



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

DIOGO CAVALCANTI GALVÃO

**EVOLUÇÃO DO PALEOAMBIENTE E DA PAISAGEM QUATERNÁRIAS NO  
SUDESTE DO PIAUÍ**

Recife

2019

DIOGO CAVALCANTI GALVÃO

**EVOLUÇÃO DO PALEOAMBIENTE E DA PAISAGEM QUATERNÁRIAS NO  
SUDESTE DO PIAUÍ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Arqueologia.

**Área de concentração:** Geoarqueologia.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa.

Recife

2019

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

G182e Galvão, Diogo Cavalcanti.  
Evolução do paleoambiente e da paisagem quaternárias no Sudeste do Piauí /  
Diogo Cavalcanti Galvão. – 2019.  
145 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de  
Pós-Graduação em Arqueologia, Recife, 2019.  
Inclui referências.

1. Arqueologia. 2. Geologia arqueológica. 3. Arqueologia ambiental. 4. Parque  
Nacional da Serra da Capivara (PI). I. Corrêa, Antônio Carlos de Barros  
(Orientador). II. Título.

930.1 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2021-188)

DIOGO CAVALCANTI GALVÃO

**EVOLUÇÃO DO PALEOAMBIENTE E DA PAISAGEM QUATERNÁRIAS NO  
SUDESTE DO PIAUÍ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Arqueologia

Aprovada em: 09/08/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº. Dr. Antônio Carlos de Barros Correa (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Dr. Demétrio da Silva Mützenberg (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Drº. Bruno de Azevêdo Cavalcanti Tavares (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Dr. Osvaldo Girão da Silva (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Antônio Carlos, por sua competência, atenção, otimismo e disponibilidade quando eu mais precisava. Por acreditar em mim desde a graduação e respeitar meu tempo e limitações.

Ao professor e coordenador do programa de pós-graduação em Arqueologia Demétrio Mutzenberg, por me receber bem e me apresentar o fantástico Parque Nacional da Serra da Capivara. Além das conversas descontraídas nas horas vagas.

A todo o corpo docente e técnico do Programa de Pós-graduação em Arqueologia, por me receberem e estarem sempre dispostos a debater o tema tão polêmico dentro da arqueologia. Agradeço em especial a secretária Luciane, sempre atenta e acessível.

Ao professor Júlio Paisani e a técnica de laboratório Sani Paisani, pelo estágio na UNIOESTE e toda receptividade e atenção que tiveram durante minha estadia. Por me ensinar o método que desenvolvi nesta Tese.

Aos professores Bruno Tavares e Osvaldo Girão pelas contribuições durante o exame de qualificação. Além das conversas amistosas no departamento e GEQUA.

Aos técnicos do Paleolab Yumi e Rudah, pela disposição e simpatia quando precisei usar as instalações do laboratório coordenado pela professora Alcina Magnólia, a qual agradeço pela permissão de uso.

Aos amigos que conquistei durante este caminho, em especial Nicodemos, Mário e Francisco. Amigos de conversar e debates, aprendi muito sobre arqueologia com estes!

Aos amigos do GEQUA, pelas brincadeiras, cafés, conversas e sobretudo pelo espírito de equipe que existe naquele ambiente, que isto jamais se acabe. Agradeço especialmente a Carla e George, pelo auxílio no desenvolvimento dos produtos e por me encorajarem.

A minha família, por falarem do orgulho (descabido) que sentem por mim, mas que me fazia dar sempre mais um passo, mesmo quando eu não achava que era capaz.

Em especial a meu pai Jofili e minha mãe Etiene, por pavimentarem o caminho que escolhi.

A minha segunda família, minha sogra Socorro, sogro Wellington e cunhado Felipe, por respeitarem minha ausência, silêncio e a completa falta de educação de fazer as refeições e me retirar para concluir meus estudos.

A minha amada companheira Ana Maria, por entender que eu estaria ausente física e mentalmente por tanto tempo, por acreditar em mim até mesmo quando eu duvidava. Aqui não conseguirei demonstrar meu agradecimento em plenitude.

A todos, muito obrigado.

## RESUMO

Este trabalho busca analisar o paleoambiente e a posteriori a paisagem, que subsidiavam as ocupações pré-históricas da porção sudeste do Piauí, mais especificamente no atual Parque Nacional da Serra da Capivara e seu entorno. Para tanto, a abordagem seguiu critérios relacionados a geoarqueologia e a arqueologia ambiental. Contudo, fora necessário o uso de ciências propedêuticas, como a Geomorfologia para criar um arcabouço factível das proposições evolutivas da paisagem, além de técnicas *multi proxys* para que a partir de posições empiristas, estas proposições fossem refinadas. A principal técnica apresentada por este trabalho se volta a análise da paleovegetação, focando então no método fitolítico, o fitólito (biomineral de sílica amorfa) fornece dados de grande valia para a composição de um cenário físico geográfico durante a transição Pleistoceno/holoceno, correlacionando-os a teoria do Refúgio. A partir da análise espacial das variáveis geofísicas em cruzamento com evidências de ocupação pré-histórica, foi possível interpretar a formação de paleoambientes e paleopaisagens. Sendo estas, fatores de pressão na ocupação do PNSC. Assim, foram descritos por períodos os climas e ambientes estabelecidos nos compartimentos geomorfológicos do relevo Cuestiforme.

**Palavras-chave:** Geoarqueologia. Fitólitos. Parque Nacional da Serra da Capivara. Reconstrução Paleoambiental.

## ABSTRACT

This paper tries to analyze the paleoenvironment and later the landscape, which subsidized the prehistoric occupations of the southeast portion of Piauí, more specifically in the current Serra da Capivara National Park and its surroundings. To this end, the approach followed criterion related to geoarcheology and environmental archeology. However, it had been necessary propaedeutic sciences, such as Geomorphology, to create a feasible framework for landscape evolutionary propositions, as well as multi proxys techniques to refine these propositions from empiricist positions. The main technique presented by this paper is the analysis of paleovegetation, focusing on the phytolythic method, the phytolite (biomineral of amorphous silica) provides valuable data for the composition of a physical geographical scenario during the Pleistocene/holocene transitions, correlating them to the refuge theory. From the spatial analysis of the geophysical variables in crossing With evidence of prehistoric occupation, it was possible to interpret the formation of paleoenvironments and paleolandscape. These being pressure factors in the occupation of the PNSC.

**Keywords:** Geoarcheology. Phytolites; Serra da Capivara National Park. Paleoenvironment reconstruction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Mapa de Localização do PNSC e sítios estudados.....	16
Figura 2 –	Fitólitos observados em lente de aproximação em 100x....	42
Figura 3 –	Tipos de fitólitos encontrados na Chloridoideae.....	43
Figura 4 –	Tipos de fitólitos encontrados na Poaceae .....	43
Figura 5 –	Bulliform e Enlogate.....	44
Figura 6 –	Mapa Geológico do PNSC.....	49
Figura 7 –	Mapa Hipsométrico do PNSC.....	50
Figura 8 –	Mapa das unidades da paisagem em escopo no PNSC....	52
Figura 9 –	Escarpa e depósitos de talus na borda do PNSC.....	53
Figura 10 –	Concentração de sítios no <i>front</i> do PNSC.....	54
Figura 11 –	Vegetação úmida próxima aos paredões.....	55
Figura 12 –	Planta baixa das escavações do sítio da Toca do Meio....	56
Figura 13 –	Grande do abrigo do Sítio da Toca do Meio.....	57
Figura 14 –	Mapa de concentração dos sítios e sua relação topográfica.....	59
Figura 15 –	Paleovoçoroca preenchida no abrigo do sítio Toca do Gongo III.....	60
Figura 16 –	Afloramento de Calcário metamórfico na margem do PNSC.....	62
Figura 17 –	Entrada da caverna no morro do Garrincho .....	63
Figura 18 –	Planta baixa da escavação do sítio da toca do Gordo Garrincho .....	64
Figura 19 –	O abrigo da Toca da Janela do Antônio e seu espesso pacote coluvial .....	65
Figura 20 –	Planta baixa do sítio da Toca da Janela do Antônio .....	66
Gráfico 1 –	Gráfico de ausência de vestígios de ocupação .....	69
Tabela 1 –	Escala qualitativa do grau de seleção .....	75
Tabela 2 –	Escala qualitativa do grau de assimetria.....	75
Quadro 1 –	Classificação de arredondamento e esfericidade .....	75
Figura 21 –	Perfil de coleta sedimentológica .....	77

Figura 22 –	Localização dos sítios em distintos compartimentos geomorfológicos cuestiformes .....	81
Figura 23 –	Distribuição Granulométrica do Gongo III.....	84
Figura 24 –	Deposição diferencial longitudinal do horizonte orgânico...	85
Figura 25 –	Perfil estratigráfico do Sítio do Gongo III .....	86
Figura 26 –	Descrição granulométrica do Sítio do Gongo III .....	87
Figura 27 –	Distribuição Granulométrica do Sítio Toca do Sítio do Meio .....	88
Figura 28 –	Perfil estratigráfico do Sítio da Toca do Meio .....	90
Figura 29 –	Descrição granulométrica do Sítio da Toca do Meio.....	91
Figura 30 –	Distribuição Granulométrica do Sítio da Toca da Janela da Barra do Antônio .....	92
Figura 31 –	Perfil estratigráfico do Sítio da Toca da Barra da Janela do Antônio .....	93
Figura 32 –	Descrição granulométrica do Sítio Toca da Janela da Barra do Antônio .....	95
Figura 33 –	Distribuição Granulométrica do Sítio do Gordo Garrincho	96
Figura 34 –	Perfil estratigráfico do Sítio da Toca do Gordo Garrincho .....	97
Figura 35 –	Descrição granulométrica do Sítio do Gordo Garrincho .....	99
Gráfico 2–	Gráfico de concentração relacional das amostras do Sítio do Gongo III .....	101
Figura 36 –	Fitólitos alterados física e quimicamente respectivamente .....	102
Figura 37 –	Concentração de morfotipos encontrados no perfil do sítio do Gongo III .....	103
Figura 38 –	Distribuição de morfotipos por camadas deposicionais do Sítio do Gongo III .....	103
Figura 39 –	Morfotipos encontrados no Sítio do Gongo III .....	104
Figura 40 –	Complexo de gráfico dos índices ambientais do sítio do Gongo III .....	104

