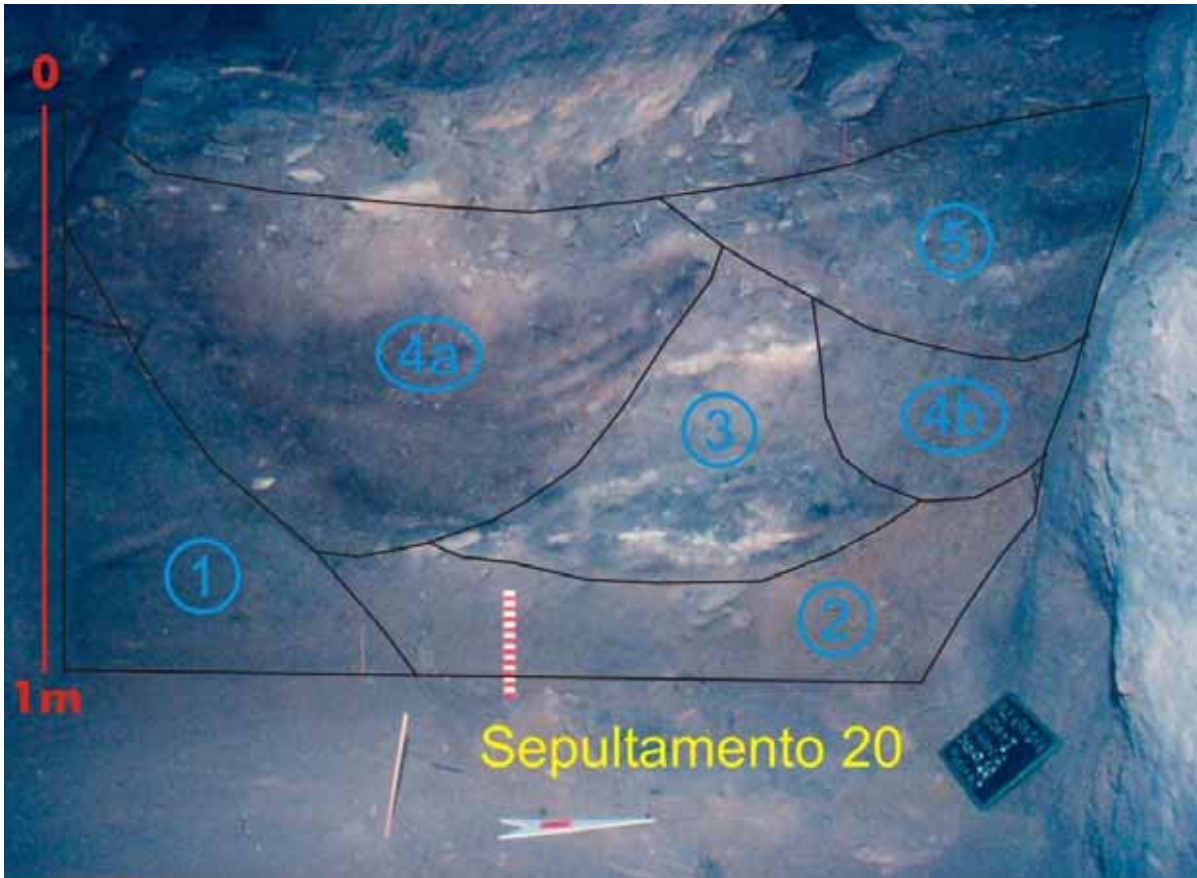


Figura 73: Perfil arqueológico entre os Setores XVI e I do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. É possível notar os processos pós-deposicionais ocasionados pela escavação de covas mortuárias. *Fonte: Elaboração própria. Foto: Acervo fotográfico do NEA-UFPE.*

Analisando a estratigrafia próxima aos sepultamentos datados e à seção vertical PA é possível também observar o quanto a deposição natural foi perturbada pelas ocupações humanas e pelos rituais de sepultamentos em pelo menos 6800 anos de ocupação (Figura 74).

Partindo desta concepção baseada em dados empíricos, é possível afirmar que o depósito arqueológico Pedra do Alexandre é quase completamente formado por processos pós-deposicionais causados pelos rituais de sepultamentos dos grupos humanos que selecionaram aquele ponto na paisagem como um cemitério e, provavelmente, lugar sagrado.



Figura 74: Seqüência de sepultamentos nos setores V e XI do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. *Foto: Acervo fotográfico do NEA-UFPE.*

Os vestígios arqueológicos, segundo os dados dos relatórios de campo e pela análise da distribuição das fogueiras, estão concentrados nas covas e fogueiras acima dos corpos enterrados.

É possível observar um padrão recorrente em muitos sepultamentos no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. O ritual de sepultamento é geralmente ligado à abertura de uma cova, arrumação de blocos do próprio abrigo de modo a acomodar o morto, geralmente em decúbito lateral, ou seus restos esqueléticos já desarticulados, seguido de uma proteção através da deposição de blocos sobre o corpo, sendo posteriormente realizada uma fogueira acima do sepultamento. Justamente nos restos e cinzas das fogueiras é que os materiais arqueológicos estão concentrados, como materiais líticos e óxidos de ferro. Além destes materiais é muito freqüente a associação das fogueiras com restos de animais de pequeno porte. É muito provável que após o sepultamento do morto o grupo pré-histórico ficasse bastante tempo no sítio realizando cerimônias fúnebres. Neste período provavelmente eram consumidos animais de pequeno porte ao redor da

fogueira, atestado pela existência de traços tipicamente humanos e ossos pós-cranianos fragmentados e queimados como descrito por Queiroz (2002). Para o tratamento da carne e realização de fogo é muito provável que tenham sido utilizadas as lascas de sílex ou quartzo, também encontrados nestas fogueiras.

A prática de realização de fogueiras acima dos sepultamentos pode ser observada desde pelo menos 9400 ± 35 anos AP, data da sepultura 3, até 2620 ± 60 anos AP, data da sepultura 7. Alguns padrões, como o de assentar um bloco sobre o corpo em decúbito lateral pode ser observado em indivíduos adultos entre pelo menos 8280 ± 30 anos AP (sepultura 4) até 4160 ± 70 (sepultura 2). Estes padrões, ligados à ocupação de um mesmo espaço, indicam uma seqüência cultural pertencente a um grupo com fortes tradições passadas de geração em geração.

Provavelmente, durante a realização das várias covas encontradas no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, outros sepultamentos foram cortados pelos processos de escavação, como pode ser observado entre os enterramentos 4, 10 e 14. Estas interferências devem ter destruído parcialmente ou completamente alguns sepultamentos. Isto pode também ser a causa de, em alguns locais, ocorrerem apenas conjuntos de fragmentos de ossos.

O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre foi provavelmente revisitado para a realização de sepultamentos secundários, com o provável desenterramento dos restos mortais após os ossos já estarem totalmente desprovidos de carne. Estes ossos eram então rearranjados e enterrados novamente como observado no sepultamento 1, no qual há ossos de quatro indivíduos organizados ao centro de um agrupamento de blocos de biotita-xisto (**Figura 58**).

Todos estes fatores foram responsáveis por uma complexa disposição dos sedimentos, principalmente na área central do depósito arqueológico, onde há mais sepultamentos. Para ser possível uma reconstituição precisa dos períodos de maior densidade de enterramentos e das suas inter-relações torna-se necessária a datação absoluta de todos os sepultamentos, ou se possível, de todos os indivíduos, por AMS ^{14}C , pois devido aos constantes revolvimentos dos sedimentos observados, a datação ^{14}C de carvões associados pode conter erros, levando a análises imprecisas.

6.4. Análise da relação entre a ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e o vale do rio Carnaúba

Dentro da perspectiva da ecologia cultural, geoarqueologia e arqueologia ambiental, correntes teórico-metodológicas utilizadas neste estudo, o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre não pode ser analisado isolado de seu contexto ambiental e arqueológico. Neste tópico serão interpretados os fatores de ordem físico-natural que possivelmente influenciaram a ocupação pré-histórica do sítio arqueológico e do vale do Rio Carnaúba durante o Holoceno.