Figura 41 –	Concentração de morfotipos encontrados no perfil do Sítio do Meio .....	106
Figura 42 –	Distribuição de morfotipos por camadas deposicionais do Sítio do Meio .....	107
Figura 43 –	Morfotipos encontrados no Sítio do Meio .....	108
Figura 44 –	Complexo de gráficos dos índices ambientais do sítio do Meio .....	108
Tabela 3 –	Datações obtidas pelo método LOE .....	110
Figura 45 –	Posicionamento da amostra T.J.B.A. 60 na curva de temperatura para o Hemisfério sul .....	114
Figura 46 –	$\Delta O_{18}$ na Amazônia oriental e possíveis picos de precipitação (círculos pretos) .....	115
Figura 47 –	Localização cronológica da janela de erro das amostras do Sítio do meio .....	116
Figura 48 –	Composição granulométrica das camadas inferiores do sítio do Meio .....	118
Gráfico 3 –	Gráfico de concentração de $\delta^{18}O$ , tendência decrescente e picos negativos indicam aumento de precipitação .....	118
Figura 49 –	Localização cronológica da janela de erro das amostras do Gongo III e Toca da Janela da Barra do Antônio .....	120
Figura 50 –	Localização das datações na camada orgânica .....	121
Figura 51 –	Localização cronológica da janela de erro da amostra da Toca do Gordo Garrincho .....	125
Figura 52 –	Representação da distribuição granulométrica do Sítio do Gordo Garrincho .....	126
Figura 53 –	Localização cronológica da janela de erro da amostra da Toca do Gongo III e Gordo Garrincho .....	127
Figura 54 –	Distribuição cronológicas e espaciais das ocupações do PNSC .....	129

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO GERAL.....	16
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1	PRÉVIA DE RELAÇÃO HOMEM E NATUREZA.....	20
2.2	REVISANDO O CONCEITO DE PAISAGEM NA “GEO- ARQUEOLOGIA”.....	23
2.3	GEOMORFOLOGIA À DISPOSIÇÃO DO TEMPO.....	28
2.4	A VEGETAÇÃO A DISPOSIÇÃO DO ESPAÇO.....	36
<b>2.4.1</b>	<b>Fitólitos.....</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL DO PARQUE DA SERRA DA CAPIVARA .....</b>	<b>47</b>
3.1	O FRONT DENSAMENTE OCUPADO.....	53
<b>3.1.1</b>	<b>Sítio do Meio .....</b>	<b>55</b>
3.2	REVERSO DISSECADO (450m).....	58
<b>3.2.1</b>	<b>Toca do Gongo III.....</b>	<b>60</b>
3.3	ESTRUTURAS CARSIICAS EM CALCÁRIO CRISTALINO.....	61
<b>3.3.1</b>	<b>Toca do Gordo do Garricho.....</b>	<b>63</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Sítio Toca da Janela da Barra do Antonião.....</b>	<b>64</b>
3.4	ANTECEDENTES PALEOAMBIENTAIS.....	66
<b>4</b>	<b>MÉTODOS E TÉCNICAS .....</b>	<b>72</b>
4.1	QUANTO AOS EVENTOS DEPOSICIONAIS.....	73
4.2	QUANTO A PALEOVEGETAÇÃO .....	76
4.3	QUANTO A PALEOSUPERFÍCIE .....	79
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>81</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRATIGRÁFICA E SEDIMENTOLÓGICA DOS SÍTIOS.....	82
<b>5.1.1</b>	<b>Sítio Toca do Gongo III.....</b>	<b>83</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Sítio Toca do Sítio do Meio.....</b>	<b>88</b>

5.1.3	Toca da Janela da Barra do Antônio.....	92
5.1.4	Sítio da Toca do Gordo Garrincho.....	96
5.2	CARACTERIZAÇÃO FITOLÍTICA.....	100
5.2.1	Análise de fitólitos do Sítio da Toca do Gongo III .....	101
5.2.2	Análise de fitólitos do Sítio da Toca do Sítio do Meio .....	105
5.3	DATAÇÕES POR LOE E CORRELAÇÕES CRONOLÓGICAS.....	109
6	<b>DO MEIO FÍSICO À PAISAGEM DO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CAPIVARA .....</b>	<b>113</b>
6.1	SÍNTESE DA EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CAPIVARA.....	130
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>133</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>136</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A arqueologia se debruça, mormente, sobre dados retirados da superfície terrestre, em um pouco profundo arranjo de sedimentos e/ou de solo. Portanto, os artefatos arqueológicos estão intimamente ligados aos componentes físicos e as alterações químicas/físicas que arquitetam a paisagem. Esta subordinação entre as paisagens naturais e os estudos arqueológicos, fica mais clara particularmente na arqueologia pré-histórica, estabelecendo uma necessária afinidade entre esta disciplina arqueológica e as geociências. Segundo Angelucci (2003) esta afinidade culmina em um *background* metodológico e uma versatilidade em recolher e interpretar informações tanto no campo físico-natural como no campo arqueológico.

Desta forma, se torna fundamental analisar a organização da paisagem com o intuito de entender a escolha de um certo local para a ocupação, pois, o sistema de povoamento está sempre ligado a parâmetros econômicos (recurso vegetal, animal, mineral e hidrológico), territoriais (como visibilidade) e paisagísticos (pontos notáveis do terreno). Em paralelo, a modificação da paisagem, de gênese natural ou antrópica, também deve constar da pauta do pesquisador, uma vez que processos pós-deposicionais podem interferir sobre a tentativa de entendimento das paisagens passadas. Assim, o estudo dos modelados geomorfológicos e seus elementos agregam acurácia às investidas de reconstrução ambiental para fins arqueológicos.

A análise das formas do relevo, na busca da compreensão dos aspectos morfológicos da topografia e da dinâmica responsável pela esculturação da paisagem, ganha relevância mediante o auxílio que oferece ao entendimento do modelado terrestre, como elemento do sistema natural e condicionante da atividade humana e seus arranjos espaciais.

Do ponto de vista sistêmico, abordando mais fortemente os processos, o papel do tempo na modelagem dos eventos formadores da paisagem geomorfológica vai se readequando em sua compreensão, pois há uma necessidade na articulação entre as escalas espaço-temporais para cada fenômeno ou evento do qual se busca entendimento. Porém, quando se estuda o histórico da dinâmica geomorfológica atuante em um dado local, um grande número de variáveis físicas se apresenta, podendo exercer um papel imprevisível no desencadear de eventos formativos.

Na arqueologia, o ramo que se volta sobre a aplicação desta abordagem é a geoarqueologia, onde a partir da compreensão eco-fisiográfica do território, busca-se averiguar os critérios de escolha de localização dos assentamentos e suas representações espaciais, encontrando ou não relações com alguma característica específica da paisagem física. As diversas técnicas utilizadas neste âmbito possibilitam reconstruir as dinâmicas de formação do modelado, bem como investigar os processos responsáveis pela sua transformação e a escala temporal que esculpiu suas morfologias (ANGELUCCI, 2003).

Então, estudar a paisagem, sob o enfoque geoarqueológico, condiciona a pesquisa não apenas na convicção de que as dinâmicas culturais deixam marcas, assinaturas, legíveis e interpretáveis a partir dos “geoconceitos”, mas também busca estabelecer as relações de fundo econômico dadas pelo tratamento possibilista acerca da adaptabilidade dos povos pré-históricos na escolha dos espaços.

Ainda assim, os estudos sobre as paleopaisagens, realizados a partir da exumação deliberada de um dado espaço, apresenta limitações metodológicas. Essas devem estar no cerne do problema levantado pelo arqueólogo, pois, a paisagem é um ente de grande dinâmica e variabilidade, nada nela é fixo, e a dialética entre a sociedade e a paisagem é bastante volátil, visto que mudanças culturais não são condições absolutas para mudanças da paisagem e que mudanças de cunho ambiental podem constituir causas não necessárias, mas suficientes para desencadear mudanças econômicas/culturais nas populações pré-históricas. Assim sendo, os elementos temporais e espaciais assim como refletidos na paisagem são peças fundamentais para a recomposição do quebra-cabeças a ser abordado por esse trabalho.

O tempo integra o rol de métodos geomorfológicos aplicados nesta tese, tanto com base no uso de datações absolutas dos eventos deposicionais, quanto na avaliação estratigráfica dos testemunhos sedimentares (arqueológicos e naturais). As dinâmicas espaciais, por seu turno, serão abordadas a partir dos estudos da paleovegetação, condicionante protagonista na economia e territorialidade paisagística pré-histórica.