É necessário destacar que os dados não são auto-explicativos, mas sim proporcionam elementos para a formulação de níveis de interpretação. Desta forma a análise baseia-se na composição das informações e pressupostos teóricos utilizados, podendo ser limitada pelos próprios dados e métodos que nortearam o estudo. Através desta abordagem é possível chegar a proposições que sempre são passíveis de serem complementadas ou mesmo falseadas por meio do acesso a novas informações, além de novas abordagens metodológicas e técnicas que poderão revelar outros dados e outras dimensões não perceptíveis a partir do quadro teórico metodológico adotado.

6.4.1. Análise espacial

Os estudos arqueológicos dos modelos de assentamento são reconhecidos como um passo preliminar necessário para interpretações acerca das tendências demográficas e das dinâmicas sociais, políticas e religiosas das sociedades pré-históricas (TRIGGER, 1992). Further, Hartley e Vawser utilizando um sistema de informações geográficas em estudos sobre pinturas rupestre concluíram que é válida a investigação da posição das pinturas rupestres na paisagem como uma função dos processos de mudanças na demografia, estrutura de recursos e decisões econômicas (HYDER, 2005). Porém, como adverte Butzer (1984), os requisitos substanciais e socioculturais determinam respostas espaciais e temporais flexíveis, mais que estratégias humanas de assentamento bidimensionais estáticas. Portanto, a localidade e os padrões de um sítio necessitam de um enfoque probabilístico e não determinista.

6.4.1.1. Análise da localização do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre

Analisando a situação geomorfológica e topográfica em que o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre se encontra na paisagem é possível observar que trata-se de uma forma ressaltada, constituindo o que para Angelucci (2003) seria um elemento paisagístico notável (*landmark*), sobretudo sob o ponto de vista de quem procede das margens do Rio Carnaúba (**Figura 75**).



Figura 75: Vista geral do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre a partir do vale do Rio Carnaúba. Foto: Demétrio Mutzenberg.

Esta característica confere ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre um grande domínio visual de seu entorno (**Figura 76**). Esta feição pode estar de acordo com os estudos de inspiração fenomenológica que põe grande ênfase nas propriedades visuais dos marcos pré-históricos em termos de sua dimensão cênica e panorâmica, destacando assim sua

presença e provocando determinados efeitos e reações nos agentes sociais (VILLOCH VÁSQUEZ, 2001, apud SANJUÁN, 2005).



Figura 76: Panorâmica em 360° do domínio visual acima do abrigo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Foto: Demétrio Mutzenberg.

Um fator de caráter funcional que provavelmente influenciou na ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre é a existência de seu próprio depósito sedimentar. Como visto neste capítulo, a formação do depósito sedimentar ali confinado, ao que tudo indica, é bastante anterior às primeiras ocupações humanas naquele ponto da paisagem. Trata-se de um sítio com muitos sepultamentos humanos distribuídos em uma longa escala temporal. Provavelmente no Holoceno Inferior, após grandes eventos de remobilização de regolitos expostos durante vários períodos desde pelo menos o penúltimo máximo glacial, os solos jovens gerados posteriormente estariam bastante rasos e inseridos em um contexto de afloramentos das rochas supracrustais. Isto provavelmente ocasionou uma limitação do espaço para o sepultamento dos mortos, já que as áreas com a presença de sedimentos inconsolidados estariam restringidas aos terraços fluviais e rampas de colúvio, como é o caso do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Atualmente, por exemplo, a grande maioria das encostas, no vale do rio Carnaúba, são caracterizadas pela presença de Neossolos Litólicos com poucos centímetros de profundidade. Os terraços fluviais provavelmente não apresentavam nenhum atrativo para os rituais de sepultamento, já que assim poluiriam a própria água consumida pela comunidade e provavelmente o corpo seria rapidamente desenterrado após alguma enchente. Por tratar-se de um local protegido, o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre possuía condições ideais para a realização das práticas funerárias, atestado pela conservação dos vestígios arqueológicos até os dias atuais.

6.4.1.2. Análise do conjunto de sítios da Tradição Nordeste no vale do Rio Carnaúba

O Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre faz parte de um conjunto de sítios com a presença de pinturas rupestres relacionadas à Tradição Nordeste, Subtradição Seridó. Mesmo sem dados cronológicos para os momentos de realização destas pinturas é possível realizar uma interpretação diacrônica da sua distribuição espacial no vale do Rio Carnaúba, lembrando de seu caráter probabilístico e não determinista. Não deve ser esquecido ainda que o universo arqueológico é incompleto e vestigial, havendo a possibilidade de padrões estarem relacionados mais à processos tafonômicos do que culturais como alertado por Hyder (1995). Mesmo os sítios que foram preservados até os dias atuais, muitos ainda não foram encontrados ou devidamente cadastrados, havendo a necessidade de prospecções sistemáticas de forma a obter mais dados empíricos e assim renovar os dados sobre as ocupações pré-históricas da região.

Para este estudo foram utilizadas as coordenadas dos sítios arqueológicos prospectados durante esta pesquisa, além de localizações baseadas em dados do Núcleo de Estudos Arqueológicos da Universidade Federal de Pernambuco, e no artigo de Golmeier (1989) (**Tabela 5**). Foi totalizado um número expressivo de 22 sítios arqueológicos da Tradição Nordeste.

Os sítios arqueológicos foram plotados no sistema de informação geográfica criado para o vale do rio Carnaúba. Desta forma foi possível analisar como está arranjada a distribuição espacial da Tradição Nordeste naquele contexto arqueológico.

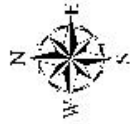
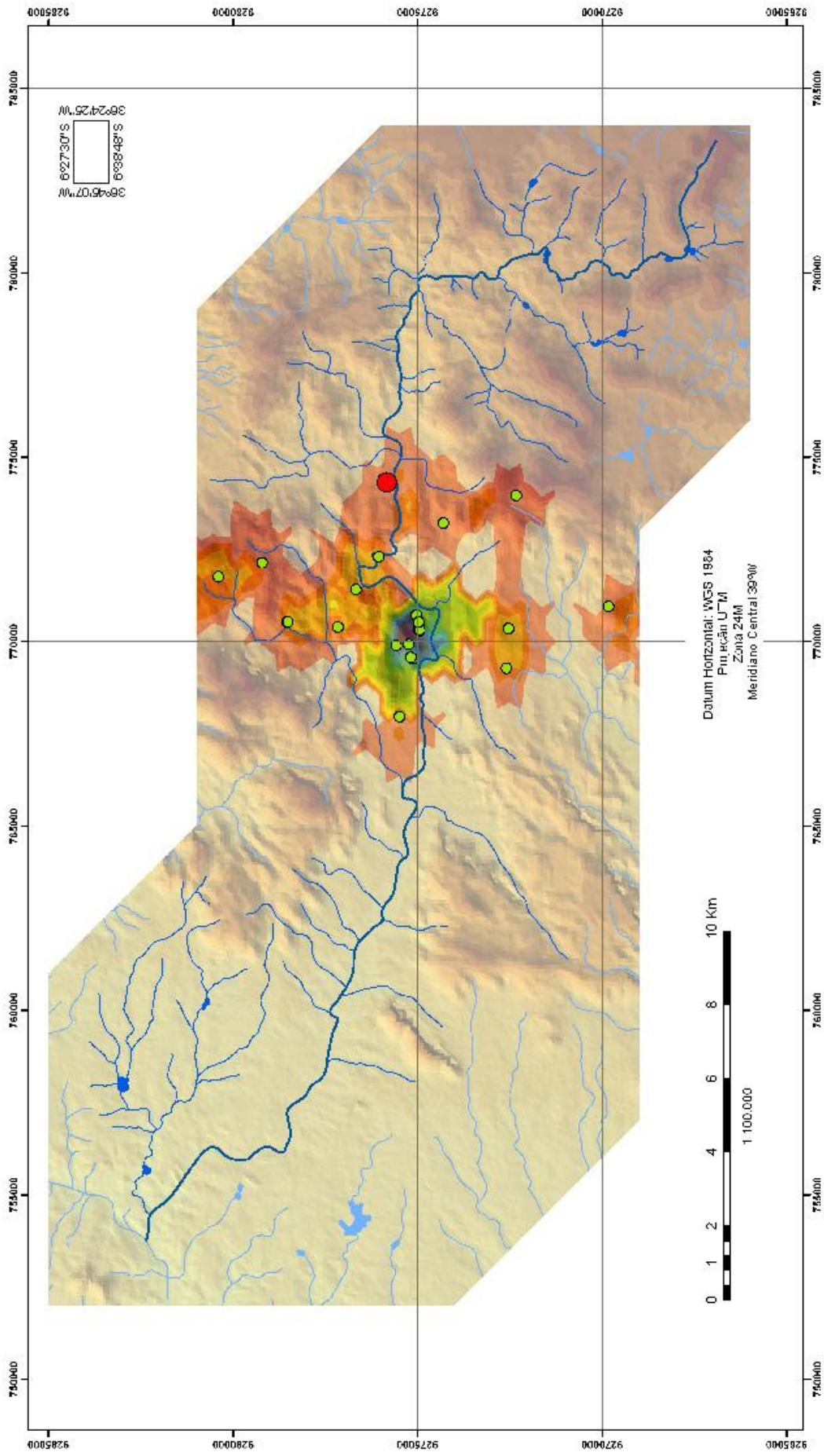
Baseada na técnica proposta por King para o mapeamento de densidade de sítios arqueológicos, no qual é contado o número de sítios inseridos em uma malha retangular de 1 km². A divergência entre o observado e os valores esperados dará uma medida quantitativa da distribuição concentrada ou não concentrada (incluindo dispersa) daquelas comunidades (WATSON, et al. 1974) (**Figura 77**).