Quanto a investigação voltada a paleovegetação, a abordagem selecionada foi o emprego das análises fitolíticas. Apesar de não trazer a resposta quanto a espécie que cobriria a superfície Pleisto/holocênica da área de estudo, os fitólitos podem

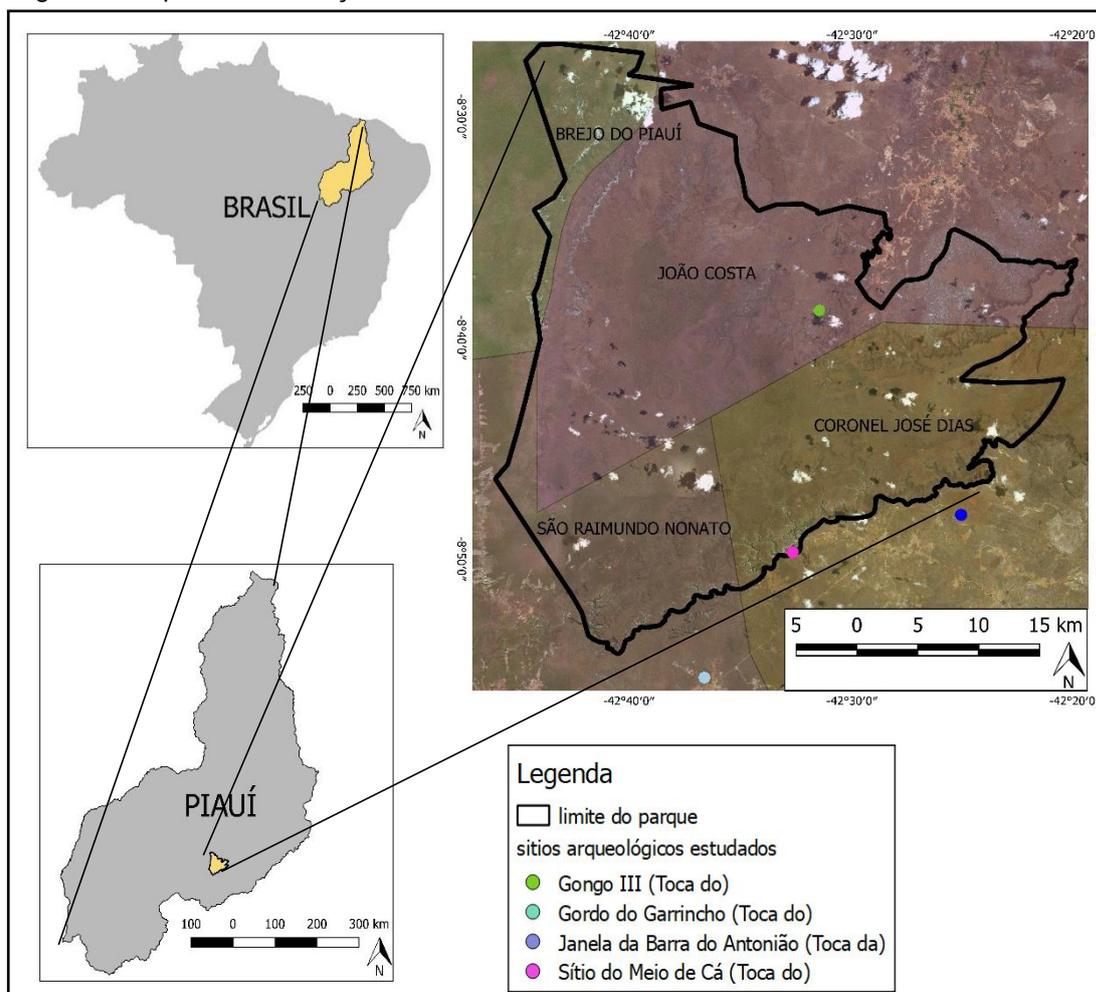
responder questões da evolução da dinâmica ambiental. Enquanto a distribuição vertical das concentrações dos biomínérios podem indicar traços de paleosuperfície, os morfotipos tanto podem ser analisados a partir de índices que apontam a adaptação da paisagem para os *inputs* climáticos, quanto podem fornecer o mosaico fitogeográfico que um dado local estaria subordinado.

O Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC) e seu entorno é o cenário perfeito para o emprego desta abordagem. As suas particularidades mesológicas proporcionam a existência de um mosaico de áreas de exceção mais úmidas em meio a um contexto predominantemente semiárido. Esta configuração possibilitou o adensamento de ocupações pré-históricas, traduzindo um *ITK (Indigenous Technical Knowledge)* (GOLDMAN; LOVELL, 2017) de um momento que existia baixa capacidade técnica de intervenção humana na paisagem.

Assim, os sítios das bordas do PNSC, apesar de fora do limite administrativo do Parque Nacional, farão parte da área de estudo da presente tese. A seleção destes sítios externos foi formulada a partir do entendimento que estes estariam dentro do complexo espaço-funcional do Boqueirão da Pedra Furada (LA SALVIA, 2006). Complexo de sítios localizados na principal concentração de sítios da Serra da Capivara.

Para a aplicabilidade desta abordagem foram selecionados 4 sítios em 3 setores morfológicos distintos, mas que apresentam certa concentração de sítios arqueológicos, sendo interpretados como uma ocupação e fazendo parte de uma zona econômica segundo as ideias de Binford (1982).

Figura 1: Mapa de Localização do PNSC e Sítios Estudados.



Fonte: Autor, 2018.

Portanto, as hipóteses desta pesquisa estão estruturadas sobre a possibilidade de correlacionar atributos ambientais (físico/químicos) a atributos antrópicos (arqueológicos), com vistas a embasar a interpretação das dinâmicas paleoambientais que ocorreram em concomitância com a ocupação humana pré-histórica de um setor do PNSC, a partir do pleistoceno superior.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver análise paleoambiental a partir de áreas geomorfológicas distintas do Parque Nacional da Serra da Capivara e correlaciona-las às ocupações pré-históricas ocorridas entre o pleistoceno superior e o Holoceno, utilizando os fitólitos como indicadores paleoambientais. Esses bioindicadores serão aplicados aos sítios Toca do Sítio do Meio, Toca do Gongo III, Toca da Janela da Barra do Antônio e Toca do Gordo do Garrincho.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- a) Analisar os depósitos correlativos nas áreas de estudo para estabelecer modelo geocronológico e reconstituir possíveis oscilações e/ou pulso climáticos que marcaram a dinâmica geomorfológica da paisagem;
- b) Identificar as concentrações de minerais e fitólitos em sedimentos coluviais nos diferentes níveis estratigráficos presentes nos testemunhos analisados nos sítios supracitados sendo eles arqueológicos ou não;
- c) Correlacionar os dados geomorfológicos e fitolíticos com os níveis de ocupação humana, apontando superfícies de circulação e atributos espaço-temporais de adensamento ocupacional.

Para alcançar tais objetivos, esta tese estabelece uma conduta de apresentação das etapas que lhe servem de estrutura de encadeamento lógico. O capítulo do quadro teórico, visou aglutinar informações teórico/metodológicas relacionadas à relação homem x natureza. No primeiro momento buscou-se estabelecer o papel do ambiente na produção do espaço ocupado pelos povos pré-históricos e sua capacidade de adaptação. Em seguida foi realizado um apanhado quanto às abordagens geomorfológicas e fitolíticas na reconstrução paleoambiental.

O capítulo de contextualização ambiental do Parque Nacional Serra da Capivara trata de demonstrar as configurações únicas do relevo sedimentar homoclinal no PNSC, que proporcionaram a ocupação pré-históricas em seus diferentes arranjos paisagísticos. Desta feita a descrição seguiu no sentido de evidenciar unidades de paisagens que apresentem concentração de sítios arqueológicos.

Já no capítulo de métodos e técnicas é apresentada a estrutura experimental e a correlação entre as três variáveis que constituem o problema desta tese: os estudos estratigráficos, os índices e concentrações de fitólitos e os estratos arqueológicos.

Quanto ao produto em si, este será dividido em dois capítulos, o primeiro trata de apresentar os dados geomorfológicos, com foco sobre as dinâmicas superficiais que foram capazes de deixar marcas na paisagem e que também são passíveis de interpretação quanto às suas oscilações internas de energia, atuando em diversas escalas de tempo e espaço.

O segundo capítulo apresenta a relação entre os dados ambientais e os dados arqueológicos, buscando jogar luz sobre o entendimento entre a economia e o espaço de circulação dos povos pré-históricos do PNSC.

## 2 QUADRO TEÓRICO

Foco de estudo multitemporal e multidisciplinar, a relação entre o homem e o ambiente físico natural passou também a ser para a arqueologia (moderna) um dos seus principais objetivos, uma vez que os registros materiais arqueológicos, em si, não conseguiam preencher lacunas informacionais, principalmente para os homens pré-históricos. Assim, para entender o desenvolvimento cultural e sua dialética com a paisagem essencialmente física, faz-se necessário uma abordagem histórico-conceitual principalmente quando a arqueologia se apoia nas ciências naturais para produzir hipóteses sistemáticas de cunho ecológico.

No primeiro momento, é de suma importância indicar que diante da divisão das ciências (matemáticas, naturais e sociais) no século XIX, dois aspectos inerentes ao estudo dos homens, a saber a cultura e a natureza, são agora dissecados por corpos científicos metodológicos completamente diferentes e por vezes até antagônicos, assim esta divisão traz para a arqueologia uma polaridade, devido a esta incorporação de “domínios” disciplinares.

A natureza como domínio, aponta o homem como um elemento básico do sistema natural, suscetível ao controle rígido do ambiente, por vezes determinante sobre a evolução e/ou adaptação de uma população pretérita. Não cabe nesta escala de análise da materialidade dos fatos arqueológicos o apelo a um antropocentrismo como previsto pela antropologia cultural, no qual as relações de causalidade se processam estritamente no domínio cultura. Algumas correntes arqueológicas tentam percorrer um caminho que privilegia majoritariamente este tipo de visão, entretanto essas sempre serão passíveis de críticas e superação, pois a sugestão de um protagonismo seja unicamente ambiental ou cultural, será inevitavelmente permeada de parcialidade interpretativa.

Para contextualizar metodologicamente as escolhas procedimentais e interpretativas definidas para a elaboração desta tese faz-se necessário afirmar a arqueologia como uma ciência social que, a despeito dos postulados etnoarqueológicos, etnográficos e históricos, necessita do apoio científico de cunho processual ambiental para a elucidação dos questionamentos relacionados principalmente à pré-história, uma vez que os registros materiais estáticos são escassos e podem

sugerir inúmeras interpretações. Portanto, o resgate da paisagem física sobre a qual a população estava assentada proporciona afirmativas mais robustas, embasando futuras interpretações dos materiais arqueológicos culturais em si.

Partindo então do enfoque paleoambiental deste trabalho, surge a urgência de apresentar as definições de antropologia ecológica, arqueologia da paisagem e geoarqueologia. Igualmente, é também necessário entender o papel da geomorfologia conquanto um indicativo de temporalidade, acrescido da importância da cobertura vegetal para a reconstrução da dinâmica superficial da paleopaisagem.

## 2.1 PRÉVIA DA RELAÇÃO HOMEM E NATUREZA

De acordo com Neves (2002) a antropologia pode ser dividida em dois eixos principais a partir da década de 1960, a primeira dedicada às bases materiais e seus reflexos no desenvolvimento das sociedades humanas e em outras dimensões socioculturais, já a segunda dedicada ao estudo da capacidade simbólica e suas representações da mente humana. É no primeiro eixo que a antropologia ecológica se posiciona, onde o materialismo assume a capacidade de influenciar, condicionar e até mesmo determinar outras dimensões do sistema sociocultural.

Esse enfoque materialista da antropologia ecológica apresenta íntima relação com as ciências biológicas e geográficas, ficando isto claro a partir de sua definição: “o estudo das relações entre a dinâmica populacional, organização social e cultura das sociedades humanas e o meio ambiente nos quais elas estão inseridas” (NEVES, 2002, p. 18).

A extrapolação da arqueologia ecológica para a apresentação da antropologia ecológica é fundamental, pois a evolução desta vertente antropológica perpassa os estudos de Leslie White e Julian Steward, e se debruça sobre os conceitos ecossistêmicos, discutindo a posição do homem ou da sociedade em relação ao meio ambiente.

Precursor da volta da abordagem evolutiva na antropologia americana até então dominada pelos pensamentos Boasianos, Leslie White buscou parâmetros mais objetivos, comparados aos evolucionistas do século XIX, para avaliar o processo evolutivo cultural humano, sendo os principais: a energia e tecnologia.

As formulações de White se deram principalmente pela veemente negação da antropologia baseada no historicismo, onde nesta visão, a mudança cultural ocorre em um passado histórico não identificável, portanto “a cultura vem da cultura”. Esta visão não respondia à questão de mudança cultural, assim White se debruça sobre o aumento da complexidade cultural intimamente ligada à evolução humana, tendo um caráter macro-evolutivo. Este último posicionamento é uma das principais vias condutoras das críticas direcionadas a esta nova tomada evolucionista para os estudos antropológicos.

Essa “macro-evolução” é regida por lei ou leis universais, as quais explicariam a complexificação social, assim White não se preocupa com as adaptabilidades locais. Para o antropólogo a cultura em geral é na verdade uma ferramenta que catalisa a energia disponível no ambiente que ficaria a serviço da sociedade humana (NEVES, 2002).

Esta cultura bastante funcional é para White um sistema com três entes, onde o tecnológico, dentre estes, tem o principal papel em relação aos demais (sociológico e ideológico). Assim, a tecnologia adaptada ao ambiente é o estrato determinante do sistema social e sua eficiência em capturar a energia será o combustível da produção de bens e serviços.

Com as premissas da disponibilidade de energia e do protagonismo tecnológico, o antropólogo indica que os grandes saltos de complexidade sociais são relacionáveis aos saltos energéticos, exemplificado pela domesticação animal e o desenvolvimento da agricultura.

Mais um antropólogo que fundamentou suas afirmativas a partir da concepção materialista e indica o papel dos fatores ecológicos na formação de sistemas socioculturais pré-históricos foi Julian Steward (TRIGGER, 2004), apesar deste divergir fortemente de White.

Steward diferentemente de White, que sugere evolução universal, visa respostas adaptativas locais, onde culturas específicas são influenciadas por ambientes específicos. Este interesse pelo efeito do meio na cultura se deu preponderantemente pelo contato com o geógrafo Carl Sauer.

Outra diferença entre os antropólogos está no enfoque unilinear e monocausal de White em detrimento da visão multilinear de Steward, onde para ele as adaptações culturais não estão exclusivamente ligadas à questão energética. Segundo Mutzemberg (2010) os arqueólogos, para Steward, devem mudar o enfoque de análise dos artefatos, deixando a estilística de lado e começar a usar os dados observando as mudanças das economias de subsistência, no tamanho da população e nos padrões de assentamento.

Esta estratégia metodológica de Steward prioriza os fatores que estão primordialmente ligados às atividades e arranjos econômicos, incluindo aspectos sociais, políticos e religiosos, entretanto, só serão levados em conta aquelas atividades que empiricamente se relacionem às bases de sustentação material das sociedades humanas, este é o conceito de “núcleo cultural”. Bem como, no âmbito físico o antropólogo-ecólogo se debruça apenas nas características que impulsionam ou retraem a capacidade produtiva da cultura (NEVES, 2002).

Outra corrente da escola ecológica na antropologia, a neofuncionalista, aprofundou o conceito de ecossistema, já utilizado na ecologia cultural, para os estudos das bases materiais de sustentação das sociedades. Seus principais representantes são Andrew Vayda e Roy Rappaport.

Os neofuncionalistas são críticos à posição de Steward, eles indicam que por ter elegido tanto apenas alguns traços culturais (núcleos culturais) quanto ambientais (variáveis específicas), a corrente anterior abdicou de lidar com a “totalidade cultural e com a “totalidade ambiental”. Essa concentração nos recursos ambientais, minimizou a influência de outras possibilidades que modificariam a cultura, como parasitas e vetores de doenças.

Porém, segundo Neves (2002), os protagonistas da corrente neofuncionalista apontam o essencial passo dado por Steward, por ter recuperado o meio ambiente como um dos paradigmas do processo cultural, além de rechaçar o raciocínio unilinear da evolução cultural.

Quanto ao uso do conceito de ecossistema, os aspectos fundamentais para o entendimento da relação entre o homem e o meio ambiente são: a estrutura cíclica do fluxo de material e consequente produtividade, auto regulação e o estado de

clímax, onde a relação entre a produção e consumo da biomassa se equilibra. Para os neofuncionalistas os dois últimos aspectos são centrais, a auto regulação é dada a partir de fluxos de informações fornecidos pelo próprio ecossistema, buscando assim um estado de equilíbrio homeostático. E como as populações humanas de caçadores-coletores e de horticultores incipientes conseguem manter este equilíbrio, em relação ao clímax? Mantendo assim um balanceamento entre população e ambiente.

Houve em outros momentos críticas também para a escola Neofuncionalista, principalmente na homeostase e auto regulação dos ecossistemas até então defendidos, entretanto este trabalho não procederá a apresentação de outras correntes antropológicas quanto a este tema, uma vez que é objeto deste estudo as populações caçadoras-coletoras e raras as horticultoras incipientes, o que reforça o papel da ciência ecológica sobre as análises pretendidas.

Como asseverado acima, foge ao escopo deste trabalho uma análise profunda da cultura, pois esta pertence ontologicamente a um outro nível de propriedades, independentes das questões de adaptabilidade ambiental. Seria doxológico neste momento determinar a evolução cultural do sudeste do Piauí fixando-se no ambiente que se expressa como paisagem. Ressalta-se aqui que o foco desta tese será a tentativa da reconstrução desta paisagem conquanto suporte físico com o qual os povos pretéritos tinham contato e sobre o qual estabeleciam suas práticas sociais, já a relação cosmológica com esse substrato não é alvo das nossas considerações.

## 2.2 REVISANDO O CONCEITO DE PAISAGEM NA “GEO-ARQUEOLOGIA”

Compete agora avaliar sob qual perspectiva a “paisagem” estará inserida em todo o trabalho daqui por diante. Este termo é fonte de profundo debate em diversas ciências, mas inicialmente e por que não dizer principalmente na ciência geográfica. É fundamental entender o desenvolvimento do termo paisagem, essencialmente na geografia do que na própria arqueologia, devido a influência do geógrafo Carl Sauer no arcabouço da corrente antropológica defendida por Steward, apresentada anteriormente.

O renomado geógrafo brasileiro Milton Santos é um dos cientistas que se debruçam sobre a temática, o autor define paisagem como “[...] o domínio do visível, aquilo que

a vista abarca. É formada não apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc” (SANTOS, 2008, p. 67). Esta abordagem envolve a relação entre o observador e sua percepção do observado, este sentido também é abordado pelo paisagismo, pintura e fotografia, seria então uma valorização da estética paisagística (CAVALCANTI, 2014).

Assim como uma fotografia, o pensamento estático sobre a paisagem não se preocupa com a dinâmica que rege internamente o elemento visual. Esta concepção apesar de parecer superficial, na verdade não é, pelo menos quando alçada à tela da filosofia, como Besse (2006, p.3) indica “Em outros termos, a paisagem prolonga, na aparência sensível, o antigo cosmos. Experiência paisagística reconduz e veicula, no plano da estética, a densidade espiritual de uma situação filosófica”.

Esta concepção pictórica de paisagem é, primordialmente, uma construção cultural, impossibilitando o viés puramente físico em sua análise, não podendo ser confundida com ambiente natural, território ou país. Uma vez travestida pela noção estética, a paisagem não poderá ser abordada cientificamente, pois não há ciência para o belo (BESSE, 2006).

Entretanto, existem outras correntes de análise da paisagem, onde ela é considerada para além da forma. Diversos autores indicam a paisagem como um conjunto interativo entre homem e meio (TROLL, 1950 *apud* CASSETI, 2004; BERTRAND, 2004; CAVALCANTI, 2014). As formações naturais (geologia, geomorfologia, clima, bioma entre outros) e as antroponaturais (sociedade e cultura) dialogam e assim produzem conteúdo de estrutura com forma e arranjo espacial definidos, dinâmicos e evolutivos.

Reforçando esta afirmativa, para Bertrand (2004, p.141) a paisagem é:

[...] em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução.

Logo, passa-se a observar a paisagem não mais como uma mera ilustração ou subordinada apenas à percepção visual, mas sim como um conjunto de elementos por vezes invisíveis que modificam o cenário espacialmente considerado. Outro aspecto que surge e fica à mercê dos critérios do observador é o nível da relação

dialética estabelecida entre o homem e o meio (natural), nesta visão existem dois tipos de paisagem, a cultural e a natural.

Para Sauer (2006) a utilização dos termos paisagem cultural e paisagem natural traduziriam o grau de influência do homem no ambiente físico natural, enquanto o primeiro teria profundas mudanças na dinâmica ambiental, como por exemplo mudança do ciclo fluvial após barramento de canal, para retenção de recurso natural. O segundo seria aquele em que a atividade do homem é incipiente ou nula e o controle desta paisagem será exclusivamente prevalecido pelos ritmos naturais (CAVALCANTI, 2014).

Na arqueologia o conceito de paisagem também encontra diferenciações, mas em primeira ordem parece ser o objetivo da pesquisa arqueológica que define sua significação. Assim, Boado (1999) vislumbra a paisagem como meio ambiente e fornecedor das economias para subsistência, como o cenário para relação entre indivíduos e grupos e a paisagem como faceta simbólica que envolveria a própria percepção que diferentes grupos têm de seus ambientes.