Tabela 5: Sítios Arqueológicos da Tradição Nordeste evidenciados no vale do Rio Carnaúba. Fonte: Baseado em coordenadas de sítios visitados durante a pesquisa, em Golmeier (1989)* e no Acervo arqueológico do NEA-UFPE+. Zona UTM: 24M.

Sítio Arqueológico	E	N	Z
Casa Santa	771756	9280402	558
Curva do Rio*	772303	9276058	359
Furna do Messias	772143	9279216	581
Furna do Pau D'Arco+	769899	9275583	417
Furna do Pinhão Branco	770531	9278514	417
Furna dos Caboclos+	773956	9272330	562
Pedra do Alexandre	774318	9275838	414
Serrote das Areias	769274	9272600	374
Serrote do Reinado*	770349	9272533	384
Sibil*	771415	9276677	478
Sítio da Mão Redonda	770714	9275032	368
Talhado da Onça+	773216	9274307	375
Talhado das Pirogas	769533	9275128	394
Talhado do Gavião	770951	9269825	492
Talhado do Menalcas	769569	9275186	424
Toca do Marmeleiro	767964	9275490	365
Toca do Tatu	770397	9277162	366
Xique-xique I	769919	9275246	462
Xique-xique II	770297	9274956	423
Xique-xique III	770316	9274952	419
Xique-xique IV	770530	9274974	400
Xique-xique VIII	770387	9274986	417

É possível observar a grande concentração de sítios arqueológicos da Tradição Nordeste na área central do vale do rio Carnaúba. Esta disposição pode ser interpretada de várias formas.

A área de maior densidade de sítios está localizada próxima aos locais onde foram encontradas anomalias nas análises morfométricas (**Figuras 27, 28, 31 e 32**) e morfoestruturais (**Figuras 34 e 36**), relacionadas ali a um rebaixamento do nível de base levando ao acúmulo sedimentar ocasionado também pela estrutura discordante do canal principal do rio Carnaúba em relação às suas estruturas de relevo. Este dado pode ser indicativo da preferência dos grupos que ali habitaram pelas áreas sedimentares centrais do vale para a sua sobrevivência, relacionado assim a um padrão de ocupação ligado a uma provável maior concentração de espécies vegetais e animais próximos às áreas com maior disponibilidade hídrica como visto também no mapeamento hidrogeológico (**Figura 38**).



Legenda

- Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre
 - Sítios Arqueológicos da Tradição Nordeste
- | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 - 0,16 | 0,32 - 0,40 | 0,64 - 0,8 | 0,96 - 1,12 | 1,20 - 1,44 | 1,6 - 1,76 | 1,92 - 2,08 | 2,24 - 4,00 |
| 0,16 - 0,32 | 0,48 - 0,64 | 0,8 - 0,96 | 1,12 - 1,28 | 1,44 - 1,6 | 1,76 - 1,92 | 2,08 - 2,24 | |

Figura 77: Densidade de sítios arqueológicos da Tradição Nordeste por km² no contexto ambiental do vale do Rio Camacóba. Fonte: Baseado em dados do SUDENE (1972, 1982, 1985) e dados SRTM disponíveis no site Brasil em Relevo da Embroapa. [HTTR://www.relevo.cbce.embrapa.br/](http://www.relevo.cbce.embrapa.br/).

Esta concentração parece estar também ligada à localização da Formação Equador no contexto ambiental do vale do rio Carnaúba. A grande maioria dos sítios está inserida nesta formação geológica (**Figura 78**).

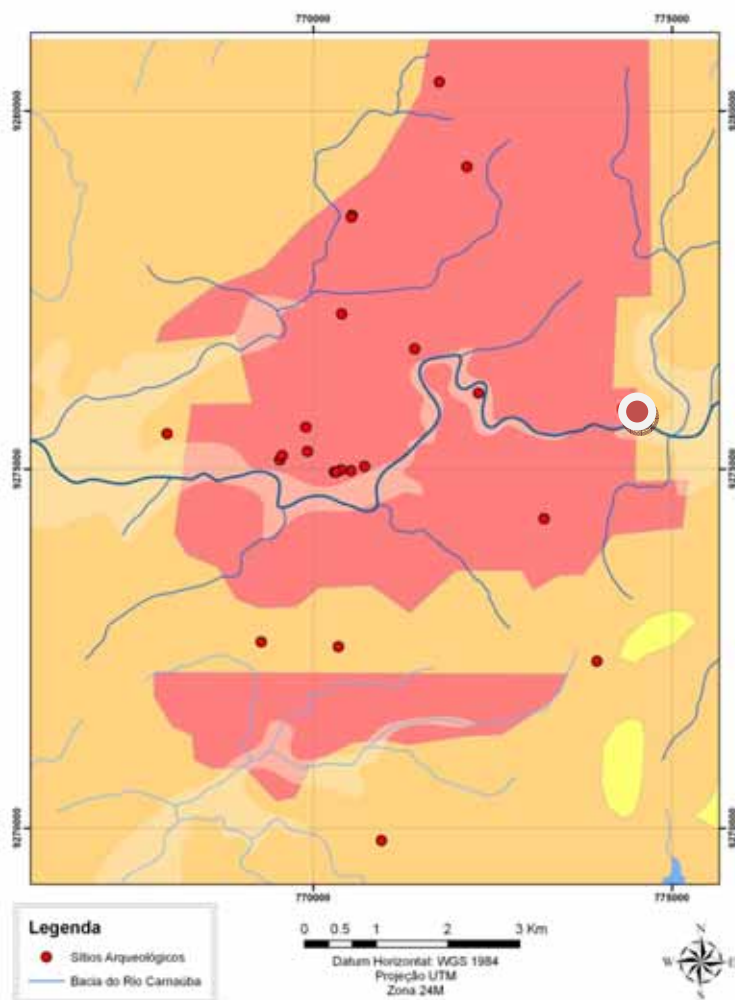


Figura 78: Distribuição espacial dos sítios arqueológicos da Tradição Nordeste em relação ao arcabouço geológico do vale do rio Carnaúba. *Fonte: Baseado em dados do CPRM (2000, 2005a).*

Esta disposição pode ser explicada pelo melhor resultado para a prática gráfica encontrada no suporte rochoso em quartzito que em biotita-xisto. Enquanto a primeira litologia é mais clara e mais resistente, a segunda é mais escura e mais friável, levando à difícil visualização das pinturas além de ocasionar uma menor preservação. Os abrigos também têm formas diferentes, mesmo tratando-se de encostas negativas, pois o quartzito, por ser mais resistente ao intemperismo que o biotita-xisto, geralmente apresenta uma forma côncava com proteção rochosa lateral (**Figuras 79 e 80**).