Já Preucel & Hodder (1996) *apud* Mutzemberg (2010) indicam quatro tipos de formas conceituais de paisagem na arqueologia. Paisagem como ambiente, onde seria o local de interação básica econômica, buscando a adaptação e sobrevivência do homem. Paisagem como sistema, sendo um polígono definido, o espaço onde ocorreu fatores sociais e econômicos entre diversos assentamentos. Paisagem como poder, onde as disposições de elementos visíveis buscam uma forma de impactar politicamente seu entorno. Paisagem como experiência, resultado de somatório cognitivo e comportamental, construção coletiva de símbolos nos espaços ocupados.

Seja por Boado ou Preucel & Hodder a arqueologia da paisagem se configura em duas grandes tradições. A primeira tem em seu pilar teórico-metodológico grande influência do neopositivismo, além da ecologia cultural de Steward, o que resultaria no estudo da paisagem como uma distribuição espacial de matéria prima para subsistência e de dispositivos e distribuição de assentamentos perante a oferta desta matéria. A reconstrução fisionômica da paisagem então seria um passo de grande valia para esta concepção.

A arqueologia da paisagem também é referenciada no pós-processualismo arqueológico, que se contrapõe aos modelos matemáticos e estatísticos derivados da corrente anterior, enfatizando os aspectos simbólicos e cognitivos quando interpretam a paisagem. Assim, a paisagem considerada como síntese de ambiente natural não conseguiria chegar ao objetivo da análise profunda necessária para a compreensão das dinâmicas dos povos pretéritos, o entendimento se daria pelo simbolismo do espaço também relacionado a eventos estritamente culturais, como sepultamentos e demarcações por símbolos étnicos diferentes (OLIVEIRA, 2007).

Apesar de reconhecer a importância simbólica da paisagem para a sociedade, no caso dos estudos “pré-históricos”, a arqueologia da paisagem sofre com a ausência de dados concretos dificultando uma aproximação da realidade, o que sugere um alto grau de subjetividade nas hipóteses aventadas.

Sendo assim, a perspectiva de paisagem à qual esta tese está subordinada é aquela que implica em um baixíssimo grau de alteração pela ação humana, o que Sauer (2006) conceitua de paisagem natural, e que ao se buscar a reconstrução dos elementos físicos naturais desta, abre-se a possibilidade para entender o cenário sobre o qual se desenvolveu tanto a cultura quanto as tecnologias adaptadas à disponibilidade do ambiente, principalmente na ausência da horticultura.

A análise da paisagem neste viés utiliza, segundo Morais (1999), o “fator geo”, onde as disciplinas e ciências propedêuticas como GEOgrafia, GEOmorfologia e GEOlogia são constituídas dos fatores que auxiliam para um resultado arqueológico.

Os métodos, técnicas e conceitos provenientes das ciências da terra, quando empregados com objetivos claramente arqueológicos, implicam em um enfoque geoarqueológico. Este termo vem sendo utilizado desde os anos 70, para assinalar o diálogo entre geometodologias e as interpretações das ocupações humanas pretéritas, principalmente no âmbito pré-histórico (BICHO, 2006).

Entretanto os trabalhos de geoarqueologia podem apresentar objetivos distintos, que demandariam abordagens também distintas, dentro dessas possibilidades tem-se: a) Relação homem-ambiente, estabelecendo o sistema de ocupação, que visa entender a interferência tanto do povoamento ao ambiente, quanto do ambiente à ocupação. O pesquisador procurará estabelecer como se dava a utilização dos

recursos naturais e/ou os efeitos do impacto antrópico sobre o território; b) Sequências cronológicas, estudos estratigráficos com o intuito de reconstruir sucessões deposicionais nas escalas locais (sítios) e regionais (ambiente), auxílio à localização temporal dos acontecimentos; c) Reconstituição paleoambiental, modificações do ambiente físico intermediados por ações estritamente naturais relacionadas às oscilações climáticas a nível global ou regional; d) Análise dos horizontes arqueológicos, concentrando-se nos processos deposicionais dos sítios arqueológicos, a distribuição dos artefatos e as implicações quanto às modificações pós-deposicionais (ANGELUCCI, 2003).

No que tange à reconstituição ambiental, Sanjuán (2005) indica que a geoarqueologia contribui apenas com visões sobre a dimensão abiótica da paisagem bem como sua evolução, aportando então dados para todas as abordagens apresentadas anteriormente.

Entretanto, esta afirmação apresenta incompleto entendimento quanto aos objetivos da geoarqueologia, já que ao buscar a elucidação no que tange a relação homem-ambiente, a dimensão abiótica na formulação da paisagem trará uma fragmentação ambiental que impossibilita visualizar o cenário “físico total”

O físico total seria a relação paleoambiental entre os condicionantes abióticos, estudados pela sedimentologia, estratigrafia, geomorfologia entre outros e os condicionantes bióticos, estes enfocados pela paleontologia, botânica, biogeografia.

A paleopaisagem natural é formada por três principais sistemas: o climático e seu poder de dissecação, remoção e acumulação de energia e matéria; o geomorfológico e suas morfoestruturas, esculturas e depósitos correlativos e o sistema florístico, que como todos os sistemas interdependentes é um elemento que forja e é forjado pelos demais elementos. Sua capacidade de retenção de umidade e o importante papel no ciclo hidrológico, infiltração, intemperismo e fixação do solo entre outras características, faz com que esse sistema seja fundamental para o geoarqueólogo, quando este busca transcender a reconstituição da paisagem/ambiente meramente com base nos testemunhos sedimentares.

Evidentemente, o geoarqueólogo deve ter dimensão de suas limitações, seja orçamentária ou científicas, para que seus ensaios não recaiam em hipóteses

superficiais e buscas tautológicas. Assim, trabalhos deste cunho devem buscar auxílio dos outros profissionais quando ultrapassam sua competência, e devem deixar claras as dimensões por meio das quais a paisagem será apresentada.

A reconstituição paleoambiental metaforicamente é como um quadro renascentista, em analogia à paisagem pictórica do século XVI (BESSE, 2006), onde quanto mais técnicas auxiliares forem empregadas mais nítida será sua ilustração. Trabalhos exclusivamente focados na sedimentologia e estratigrafia possibilitam identificar as rupturas climáticas, os episódios de grande magnitude (CORRÊA, 2001; SILVA, 2007; GALVÃO, 2012; MISSURA, 2013), contudo estes não logram indicar o que ocorre durante momentos de estabilidade da paisagem, debruçando-se apenas sobre os eventos desencadeadores que comportamento deposicional assim como refletido nos estratos estudados.

Neste sentido, compreende-se que quando os estudos buscam estabelecer uma relação entre elementos abióticos e bióticos, seu produto traduziria uma maior proximidade com a realidade. Desta forma, em sequência aos estudos geomorfológicos e sedimentológicos, o emprego de técnicas palinológicas e fitolíticas favorece a compreensão da paisagem em momentos tanto de desequilíbrio quanto de equilíbrio dos processos superficiais.

Como o presente trabalho está voltado à reconstrução paleoambiental na transição Pleistoceno/Holoceno e suas implicações ao comportamento das populações que ocuparam a área da Serra da Capivara, faz-se necessário estabelecer uma maior aproximação à paisagem real que serviu de suporte à realização das econômicas locais. Assim sendo, os componentes deste cenário paisagístico a serem analisados por esta pesquisa serão os ambientes de sedimentação e os silicofitólitos, microfósseis da vegetação preservados nas camadas sedimentares como testemunhos das formas pretéritas de cobertura da terra.

### 2.3 GEOMORFOLOGIA À DISPOSIÇÃO DO TEMPO

Apesar de serem produtos reliquiais na paisagem, resíduos de um conjunto substancialmente de maior expressão espacial e temporalidade mais longa, os sedimentos que compõem as coberturas superficiais inconsolidadas são protagonistas quando o foco é a reconstrução do modelado da superfície terrestre.

Segundo Leopold *et al* (1964) *apud* Suguio (1999) esses materiais ocupam 75% das áreas emersas do planeta, seja sob a forma inconsolidada ou como rochas sedimentares.

Em um primeiro momento, para estudos de cunho paleoclimáticos, são as discordâncias erosivas entre os pacotes de sedimentos incoesos recentes que devem ser analisadas. Segundo Moura (2003) estas discordâncias são geralmente relacionadas às mudanças climáticas, assinaladas comumente nos trópicos por linhas de seixos, apesar de que o reconhecimento de perfis de solos superpostos constitui o melhor indicador de descontinuidades estratigráficas neste domínio.

Os depósitos de colúvios estariam, para Bigarella (1975), enquadrados numa visão cíclica da paisagem. Essa forma de raciocínio oferece um modelo bastante didático para a compreensão dos eventos repetitivos de sedimentação e deposição que acompanham as alterações do relevo quando da ocorrência de oscilações climáticas entre períodos secos e úmidos. Estas alternâncias observariam uma distribuição claramente cíclica com base em uma linha temporal. A alternância entre momentos de vegetação densa e mais aberta desencadearia respostas erosivo-deposicionais pela paisagem, estando a produção de sedimentos ou de solos *in situ* associadas à vigência de determinadas condições mesologicamente mais favoráveis.

Esta visão pressupõe que os estratos colúviais registram de forma eficaz os momentos ambientais com dinâmicas geomorfológicas de signos opostos, onde as linhas de seixos (páleo-pavimentos detríticos) seriam um guia para a identificação de episódios paleoclimáticos, separando os eventos pré-pavimentação daqueles pós-pavimentação ocorridos no limiar Pleistoceno/Holoceno inferior, respectivamente. Apesar da relevância desta contribuição para o avanço dos estudos da geomorfologia do Quaternário no Brasil, os estudos da paleopaisagem cada vez mais apontam para que os cenários ambientais não se sucedem de forma tão previsível e dicotômica.

O entendimento da evolução dos depósitos colúviais constitui uma abordagem inicial para a compreensão das dinâmicas climáticas nas áreas tropicais continentais (CORRÊA, 2001). A distribuição deste material nas encostas, as relações pedogenéticas e morfogenéticas auxiliam na identificação de momentos de estabilidade/instabilidade da paisagem, mas não indicam um comportamento

unidirecional dos eventos formativos, de fato as evidências de deposição nas encostas são normalmente truncadas e incompletas. Tomando esta premissa como base de análise, faz-se necessário acrescentar uma quantidade de variáveis complementares a fim de caracterizar e separar os diferentes níveis deposicionais e sua formação.

Para tratar da temática “ambiente de sedimentação”, deve-se primeiramente aplicar a abordagem sistêmica à dinâmica dos ambientes de sedimentação. Esta visão do arranjo dos componentes da paisagem conquanto elementos que trocam energia e matéria entre si tem origem na aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, às ciências naturais e à geografia física, havendo ganhado *momentum* sobretudo a partir da segunda metade do século XX, propondo uma visão holística da natureza.

Ao se debruçar sobre o contexto da recomposição da totalidade, entendimento-chave para a aplicação da visão sistêmica, as geociências foram beneficiadas com uma maior integração dos elementos que integram a paisagem, o que favoreceu a análise dos fenômenos de diversas grandezas, ultrapassando os limites das generalidades das leis estabelecidas e das relações de causa e efeito. Esta possibilidade se concretiza pelo caráter organizacional deste método investigativo (SOUZA, 2014).

A influência da perspectiva sistêmica chegou mesmo a transcender as pesquisas e aplicações na realidade física para as ciências sociais. No âmbito dos estudos da paisagem natural, alguns marcos foram criados conquanto base metodológica, tais como o geossistema (BERTRAND, 2004, ISACHENKO 2010; SOCHAVA, 1978 *apud* CAVALCANTI, 2013), enfocando a hierarquização da paisagem, a partir da identificação de complexos territoriais multi-escalares sob os quais pudessem ser definidos o comportamento de seus elementos constituintes com base na troca de fluxos de energia.

Na geomorfologia do Quaternário a abordagem sistêmica apropriou-se do conceito de sistema morfológico, como um sistema “processo-resposta” discernível na paisagem. Neste os elementos fisiográficos influenciam e são influenciados, e suas reverberações deixam cicatrizes ambientais. A geocronologia do Quaternário é baseada principalmente na premissa da recorrência de períodos climáticos, em

primeira estância na alternância dos ciclos glaciais. Os estudos geocronológicos, por sua vez, oferecem a possibilidade de estabelecer uma temporalidade para a ação das atividades morfogenéticas e desenvolvimento de solos, permitindo a identificação de tendências climáticas causadoras das descontinuidades estratigráficas ou pedológicas.

Os postulados de Erhart (1956) e Butler (1959) abordam esta temática de maneira complementar. O primeiro, em sua teoria, apresenta dois estágios da dinâmica da paisagem, a biostasia, quando a vertente encontra-se com cobertura vegetal acentuada, ambiente quente e úmido, favorável ao desenvolvimento de solo e o relevo tende a permanecer com sua forma original. Por outro lado, a resistasia indica a vigência de períodos mais frios e secos, com rarefação da cobertura vegetal, maior atividade morfogenética promovendo mudanças nos ângulos das vertentes e formas do relevo, por meio da remoção do solo produzido durante o estágio biostático.

Já Butler apresenta o modelo dos ciclos K, baseando-se nos mesmos princípios da alternância de fases estáveis, marcadas pelo desenvolvimento de solo, e fases instáveis, com predominância de retirada do material decomposto (solo). Entretanto, para Butler não há necessariamente uma uniformidade de seguidas fases estáveis-instáveis. O grau de instabilidade pode ser variado, dando origem a diferentes pacotes deposicionais, apresentando material mais ou menos selecionados em seus aspectos granulométricos e morfoscópicos. Da mesma forma, o momento de estabilidade pode apresentar maior ou menor grau de umidade e calor, desenvolvendo solos mais rapidamente que a capacidade de erosão.

De acordo com essa visão cíclica, o espaço ocupado na paisagem, por um determinado volume de sedimento perdurará por um determinado tempo, assim o tempo é também um indicador de uma ação de transformação morfogenética. Essa dinâmica espaço-temporal se expressa de maneira completamente diferente quando as escalas são observadas de modo individual (KÖHLER, 2001).

O tempo e o espaço são os principais atributos para a realização de uma exumação da paisagem, quando se estabelece uma relação entre os depósitos correlativos e os eventos formativos (climáticos, neotectônicos ou antropogênicos). A busca pelos elementos desencadeadores se baseia no recurso metodológico oferecido pela ideia de sistema processo-resposta, culminando em uma hierarquização tanto dos

modelados e sua resiliência em face da morfoestrutura, quanto da disponibilidade de energia presente nos eventos formativos de ordem climática e sua capacidade de alterar a paisagem em várias escalas espaciais.

A escala temporal nos estudos geomorfológicos e geológicos é peça repetidamente trabalhada e abordada de maneiras diferentes nestas ciências, seu papel varia de acordo com o *enfoque* de cada temática. É notório que as subdivisões do tempo e sua eficácia em alterar a paisagem são atualmente escopo do grande debate da geomorfologia, principalmente daquela que se debruça sobre os estudos do Quaternário superior (KOHLENER, 2001; GUTIÉRREZ, 2005; CORRÊA, 2006; AMORIM, 2015).

Como citado anteriormente, o tempo nos estudos geomorfológicos se associa diretamente à ação processual mobilizadora das coberturas superficiais. Nessa perspectiva Monteiro (2010) esmiúça a contribuição dos pensadores que protagonizaram os estudos da dinâmica da paisagem. O modelo mais antigo de evolução do relevo foi apresentado por Davis em 1899, sugerindo que após a ocorrência de um episódio tectônico de soerguimento regional generalizado, seguido por um longo período de estabilidade, ocorreriam fases de incisão fluvial e aplainamentos erosivos, indicando a necessidade de estabilidade crustal e climática para o desenvolvimento erosivo a partir principalmente do vetor fluvial. Já Penck em 1924, apresenta uma relação entre o entalhamento e a denudação, em função não de uma estabilidade, mas sim de um comportamento crustal manifestado por intensidade e episódios variáveis de soerguimento. Assim, a evolução estaria mais associada ao recuo da base das escarpas, do que ao rebaixamento do seu ângulo ao longo do tempo.

Em sequência a esses autores clássicos, Wayland, Büdel, King e Millot, dentre outros, detalharam e por vezes refutaram as afirmações de seus antecessores. Apesar da divergência entre esses autores quanto ao protagonismo deste ou daquele elemento sobre a evolução da paisagem, o tempo constitui uma variável sempre presente em todos estes trabalhos. Assim, a estabilidade em Davis, o Etchplain em Wayland, os recuos das escarpas de Penck e o trabalho bioclimático em King sugerem uma diversidade de grandeza da escala temporal adotada,

demonstrando que o tempo pode ser uma variável altamente subjetiva em relação ao seu papel sobre a morfogênese de uma área.

Na Geomorfologia contemporânea, Schumm (1985) traz uma classificação dos fenômenos geomorfológicos segundo a escala temporal, entretanto ele afirma a dependência da escala espacial na representação destes fenômenos na paisagem. A classificação apresenta o Mega, Meso, Micro e o Não-evento, que também podem ser entendidos como geológico ( $10^5$  anos), moderno ( $10^2$  anos) e recente respectivamente (SCHUMM e LICHTY, 1965 *apud* AMORIM, 2015).

Dependendo da escala espacial do fenômeno, os Megaeventos podem ocorrer durante 10 milhões de anos (Orogênese), 100.000 anos (glaciação continental), 100 anos (avulsão de um rio), 10 anos (mudança ou corte de um meandro), 1 ano (evolução de uma voçoroca), 1 dia (escorregamentos, rilling). Segundo Schumm (1985), um Megaevento, durante um curto período, pode tornar-se um Não-evento, quando seus efeitos são suprimidos. A ruptura de um meandro, por exemplo, que ocasiona uma mudança drástica no padrão de drenagem, tomando-se um Não-evento, é indetectável após 100.000 anos. A dimensão do evento aumenta com o tempo, e o tempo necessário para o seu desenvolvimento também cresce (KOHLENER, 2001).

A importância dos ciclos ambientais na produção/reformulação da paisagem geomorfológica é apresentada por Adams et al. (1999), os autores indicam a existência de pelo menos nove ciclos com escalas temporais distintas, que conseqüentemente se arranjam de maneira hierárquica já que as de menor porte cronológico podem ser influenciadas, abastecidas ou enfraquecidas pelas que regem o planeta em maior tempo.

Dentre os nove ciclos encontrados, cinco deles são destacados por Adams et al. (1999) ocorrendo em escalas temporais e espaciais diferentes, desde os ciclos tectônicos, responsáveis pela estruturação geomorfológica com duração de 10 milhões de anos, o ciclo de Milankovitch relacionado à variação orbital da terra, juntamente com a inclinação do eixo de rotação e conseqüente disponibilidade da energia solar nos oceanos e continentes, os ciclos de Dansgaard com ocorrência nos últimos 120 mil anos com subidas da temperatura de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  e os ENOS que

apresentam escala temporal de ocorrência diferenciada se levarmos em conta sua existência desde o Pleistoceno Superior (AMORIM, 2015).

Há então uma clareza que mesmo na atuação de ciclos bastante conhecidos, o tempo representa uma variável aleatória, como possibilidade de gerar respostas na paisagem e os processos por trás desta. Desta forma, para avaliação dos processos formativos, a geomorfologia deverá conceber um raciocínio de sobreposição hierárquica tanto de eventos temporais cíclicos quanto unidirecionais.

As dinâmicas de longo prazo apesar de “cobertas” por aquelas de curto prazo, são a base para o assentamento das informações da superfície, dentre elas, tem-se as ações tectônicas e neotectônicas. No que tange os ciclos tectônicos são os processos dinâmicos que envolvem migrações das placas tectônicas, responsáveis pela formação de grandes feições continentais, como cadeias de montanhas. Estes são expressos em movimentos com escalas de milhões de anos.