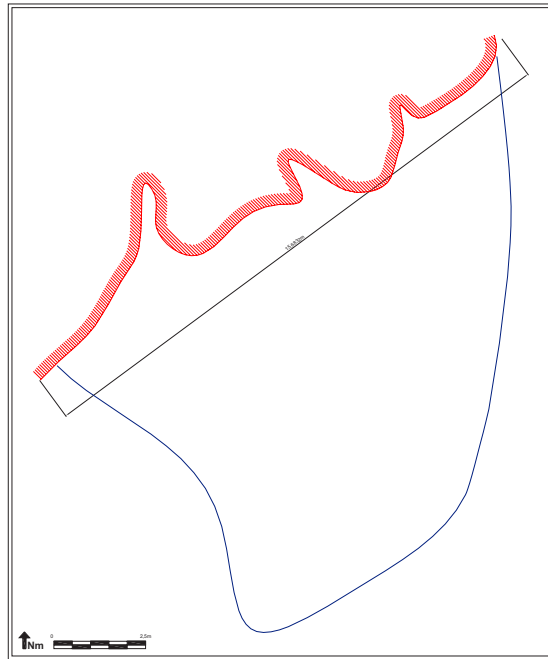


Figura 79: Planta- baixa do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, mostrando a relação entre o suporte rochoso e a parte abrigada do sítio.

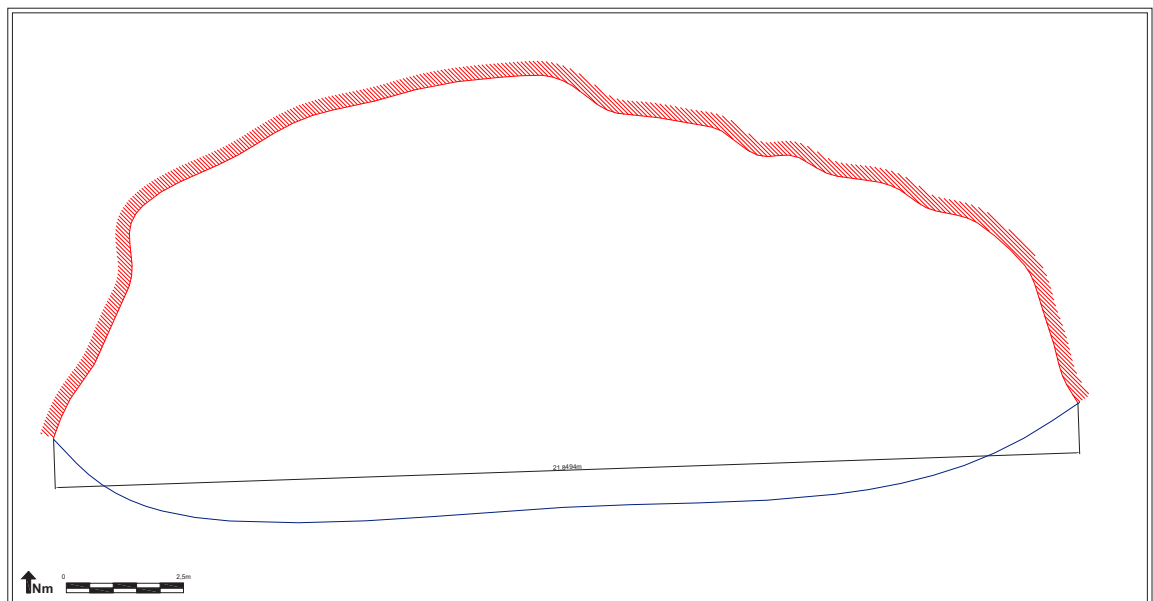


Figura 80: Planta- baixa do Sítio Arqueológico Xique-xique I, mostrando a relação entre o suporte rochoso e a parte abrigada do sítio.

Isto pode também ser explicado pela atuação dos processos de intemperismo sobre as diferentes litologias. Enquanto os sítios com pinturas realizadas sobre o quartzito geralmente apresentam ainda figuras com cores vivas e marcantes, não acontece o mesmo com o suporte em biotita-xisto, o caso do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre,

que encontra-se na Formação Seridó, porém muito próximo ao contato com a Formação Equador.

É possível ainda observar a influência marcante da rede hidrográfica do rio Carnaúba sobre a disposição dos sítios arqueológicos, provavelmente estando ligada à utilização das redes de drenagens como atuantes nos mecanismos de deslocamento destas populações.

Os sítios arqueológicos estão localizados em uma posição central, sobre a unidade geomorfológica dos maciços amplamente erodidos que se situam em uma área transicional entre duas unidades geomorfológicas maiores, o Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja, ladeando o vale do Carnaúba. Considerando esta concentração, infere-se uma intencionalidade na escolha espacial pelos grupos pré-históricos, possibilitando assim a exploração de dois ambientes distintos, vizinho à disponibilidade hídrica e em uma posição de menor vulnerabilidade geomorfológica (*geomorphic hazard*) (Figura 77).

Como não foram realizadas ainda escavações arqueológicas inseridas no contexto fluvial do rio Carnaúba, não foram ainda encontrados vestígios de acampamentos abertos destas populações. A ocorrência de depósitos relativos ao Holoceno Superior (Seção vertical LA) logo abaixo da área do Xique-xique, onde ocorre uma maior densidade de sítios arqueológicos, torna viável e necessária em futuras campanhas a pesquisa mais aprofundada da relação entre estas populações pré-históricas e a planície fluvial do vale do rio Carnaúba.

6.4.1.3. Análise de captação de recursos

Pela natureza de seus sistemas de aproveitamento de recursos e sua organização socioeconômica, as sociedades de caçadores-coletores mostram padrões de territorialidade móveis e abertos. Este caráter se manifesta na ausência de delimitações ou fronteiras estritas e permanentes, relacionada a uma mobilidade com distintas estratégias de exploração impostas pela concentração e variabilidade estacional dos recursos (SANJUÁN, 2005).

A análise de captação de recursos busca a reconstrução arqueológica dos meios de interação dinâmica entre um nicho arqueológico e uma determinada comunidade humana (SANJUÁN, 2005), sendo o modo mais viável para interpretar a localização espacial de sítios relacionados a sociedades de caçadores-coletores em relação ao seu ambiente circunvizinho.

Baseado no Princípio de Naismith, o qual pressupõe que um humano adulto em bom estado de saúde pode percorrer 5km de terreno em uma hora, e pelo modelo de Vita-Finzi, no qual a extensão do território de captação de recursos relacionada à grupos de caçadores-coletores seria de aproximadamente duas horas de caminhada (BUTZER, 1982), foi desenvolvido uma mapa hipotético de captação de recursos ligados ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre (Figura 81). Como o deslocamento em áreas planas não se dá da mesma forma que em áreas inclinadas, foi estabelecido como critério de análise também a declividade da área de estudo (Figura 25).

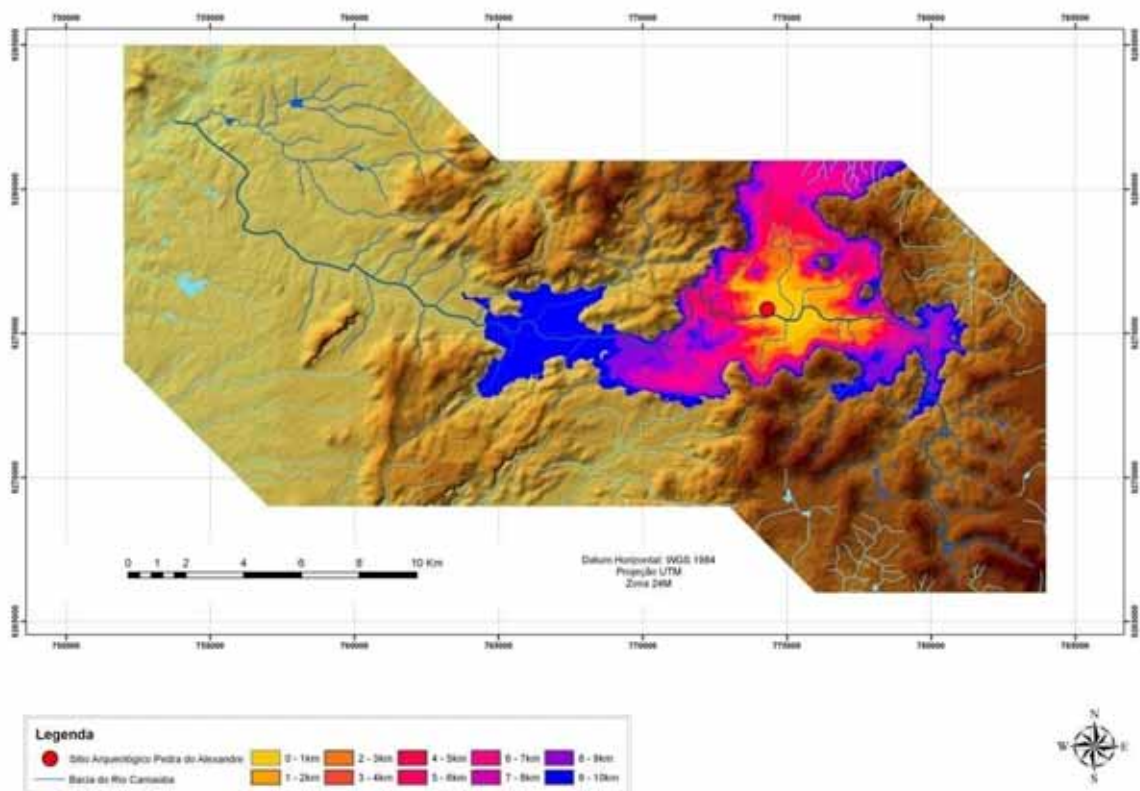


Figura 81: Análise de captação de recursos para o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre.

Essa análise, porém, está limitada por não se conhecer ainda as áreas relacionadas a acampamentos ligados ao cotidiano daquelas populações, sendo o Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre caracterizado por ser um cemitério, ligado assim a variáveis culturais e simbólicas não possíveis de mensurar através deste tipo de análise. No entanto é possível observar claramente a maior facilidade de deslocamento no vale do rio Carnaúba tomando como vias de passagem os cursos de água neste contexto geomorfológico encaixado.

Um dado bastante interessante é a relação do rio Carnaúba com os óxidos de ferro utilizados para a prática gráfica rupestre. Como visto anteriormente, Torres (1995) não conseguiu tecer correlações através de análises químicas entre os óxidos de ferro relacionados às pinturas e sepultamentos, além dos encontrados na escavação arqueológica com as jazidas encontradas na Serra do Forte, Serra do Gavião e Serra do Garrote, distantes até 6km do sítio, chegando à conclusão que as jazidas eram escolhidas aleatoriamente. Este fato pode ser explicado por conta do próprio rio Carnaúba ter sido a fonte destes óxidos, provavelmente remobilizados de diversas jazidas, e sobremaneira das crostas lateríticas que recobrem a Formação Serra dos Martins, tendo sido carreados e depositados ao longo de todo o vale (**Figura 82**). Esta hipótese também pode valer para os silixitos, encontrados na região apenas nesta formação geológica. A disponibilidade no próprio vale do Rio Carnaúba, a 250m do Sítio Pedra do Alexandre, das principais matérias primas de origem mineral encontradas nos níveis arqueológicos do mesmo, provavelmente foi um dos fatores levados em consideração para a ocupação da região.



Figura 82: Fragmentos de óxido de Ferro encontrados na barra fluvial do Rio Carnaúba, logo abaixo do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre. Abaixo: fragmentos com maior concentração de hematita e goethita. *Foto: Demétrio Mutzenberg.*

6.4.2. Análise da relação entre a ocupação do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e o paleoambiente do vale do rio Carnaúba

Ao longo dos períodos de ocupação pré-histórica no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, caberia perguntar quais os prováveis fatores ligados às características paleoambientais holocênicas do vale do rio Carnaúba que provavelmente tiveram influência para o estabelecimento de grupos humanos naquele local.

A análise das relações entre a ocupação humana no vale do rio Carnaúba e o seu contexto paleoambiental será, em grande parte, prejudicada pelos escassos dados cronológicos referentes ao Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, assim como para a Área Arqueológica do Seridó como um todo. O reduzido número de sepultamentos datados (sete) poderá fornecer apenas linhas gerais da ocupação do sítio arqueológico, porém, a partir deste trabalho poderão ser ampliadas as pesquisas abrindo um leque de possibilidades interpretativas.

Mesmo partindo desta ressalva, através da reconstituição paleoambiental do rio Carnaúba pôde-se chegar a dados ambientais cronologicamente referentes aos períodos de ocupação humana no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, o que não aconteceria se fosse analisado apenas o depósito arqueológico em si. Torna-se indispensável ressaltar que na elaboração de qualquer estudo não é possível esquivar-se dos dados. Neste estudo em particular, isto pôde ser observado pelas datações muito antigas do depósito arqueológico, dificultando assim a associação direta entre ocupação humana e episódios de soterramento dos vestígios. No entanto, só o fato de ampliar a compreensão de como o sítio foi formado, chegando à conclusão de ser praticamente ou totalmente nulo o soterramento natural dos vestígios arqueológicos no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, já se tem novos dados acerca da ocupação humana e sua relação com o sítio arqueológico em si e os rituais funerários desenvolvidos naquele ponto da paisagem.

Analisando a distribuição cronológica dos sepultamentos em relação aos episódios de deposição do rio Carnaúba (**Figura 83**) é possível visualizar distintos períodos de ocupação humana relativos a diferentes contextos ambientais expostos detalhadamente no item 5.4.

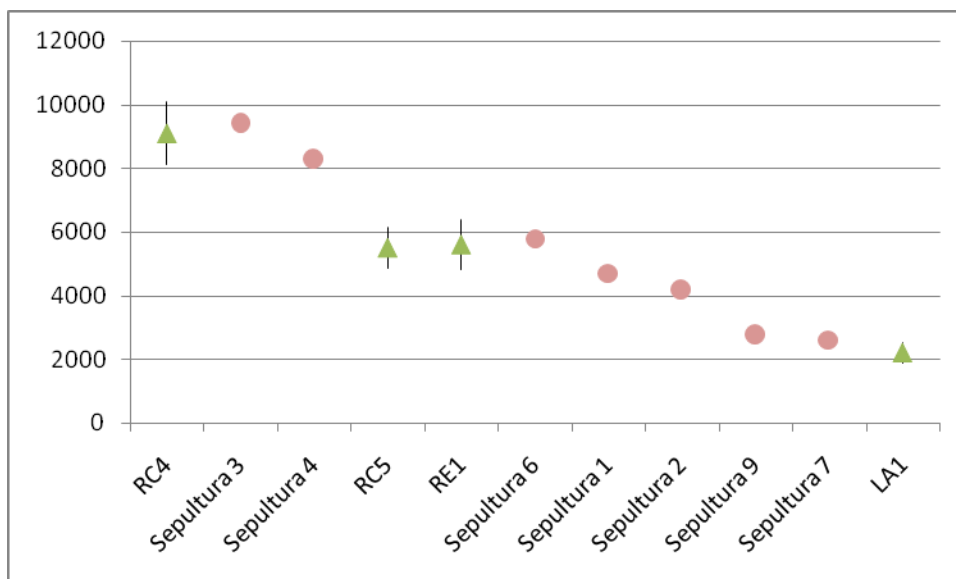


Figura 83: Distribuição cronológica entre os sepultamentos datados do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre e os episódios deposicionais do rio Carnaúba.

Como os dados cronológicos para os vestígios arqueológicos não dão suporte a uma interpretação quantitativa, relacionada a variações na densidade de sepultamentos no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre durante os períodos de ocupação pré-histórica, será proposta uma associação dos vestígios arqueológicos datados com o paleoambiente do vale do rio Carnaúba de modo a compreender quais condições ambientais deram suporte ao estabelecimento de populações pré-históricas durante sucessivos períodos naquele local.