No âmbito da capacidade de mudança estrutural dos movimentos tectônicos, Suguio (2010) afirma que estes “poderiam ter propiciado mudanças nas circulações atmosféricas e oceanográficas que, por sua vez teriam deflagrado as glaciações”. Evidenciando mais uma vez a complexidade das relações entre os ciclos na produção da superfície terrestre, uma vez que as glaciações também podem ser relacionadas aos ciclos de Milankovitch. Não obstante, vale ressaltar que as glaciações não são enquadradas apenas nesses dois tipos de controles em sua origem, mas sim em diversos outros possíveis tipos de contribuição que em consórcio reivindicam sua autoria.

Os Ciclos de Millankovitch representam alterações milenares na forma da órbita da Terra em torno do sol, além de inclinação do eixo de rotação, passando por variações na direção desse mesmo eixo, interferindo diretamente na recepção da energia e posterior calor da radiação solar, passando o planeta por momentos mais frios e mais quentes. Os ciclos de Milankovitch têm aproximadamente 100 mil anos de duração, com subciclos de 41 mil anos e outros entre 24 a 18 mil anos (AMORIM, 2015).

As Glaciações do Quaternário em si também se configuram como ciclos, relacionadas ao avanço das geleiras (estádios glaciais) e os intervalos de retração

(estádios interglaciais), além das curtas fases de melhoria climática no próprio estágio glacial (interestaduais). Estes *modus operandi* de cada fase esculpiria os relevos diferentemente, além de interferir na disponibilidade hídrica no globo terrestre, que, em linhas gerais, alteram o comportamento da relação intemperismo x erosão em escala mundial.

Dentro dos processos de longo prazo, Amorim (2015,p. 79) afirma:

No estudo geomorfológico as escalas longas estão associadas às mudanças climáticas em nível global, principalmente em razão dos períodos glaciais e interglaciais com intervalos de  $10^5$  anos. Assim sendo, presume-se que as magnitudes dos eventos em longa escala sejam muito superiores aos dos eventos máximos de agora. Esses eventos foram capazes de deixar os seus vestígios como depósitos por muito tempo na paisagem, e apesar da existência de eventos de grande intensidade capazes de promover a evacuação dos depósitos de escalas longas, as feições formadas em escalas de longo prazo conseguem permanecer.

Já os processos e eventos de curto prazo estão mais ligados à dinâmica erosiva do relevo, o que remete aos movimentos contemporâneos, ou do passado recente, que tiveram a capacidade de deixar seu marco registrado na paisagem. Por fim, acresce-se à escala de tempo geológica uma escala de tempo histórica ou humana, na qual surgem novas variáveis controladoras que permitem correlacionar as atividades antropogênicas aos processos erosivos.

Apesar dos registros arqueológicos serem de fundamental importância para este trabalho, uma atenção especial é voltada à capacidade atual de alteração das dinâmicas físicas pelo homem, que dificultam ou impossibilitam a interpretação correta dos depósitos correlativos perturbados por ações não estritamente de origens naturais. Assim, os cortes de estradas, o barramento fluvial, a pecuária, desmatamento e agricultura são variáveis ambientais fora da equação que busca elucidar as dinâmicas paleoambientais do Holoceno. Esta assertiva é reforçada pelas afirmações de Azambuja (2012), que identificou que o uso do solo se configura como a principal forma de mudança, em nível local, de patamares formativos no interior dos canais da região semiárida.

Soma-se à variável antrópica contemporânea o fato de que os processos de curto tempo tendem também a desaparecer a intervalos igualmente curtos. Sua gênese está ligada às condicionantes climáticas regionais e locais. Sendo assim, a intensidade de um evento climático episódico, com duração apenas de 1 dia, mas de

grande magnitude, pode ser suficiente para evacuar da paisagem os delgados depósitos acumulados ao longo de décadas a uma centena de anos, resultando na formação de lacunas na sequência morfoestratigráfica.

Este nível de análise é denominado segundo Ab'saber (2003) de fisiologia da paisagem, e busca entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais a partir da variabilidade de sua intensidade e respostas geomorfológicas sensíveis na paisagem. O autor indica que esta abordagem deve estar apoiada na análise da sucessão habitual dos tipos de tempo e atuação de fatos climáticos não habituais, responsáveis pelo desencadeamento de processos superficiais espasmódicos. Outrossim, a hidrodinâmica global da área, os processos biogênicos e geoquímicos inter-relacionados devem ser levados em conta, além da clara interferência antrópica.

#### 2.4 A VEGETAÇÃO À DISPOSIÇÃO DO ESPAÇO

A visão de fisiologia da paisagem proposta por Ab'saber indica a importância de observar a atuação dos fatos climáticos não habituais, a qual se converte em objeto de estudo da geomorfologia, a partir da geração de depósitos correlativos decorrentes da ação de determinados estados de tempo. Não obstante, a quiescência geomorfológica, acompanhada de baixa produção de sedimento sobre a paisagem, denota fases de estabilidade climática, cujas características podem ser analisadas a partir dos estudos voltados a paleovegetação.

No Brasil, o cenário paleovegetacional ainda apresenta preocupante falta de dados, principalmente para o ambiente semiárido. Entretanto, as informações obtidas proporcionam subsídios para a elucidação das distribuições biogeográficas, auxiliando também no entendimento das flutuações climáticas do Quaternário tardio. Segundo Souza *et al* (2005) outro elemento que pode dificultar as interpretações é que a vegetação moderna, que serve de ponto de partida para os estudos paleoecológicos, ainda se encontrava em fase de adequação às transformações impostas pela última grande mudança climática do Holoceno quando já passou a ser vastamente degradada pela ação antrópica.

Os estudos fitogeográficos buscam caracterizar as paisagens ao longo do espaço, as distribuições das formações vegetais visam interpretar seus avanços e recuos no terreno, sendo estes movimentos influenciados principalmente pela ação climática.

As bases metodológicas para esses enfoques são geralmente construídas a partir de teorias de dispersão e distribuição de plantas, além da teoria do refúgio.

Na região Nordeste, utilizando a técnica da palinologia, pesquisas indicaram mudanças vegetacionais e climáticas na caatinga. Oliveira *et al* (1999) apresentaram a possibilidade de haver ocorrido uma drástica mudança paleoclimática em área de caatinga, onde foram observados traços de clima tropical úmido no médio São Francisco baiano. Essa tipologia climática se deu, segundo os autores, na transição Pleistoceno/Holoceno e que neste momento, a paisagem hoje ocupada pela caatinga estava predominantemente vegetada por densa floresta ombrófila, apresentando aspectos taxonômicos botânicos do bioma atlântico e amazônico, iniciando uma nova expansão de elementos da caatinga por volta de 8,9k a 6,7k. Trabalhos realizados com outras metodologias, mas também de cunho paleoclimático corroboram as afirmativas destes autores. Corrêa (2001), Silva (2007), Galvão (2012) entre outros indicam que este aumento de umidade apresenta caráter regional, manifestando-se em outras áreas do semiárido nordestino.

O trabalho de Oliveira *et al* (1999) oferece uma importante evidência botânica para a confirmação da existência do tão controverso corredor florestal entre a Amazônia e a floresta atlântica, recaindo a força da explicação sobre a grande similaridade florística entre esses biomas. Os dados apresentados por essa contribuição consubstanciam as hipóteses de migração de espécies entre a Amazônia e a floresta atlântica, não apenas pelo litoral nordestino, mas também pelo centro continental.

Já Nascimento (2008) em estudos localizados no Parque Nacional do Catimbau, indica que a área semiárida pernambucana apresentava um clima mais quente e úmido entre 8,4K e 6k e sua formação vegetacional era de maior porte, ainda que mais aberta. De fato, até mesmo há 1000 anos antes do presente, onde hoje o clima semiárido é vigente, haveria maior umidade. No entanto, é preciso ter em mente os aspectos geológicos presentes na circunvizinhança da área de estudo, enfatizando a necessidade de tratar com cuidado o conhecimento peculiar à cada contexto, não cabendo uma generalização espacial quanto ao desenvolvimento florístico pretérito.

Outro dado fundamental que o autor apresenta, é a presença do elemento exótico *Orbignya* (Babaçu) que marcaria a chegada de grupos humanos na área do parque. Mostrando também a capacidade de mudança da paisagem para mais fácil adaptação, esses dados coincidem com levantamentos arqueológicos para a área datados ambos de ca. de 4,5 Ka. AP.

A dinâmica espacial da vegetação auxilia no entendimento da evolução da paisagem, tanto biogeográfica quanto antrópica. A base dessa afirmação está na teoria dos refúgios, inicialmente elaborada por Haffer (1969), mas com maior peso no Brasil quando Ab'saber (1992) se apropriou da ideia no âmbito biogeográfico e geomorfológico.

A teoria dos refúgios tem seu início essencialmente na Amazônia e a partir do estudo da distribuição anômala da avifauna neste ambiente. Assim, estabeleceu-se que cada quadrante da Amazônia tinha uma biodiversidade diferencial, onde um agrupamento de pássaros não aparecia em outro quadrante. A explicação para esse fenômeno estava embasada tanto nas mudanças paleoclimáticas, quanto na conjuntura microclimática de cada quadrante ou refúgio da floresta amazônica (AB'SABER, 1992).

Segundo essa teoria, durante o Quaternário e suas alterações climáticas globais, ocorreu a fragmentação das florestas tropicais durante os períodos mais secos. As manchas florestais que persistiram, estariam localizadas em locais ambientalmente favoráveis, possibilitando o surgimento de "oásis" que incorporavam alta densidade da biodiversidade sobrevivente.

Para o Nordeste semiárido, segundo Ab'saber (1992), a teoria dos Refúgios estaria manifestada nas tipologias dos brejos e ao fato da vegetação tropical florestal conviver com grandes setores de formações xerofíticas em seu entorno. Concluiu-se então que os brejos úmidos do sertão nordestino seriam um resquício de uma penetração florestal muito mais extensa do que os fragmentos ora observáveis dentro do bioma caatinga.

A compreensão sobre essa dinâmica paleoambiental reflete-se também nas ideias relacionadas aos povos pré-históricos do semiárido nordestino, uma vez que habitando esse mesmo ecossistema, também tiveram que se adaptar às

configurações paisagísticas sempre mutantes. A relação da arqueologia com as áreas de exceção climática úmida no interior semiárido se faz evidente pela grande densidade de achados arqueológicos pré-históricos em áreas tidas como refúgios ambientais.