Como observado, apenas quatro eventos de deposição datados do rio Carnaúba são contemporâneos aos períodos de ocupação humana, significando três momentos ambientais próximos, porém distintos.

Os primeiros vestígios de ocupação humana, entre 9400 ± 35 e 8280 ± 30 anos AP, estão inseridos no Holoceno Inferior, caracterizado no vale do rio Carnaúba por uma reumidificação generalizada após um evento seco provavelmente relativo ao *Younger Dryas* e pela existência de eventos de alto grau pluviométrico, porém provavelmente não bem distribuídos durante o ano. Este cenário inicial pode ter significado para as populações humanas que ali habitaram um cenário rico, porém instável. O rio Carnaúba, no entanto, por sua característica de reter água em seu lençol freático devido

à sua estruturação, como vistos nos itens 5.2. e 5.3., pôde provavelmente oferecer um apoio logístico em relação às áreas circunvizinhas durante épocas de estiagem.

É visível um hiato na ocupação humana entre aproximadamente 8000 e 6000 anos AP, porém isto pode ser ocasionado simplesmente pela falta de dados cronológicos para a ocupação do sítio. Isto pode estar também relacionado a um agravamento da semi-aridez durante este período tornando o vale impróprio à ocupação humana. Esta interpretação não parece estar de acordo com os dados analisados, porém, como explicitado anteriormente toda reconstrução de uma paleopaisagem é um recorte da totalidade constrangida pelos limites técnicos disponíveis e abrangência das metodologias empregadas. Desta forma o cenário que ora descrevemos é resultante de uma proposta analítica em bases geomorfológicas e sedimentológicas e que, portanto, tende a magnificar os eventos climáticos de ritmo cíclico ou unidirecional.

Três sepultamentos, datados entre 5790 ± 60 e 4160 ± 70 anos AP, são relativos ao Holoceno Médio. Este período no vale do rio Carnaúba está caracterizado por um clima ainda provavelmente úmido e quente e apontando para um possível reestabelecimento da cobertura vegetal. Durante este período o vale do rio Carnaúba oferecia condições bastante propícias à ocupação humana, pois o clima provavelmente estava mais estacional e regular permitindo um maior desenvolvimento de atividades lúdicas e simbólicas por parte dos grupos humanos. Associados a este período estão os sepultamentos envoltos em óxido de ferro e com enxovais funerários dotados de adornos de ossos em forma de pingentes, apitos e contas de colar. É interessante também lembrar que o esqueleto 2, datado em 4160 ± 70 anos AP apresenta a ocorrência de hiperostose porótica, ligada à deficiência de ferro no organismo. Este fato pode ser indicativo de uma menor disponibilidade de alimentos no final do Holoceno Médio, como pode também estar relacionado apenas a uma ocorrência individual da doença, sem influência para a análise da comunidade como um todo.

Os últimos dois sepultamentos datados, entre 2750 ± 40 e 2620 ± 60 anos AP, estão já inseridos cronologicamente no Holoceno Superior. Este período no vale do rio Carnaúba foi marcado por vários momentos de deposição e estabilização na paisagem ligada à formação de solos rasos nos terraços fluviais, provavelmente ligados a um ambiente

próximo ao atual. É bastante admissível que durante todo este período, relacionado possivelmente também à secas prolongadas durante a ocorrência de extensos eventos do tipo paleo-el-niño, o rio Carnaúba foi um local privilegiado em relação ao seu entorno. Isto se deve à sua característica de ser um vale encaixado, atuando como um refúgio em épocas de estiagens severas.

É interessante observar que as ocupações humanas no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre deram-se em um período bastante vasto, mesmo que possivelmente não contínuo, denotando assim a importância do vale do rio Carnaúba para a dinâmica dos grupos pré-históricos e sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais durante todos estes períodos de ocupação.

7. Conclusões

Baseado nos questionamentos levantados na problemática e a partir da análise realizada nesta pesquisa foi possível chegar à algumas proposições.

Ocorreram vários episódios de deposição no vale do rio Carnaúba pelo menos desde o último máximo glacial. Os eventos deposicionais ligados ao UMG estão relacionados provavelmente a um clima mais frio e seco com eventos sazonais de alto grau pluviométrico. A transição Pleistoceno-Holoceno foi marcada por apresentar um ambiente bem mais úmido, provavelmente ligado ao rápido aquecimento do planeta, havendo sinais do aumento da umidade e precipitação, com um provável estabelecimento de uma densa cobertura vegetal. Existiu provavelmente um período mais seco anterior ao limite Pleistoceno/Holoceno, provavelmente ligado ao evento *Younger Dryas*, caracterizado por um período de intenso resfriamento há 11.000 anos AP. No Holoceno Inferior houve uma súbita retomada da umidade, com a remobilização dos regolitos expostos através da atuação de eventos pluviométricos de grande magnitude. O Holoceno Médio, no vale do rio Carnaúba, foi caracterizado por um clima ainda provavelmente úmido e quente, ocasionando um aumento do intemperismo químico e um adensamento da cobertura vegetal. Durante o Holoceno Superior houve momentos de deposição e de estabilização na paisagem ligada à formação de solos rasos nos terraços fluviais. Este tipo de deposição pode significar a ocorrência de períodos de extrema aridez, talvez ligados a episódios do tipo El-Niño de longa duração, seguidos de períodos com muita precipitação decorrentes da retomada às condições de circulação normal.

A característica físico-natural do rio Carnaúba que mais deve ter atraído a atenção do homem pré-histórico é a sua capacidade de reter água em seu lençol freático. Isto acontece devido ao seu vale encaixado, à disposição discordante da drenagem em relação às estruturas de relevo e ocorrência de áreas rebaixadas provavelmente por neotectônica, gerando assim locais de estocagem de água e sedimentos nas regiões centrais do curso principal do rio Carnaúba. Isto o permitiu atuar como refúgio em períodos de estiagens severas. A sua localização em uma área transicional entre duas unidades geomorfológicas maiores, o Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja, permite a exploração de dois ambientes distintos, vizinho à disponibilidade hídrica e em

uma posição de menor vulnerabilidade geomorfológica pela existência de relevos de encosta negativa, utilizados pelo homem pré-histórico como abrigos, suporte preferencial para a realização das pinturas rupestres naquele ponto. Além destes fatores, a existência da Formação Serra dos Martins sob forma residual nos topos de morros, propiciou a disponibilidade de matérias-primas, sob a forma de sílexitos e óxidos de ferro, presentes no próprio curso do rio Carnaúba, devido à erosão e transporte fluvial.

A formação do depósito sedimentar do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre mostrou-se de origem bastante anterior às datas mais recuadas até agora conhecidas para a ocupação humana naquele local. Ele foi formado a partir de eventos de grande magnitude ocorridos pelo súbito aquecimento há 58000 anos AP, durante o último interstadial, e durante o último máximo glacial, a cerca de 18000 anos AP. Foi possível observar que a deposição natural das camadas foi perturbada pelas sucessivas ocupações humanas e pelos rituais de sepultamentos em pelo menos 6800 anos de ocupação, sendo possível afirmar que o depósito arqueológico Pedra do Alexandre é quase completamente formado por processos pós-deposicionais causados pelos rituais de sepultamentos executados pelos grupos humanos.

Como a deposição natural no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre ocorreu em períodos anteriores à ocupação humana, procurou-se relacionar os vestígios arqueológicos datados com as interpretações paleoambientais realizadas a partir dos depósitos de origem fluvial do rio Carnaúba. Pôde-se chegar à conclusão que as ocupações humanas no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre deram-se em um período bastante vasto, mesmo que possivelmente não contínuo, demonstrando assim sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais ocorridas durante o Holoceno. O momento provavelmente mais favorável para a ocupação humana esteve relacionado ao Holoceno Médio, ali caracterizado por um clima ainda provavelmente úmido e quente e apontando para um possível reestabelecimento da cobertura vegetal relacionado a um regime pluviométrico mais estacional e regular.

8. Referências bibliográficas

- ALVES, J. M. de P. & CASTRO, P. de T. A. (2003). Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do Rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. *Revista brasileira de Geociências* 33(2). São Paulo, p. 117-124.
- ALVIM, M. C. de M. e, UCHÔA, D. P., SILVA, S. F. S. M. da (1995-1996). Osteobiografia da população pré-histórica do abrigo Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas, RN. *Clio – Série arqueológica* n. 11. Recife: UFPE, p. 17-42.
- ANGELUCCI, D. (2003). A partir da terra: a contribuição da Geoarqueologia. In: MATEUS, J. & MORENO-GARCÍA, M. (eds.) (2003) *Trabalhos de Arqueologia 29. Paleoecologia Humana e Arqueociências: um programa multidisciplinar para a Arqueologia sob a tutela da cultura*. Lisboa, p. 35-103.
- BARRETO, A. M. F. (1996). Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia. *Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo*. Tese de doutorado.
- BEHLING, H. ARZ, H. W. PÄTZOLD, J. WEFER, G. (2000). Late quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. *Quaternary Science Reviews* 19, p. 981-994.
- BEZERRA, F. H. R. (1998). Neotectonics In Northeastern Brazil. University College London. Londres. Tese de doutorado.
- BINFORD, L. R. (1962). Archaeology as anthropology. In: *An archaeological perspective*. New York: Seminar Press, p. 20-32.
- BINFORD, L. R. (1983). Em busca do passado: a descodificação do registro arqueológico. Mem Martins: Publicações Europa-América.
- BROWN, A. G. (1997). *Alluvial geoarchaeology: floodplain archaeology and environmental change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BUTZER, K. W. (1982). *Arqueologia: uma ecología del hombre. Método y teoria para un enfoque contextual*. Ediciones Bellaterra S.A.
- CANTO, A. (1998). Caracterização geoarqueológica e paleoambiental do Sítio Arqueológico Furna do Estrago, Brejo da Madre de Deus-PE / Brasil. UFPE. Recife, dissertação de mestrado.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). *Geomorfologia*. Edgard Blücher, São Paulo.
- CLARK, J. G. D. (1952). *Prehistoric Europe: the economic basis*. Methuen. Londres.
- CLARKE D. L. (1984). *Arqueología Analítica*. Ediciones Bellaterra S.A.

CORRÊA, A. C. (2001). Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. Tese de doutorado.

CORRÊA, A. C. (2003). História geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, NE do Brasil: a perspectiva da etchplanação. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, V. 20, n.1. p. 16-24.

CORRÊA, A. C. (2005). A geografia física: uma pequena revisão de seus enfoques. In: Rios. Ano 1 n. 1. Paulo Afonso. p. 170-180.

CPRM. (2000). Carta geológica. Folha Jaguaribe-SE. SB.24-Z. Escala 1:500.000.

CPRM. (2005a). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Acari. CPRM/PRODEEM. Recife.

CPRM. (2005b). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Carnaúba dos Dantas. CPRM/PRODEEM. Recife.

DANTAS, E. L. VAN SCHMUS, W.R. HACKSPACHER, P.C., BRITO NEVES, B.B. (1995). Terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do Maciço Caldas Brandão na Província Borborema. In: SBG/ Núcleo Nordeste, Simpósio de Geologia do Nordeste, 16. Recife, p. 423-427.

DANTAS, E. L. (1992). Evolução tectono-magmática do maciço polidiapirico São Vicente-Florânia-RN. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Dissertação de mestrado.

DE OLIVEIRA, P. E. BARRETO, A.M.F. SUGUIO, K. (1999). Late Pleistoceno/Holocene Climatic and Vegetational History of the Brazilian Caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol 152 (3-4) p. 319-337.

DELLA FÁVERA, J. D. F. (2001). Fundamentos de estratigrafia moderna. EdUERJ. Rio de Janeiro.

DINCAUZE, D. F. (2000). Environmental archaeology: principles and practice. Cambridge: Cambridge University Press.

ETCHEBEHERE, M. L. & SAAD, A. R. (2003). Fácies e associações de fácies em depósitos neokuaternários de terraço na bacia do Rio do Peixe, região ocidental paulista. Geociências, v. 22, n. 1, p. 5-16.

ETCHEBEHERE, M. L. SAAD, A. R. FULVARO, V. J. PERINOTTO, J. A. De J. (2004). Aplicação do Índice "Relação Declividade-Extensão – RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de Deformações Neotectônicas. Revista do instituto de geociências – USP. V.4, n. 2, p. 43-56.

FOLK, R. L. WARD, W.C. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, n. 27, p. 3–26.

FONTES, M. A. F. (2003). A cerâmica pré-histórica da Área Arqueológica do Seridó (RN). Recife: UFPE. Dissertação de mestrado.

FUCHS, M. & WAGNER, G. A. (2005). The chronostratigraphy and geoarchaeology significance of an alluvial geoarchive: comparative OSL e AMS ¹⁴C dating from Greece. *Archaeometry* 47(4), p. 849-860.

GOLMEIER, V. A. (1989). Geomorfologia de alguns sítios pré-históricos do Seridó (RN). *Clio – Série arqueológica* n.5. Editora Universitária. Recife, p. 33-40.

GOUVEIA, S. E. M. et al. (2005). Palaeoenvironmental reconstruction (vegetation and climate) in the northeastern region of Brazil during the late Pleistocene and Holocene using carbon isotopes of soils. In: 5th International Conference on Isotopes, Bruxelas. *Proceedings of 5th International Conference on Isotopes, 2005*. v. 1, p. 341-346.

GUERIN, C. CURVELLO, M. A. FAURE, M. HUGUENEY, M. MOURER-CHAUVIRE, C. (1996). A fauna pleistocênica do Piauí (Nordeste do Brasil). *Relações paleoecológicas e biocronológicas*. Fundamentos, vol. 1, n° 1. São Raimundo Nonato, p. 55-103.

GUIDON, N. (2002). Contribuição ao estudo da paleogeografia da área do Parque Nacional Serra da Capivara. *Clio – Série arqueológica* n. 15. Recife: UFPE, p. 45-60.

HACKSPACHER, P. C. SILVA, C. SANTOS, J. (1986). A Geologia do Complexo Gnaisse-Migmatítico entre São Vicente e Florânia-RN; uma análise preliminar. In: XII Simp. Geol. Nordeste, João Pessoa. *Anais XII Simpósio Geol.Nord*, p. 252-269.

HARE, P. W. & GARDNER, I. W. (1989). Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: MORISAWA, M.; HACK, J.T (eds.) *Tectonic Geomorphology: Proceedings 15th. Annual Binghamton Geomorphology Simp.*, 1985. Boston: Unwin, p. 76-104.

HIRUMA, S. T. (1999). Neotectônica no planalto de Campos de Jordão. Instituto de Geociências-USP. São Paulo. Dissertação de mestrado.

HYDER, W. D. (2005). Locational analysis in rock-art studies. In: CHIPPINDALE, C. & NASH, G. (orgs.) *The figured landscapes of rock-art: looking at pictures in place*. Cambridge: Cambridge University Press.

IBGE, (2006). Carta hidrogeológica. Folha Caicó. SB.24-Z-B. Escala 1:250.000.

IDEMA (1999). Perfil do município de Carnaúba dos Dantas. Governo do Estado do Rio Grande do Norte.

IDEMA (2002). Perfil do estado do Rio Grande do Norte. Governo do Estado do Rio Grande do Norte.

INCRA, ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE & SUDENE (1985). Carta topográfica. SB.24-Z-B-VI-2-NE-B. Escala 1:10.000.

INCRA, ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE & SUDENE (1985). Carta topográfica. SB.24-Z-B-VI-2-NE-D. Escala 1:10.000.

JARDIM DE SÁ E. F. & SALIM J. (1980). Reavaliação dos conceitos estratigráficos na região do Seridó (RN-PB). *Mineração e Metalurgia*, n. 80, p. 16-28.

JOHANSON, M. (1999). Analysis of digital elevation data for paleosurfaces in South West Sweden. *Geomorphology*, v.26, p. 279-295.

JOHNSON, M. (2000). *Teoría Arqueológica: una introducción*. Barcelona: Editora Ariel SA.

KING, L. C. (1956). A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 18, p. 147-265.

KING, L. C. (1962). *The morphology of the earth*. Edinburgh: Olier & Boid.

LEDRU, M. P. (2006). Millenial-scale climatic and vegetation changes in a northern Cerrado (Northeast, Brazil) since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews* 25, p. 1110-1126.

LIAN, O. B. & ROBERTS, R. G. (2006). Dating the quaternary: progress in luminescence dating the sediments. *Quaternary Science Reviews* 25, p. 2449-2468.

MABESOONE, J. (1982). *Sedimentologia*. Recife: Editora Universitária.

MABESOONE, J. M. LOBO, H. R. C. (1980) Paleosols as stratigraphic indicators for the cenozoic history of neotheastern Brazil. *Catena* 7, p. 67-79.

MABESOONE, J. M. et al. (1972). Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 2 (3), p. 173-188.

MARTIN, G. (1982). Indústrias de pontas de projétil no Rio Grande do Norte. *Clio*, n. 5. Recife, UFPE, p. 81-90.

MARTIN, G. (1989). A sub-tradição Seridó de pintura rupestre pré-histórica do Brasil. *Clio – Série arqueológica* n.5. Recife: UFPE, p. 19-26.

MARTIN, G. (1995-1996). O cemitério Pré-histórico “Pedra do Alexandre” em Carnaúba dos Dantas, RN. *Clio – Série arqueológica* n. 11. Recife: UFPE, p. 43-58.

MARTIN, G. (1999). *Pré-história do Nordeste do Brasil*. Recife: UFPE.

MARTIN, G. (2003). Fronteiras estilísticas e culturais na arte rupestre da área arqueológica do Seridó (RN,PB). *Clio – Série arqueológica* n. 16. Recife: UFPE, p. 11-32.

MARTIN, G. & ASON, I. (2000). A Tradição Nordeste na arte rupestre do Brasil. *Clio – Série arqueológica* n. 14. Recife: UFPE, p. 99-109.

MARTIN, L. et al. (1993) Southern oscillation signal in South American paleoclimatic data of the last 7000 years. *Quaternary Research*, n. 39, p. 338-346.

MEDEIROS, T. (1973). Aspectos geopolíticos e antropológicos da história do Rio Grande do Norte. Natal: Imprensa Universitária.

MEDEIROS FILHO, O. de (1984). Índios do Açu e Seridó. Brasília: Senado Federal Centro Gráfico.

MORAIS NETO, J. M. e ALKMIM, F. F. (2001). A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. *Revista brasileira de Geociências* 31(1). São Paulo, p. 95-106.

MOURA J. R. da S. (2005). Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T. T. e CUNHA, S. B. da (orgs) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Bertrand Brasil, São Paulo.

MUTZENBERG, D. TAVARES, B. CORRÊA, A. C. (2005). A influência dos controles estruturais sobre a morfogênese e a sedimentação neógena na bacia do Rio Carnaúba (RN) e sua aplicação aos estudos geoarqueológicos do Seridó. *CLIO - Série Arqueológica (UFPE)*, v. 2, n. 19, p. 112-125.

MUTZENBERG, D. (2004). As pontas de projétil líticas do Seridó-RN: uma proposta de análise. In: *V Encontro Nordestino de História e V Encontro Estadual de História, ANPUH : Memória & História*, Recife.

PESSENDA, L. C. R. et al. (2004). Vegetation dynamics during the late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão State, northeastern Brazil, based on carbon isotopes in soil organic matter. *Quaternary Research*, n. 62, p. 183-193.

PESSIS, A. M. (1992). Identidade e classificação dos registros gráficos pré-históricos do Nordeste do Brasil. *Clio – Série arqueológica* n. 8. Recife: UFPE, p. 35-68.

PESSIS & MARTIN (2002). Área Arqueológica do Seridó, RN, PB: Problemas de conservação do patrimônio cultural. *Fundamentos* n.2. São Raimundo Nonato, p. 187-208.

QUEIRÓZ, A. N. (2002). Fauna de vertebrados do Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas, RN: uma abordagem zooarqueológica e tafonômica. *Clio – Série arqueológica* n.15. Editora Universitária. Recife, p. 267-282.

RAPP, G. & HILL, C.L. (1998). *Geoarchaeology: the earth-science approach to archaeological interpretation*. Chelsea, BrookCrafters.

RENFREW C. & BAHN P. (1993). *Arqueologia: Teorías, Métodos y Práctica*. Ediciones Akal. Madri.

- RIBEIRO, A. DE S. (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-SP. Tese de doutorado.
- SAADI, A. BEZERRA, F. H. R. COSTA, R. IGREJA, H. FRANZINELLI, E. (2005). Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C. R. de G. Et al. (eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 211-234.
- SALVADOR, E. D. & RICCOMINI, C. (1995). Neotectônica da região do alto estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). Revista Brasileira de Geociências 25(3), p. 151-164.
- SANJUÁN, L. G. (2005). Introducción al Reconocimiento y Análisis Arqueológico del Territorio. Ariel Prehistoria. Barcelona.
- SANT'ANNA NETO & NERY (2005). Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, C. R. de G. Et al. (eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 28-51.
- SANTOS, A. (1997). Paleopatologia do sítio pré-histórico Pedra do Alexandre - Carnaúba dos Dantas – RN – Brasil: avaliação epistemológica, radiológica e histopatológica. Recife: UFPE. Tese de doutorado.
- SHEPARD, F. P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: Journal Sedimentary Petrology, v. 24, p. 151-158
- SHREVE, R. L. (1966). Statistical law of stream numbers. Journal of Geology, 74(1), p. 17-37.
- SILVA, W. L. LEGRAND, J. M. XAVIER, R. P. (2000). Composição e evolução dos fluídos no depósito aurífero São Francisco, Faixa Serido, Província Borborema, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geociências, 30(4), p. 579-588.
- SILVA, F. H. B. B. et al (2002). Caracterização dos Recursos Naturais de uma Área Piloto do Núcleo de Desertificação do Seridó, Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Embrapa Solos. Rio de Janeiro.
- STEWART, J. H. (1955). Theory of Culture Change. University of Illinois Press, Urbana.
- STRAHLER, A. N. (1952). Dynamic basis of geomorphology. Geol. Soc. America bulletin, p. 923-938.
- SUDENE. (1972). Carta topográfica. Folha Picuí. SB.24-Z-B-VI. Escala 1:100.000.
- SUDENE. (1982). Carta topográfica. Folha Currais Novos. SB.24-Z-B-II. Escala 1:100.000.

SUDENE. (1985). Carta topográfica. Folha Jardim do Seridó. SB.24-Z-B-V. Escala 1:100.000.

SUGUIO, K. (1999). Geologia do quaternário e mudanças ambientais: passado + presente = futuro?. São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas Ltda.

TATUMI, S. H. (2003). A determinação do tempo geológico e arqueológico por ^{14}C e luminescência. Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo, FATEC-SP, v. BT/14, p. 5-7.

TINTELNOT, M. (1996). Holocene and Late Pleistocene climate changes and sea-level fluctuations in tropical northeastern Brazil: evidence from marine Clay mineral records. Jahrestagung der DTTG Freiberg. p. 72-88.

TOLEDO, M. C. M. OLIVEIRA, S. M. B. de MELFI, A. J. (2005). Intemperismo e formação do solo. In: SOUZA, C. R. de G. Et al. (eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 139-166.

TORRES, A. C. (1995). O sítio pré-histórico rupestre Pedra do Alexandre em Carnaúba dos Dantas, RN: estudo dos pigmentos. Recife: UFPE. Dissertação de mestrado.

TRIGGER, B. (1992). Historia del pensamiento arqueológico. Barcelona: Hurope SA.

VALLE, R. M. (2003). Gravuras pré-históricas da Área Arqueológica do Seridó potiguar/paraibano: um estudo técnico e cenográfico. Recife: UFPE. Dissertação de mestrado.

VITTE, A. C. (2001). Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. Terra Livre, n°16. São Paulo, p. 11-24.

WATSON P. J., LEBLANC, C, REDMAN, C. (1974). El método científico en arqueología. Madrid: Alianza Universidad.