Não obstante, também vale salientar que apesar de considerar os efeitos das mutações globais do sistema climático, a teoria do refúgio também deve ser compreendida em escala muito mais detalhada, com ênfase sobre os condicionantes locais. Assim, como no já citado trabalho de Nascimento (2008), onde a resposta da vegetação pode ser decorrente da presença mais superficial e contínua do lençol freático no Vale do Catimbau, outros aspectos locais podem haver contribuído para a formação dos enclaves ambientalmente mais atraentes à ocupação humana.

Assim sendo, para a construção de esquemas interpretativos mais abrangentes, não só as mudanças vegetacionais entre floresta úmida e caatinga devem ser levadas em conta, mas também a forma como a vegetação responde aos *inputs* climáticos, onde não necessariamente haverá substituição das espécies, mas sim adaptação e variação na sua quantidade e disposição sobre a paisagem. Uma ferramenta fundamental para coletar e interpretar estes dados recai na aplicação da metodologia quali-quantitativa dos microfosséis de silicofitólitos.

#### **2.4.1 Fitólitos**

O fitólito corresponde ao “molde” da célula vegetal na qual ele foi formado. Este molde consiste principalmente de partículas de opala ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) microscópicas, a partir da precipitação da sílica amorfa. Este composto pode ser absorvido pelas plantas de duas maneiras, pelo sistema radicular, na forma de  $\text{Si}(\text{OH})_4$  quando o pH do solo se encontra entre 2 e 9, ou, quando o interior da planta apresenta pressão negativa e assim a sílica passa a ser absorvida pela água disponível no substrato, sendo esta última relacionada aos níveis de evapotranspiração, quanto maior a taxa mais pressão negativa existirá (COE, 2009).

A sílica fica disponível no ambiente a partir do intemperismo atuante no regolito. A dissolução das rochas promove a transformação e o surgimento de novos minerais primários com granulometria mínima siltosa, não obstante, a partir de um novo ataque intempérico, ocorre a formação de minerais secundários na fração argila.

Estes, apresentam forma de óxidos compostos por metais de transição como o Ferro e o Manganês, além dos de pós-transição como Alumínio (KAMPF *et al.*, 2012). A sílica faz parte destes compostos óxidos, e segundo Ranulpho (2016, p.54):

[...] (o termo sílica) Se refere à composição química do dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>), sendo usado como designação genérica das várias formas dos óxidos de silício. Ocorre na natureza na forma cristalina como quartzo, cristobalita e tridimita; e na forma amorfa como vários tipos de opala. O quartzo é o mineral mais abundante dentre os óxidos de silício.

A sílica disponível para absorção vegetal decorre primordialmente do ácido silício Si(OH<sub>4</sub>) dissolvido na solução do solo. Assim, a sílica é sequestrada pelo bombeamento das raízes, entrando na composição da seiva bruta. De acordo com Coe (2009), a absorção, transporte e precipitação podem ter comportamentos passivos e ativos em seus mecanismos. Além desta possibilidade, a dissolução da sílica pode ter origem na decomposição de restos vegetais que a absorveram previamente (CAVALCANTE, 2013).

É mister indicar que, quando estas estruturas amorfas minerais têm sua gênese a partir das atividades metabólicas de organismos na natureza, são denominadas de Biominerais. No caso dos fitólitos, estes biominerais têm sua origem exclusivamente pela precipitação da vegetação, o que guardaria algumas características da morfologia celular de seu habitat anterior.

De acordo com Welle (1976) *apud* Cóe (2009) os fitólitos são produzidos em 3 partes da estrutura vegetal: Nas **folhas** onde há uma concentração de ácido monosílico, impossibilitando a circulação da Si o que causaria sua precipitação. Esta característica se dá principalmente nas gramíneas e plantas lenhosas, onde a epiderme da folha apresenta maior taxa de evapotranspiração. São os fitólitos originados desta estrutura que se configuram como peça chave na elucidação dos aspectos paleoambientais; no **tronco** onde as informações taxonômicas podem ser a chave para as elucidações quanto às características paleovegetais e; por fim, nas **raízes**, que apesar de serem responsáveis por grande parte da absorção do fitólito, apresentam baixa informação taxonômica e ecológica, além de uniformidade fitomorfológica.

A produção de fitólitos nos tecidos das plantas tem por principais objetivos o suporte mecânico (estrutura) para as células, o que conseqüentemente fornece subsidio

para as estruturas das plantas e seus órgãos enclausurar elementos nocivos à existência da planta, como o alumínio; além de fazer parte das estruturas externas de proteção contra herbívoros e parasitas (COE, 2009).

Quando a investigação científica focada no fitólito, tem por objetivo principal a reconstrução paleoambiental, algumas características devem ser levadas em conta. A produção de fitólitos apresenta multiplicidade e redundância, o que dificulta a atribuição taxonômica a um único fitólito. Assim, para a identificação dos grupos vegetais é necessária a validação por uma assembleia fitolítica, que é constituída por quantidade estatisticamente comprovada de fitólitos, tendo a capacidade de representar uma tipologia vegetal em particular.

A habilidade de caracterizar uma formação vegetal das assembleias fitolíticas está em função da biomassa depositada na superfície, na produção dos fitólitos e na dissolução destas microestruturas durante os ataques intempéricos. Diferentemente dos estudos que empregam os grãos de pólen como objeto, utilizando conhecimento das espécies atuais e seus hábitos, para os estudos com base em fitólitos não há uma listagem com espécies, mas sim de grupos. Portanto, estas pesquisas não procuram substituição ou entrada de espécies, mas sim mudanças de cobertura vegetal, como floresta/savana.

Então, os estudos que se debruçam sobre os fitólitos apresentam duas principais vertentes, a primeira visa investigar as morfologias em plantas atuais e produzir um acervo de referência dos morfotipos fitolíticos. No Brasil, estes trabalhos se concentraram nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, desde Sendulsky e Labouriau (1966), que produziram levantamento de mais de cinco dezenas de gramíneas do Cerrado à Fricks *et al* (2018), que identificaram espécies endêmicas da Ilha de Trindade, apontando a quase total falta de pesquisas em ilhas na costa brasileira. Ao longo deste intervalo de tempo, de 1966 a 2018, pouquíssimo foi produzido sobre o espaço nordestino e muito menos sobre o ambiente semiárido no bioma caatinga.

A segunda vertente de estudos, a já mencionada reconstrução paleoambiental, emprega os fitólitos como parte de uma abordagem *multi-proxy*, sendo um instrumento complementar para a elucidação do ambiente pretérito. Esta abordagem deriva da calibração entre as relações da assembleia fitolítica, estruturação das

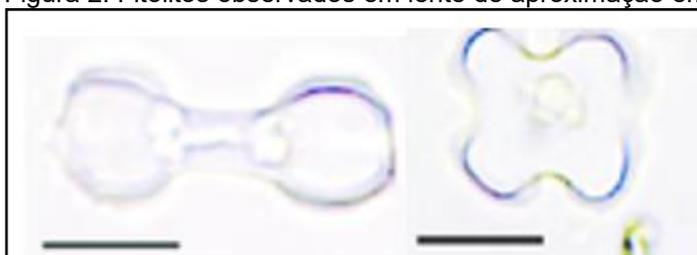
vegetações e parâmetros bioclimáticos (COE, 2009). O início deste método se deu a partir da utilização de Poaceae das savanas africanas e das grandes planícies do nordeste dos Estados Unidos. As oscilações das proporções de Poaceae C4 alta, C4 baixa e C3 e suas relações com os índices pluviométricos registrados por Fredlund e Tieszem (1997 *apud* COE, 2009; TWISS 1992; DIESTER-HASS et al., 1973; ALEXANDRE et al., 1997) fomentaram a criação de índices ambientais que são estruturados por variáveis quali-quantitativas dos morfotipos encontrados nas amostras depositadas.

Parte-se da compreensão de que não é possível assegurar a significação taxonômica por apenas um morfotipo, sendo que apenas um grupo de fitólitos, e sua frequência, é capaz de fornecer o diagnóstico de famílias e algumas subfamílias. O fato de não existir uma exclusividade de produção impossibilita a identificação total. Para tanto, foi elaborado memorial descritivo das principais família e subfamílias a partir dos tipos de fitólitos com significado taxonômico e ambiental (RANULPHO, 2016).

Os fitólitos não são produzidos de maneira homogênea pelas plantas, a família que apresenta a maior produção fitolítica é o das *Poaceae* (gramíneas), esta apresenta 20 vezes mais que as dicotiledôneas lenhosas. Dentro das subfamílias das Poacea, cinco ao todo, três são tidas como de excelência.

**Subfamília Panicoideae:** Típica de ambientes úmidos, encontrada em solos com disponibilidade hídrica alta ou em áreas sombreadas em dossel de florestas tropicais. A variação da intensidade da radiação solar faz com que se apresente diversidade no ciclo fotossintético, sendo do tipo C4 (de grande porte) aquelas que recebem grande carga de radiação e do tipo C3 as de baixa intensidade de radiação (como aquelas que vivem nas sombras do dossel). Esta subfamília produz sobretudo fitólitos de tipos bilobate e cross.

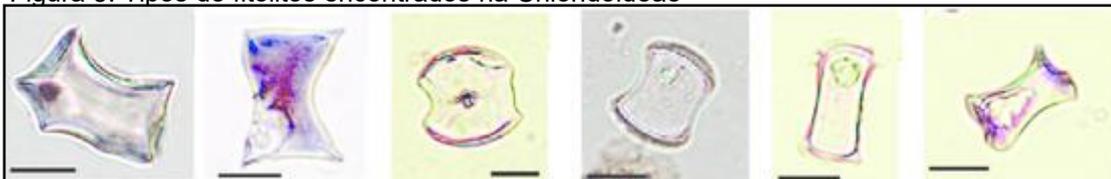
Figura 2: Fitólitos observados em lente de aproximação em 100x.



Fonte: Ranulpho, 2016

**Subfamília Chloridoideae:** Apesar de apresentarem o ciclo fotossintético em C4 e grande capacidade de receber radiação solar, como em algumas *Panicoideae*, esta *Poaceae* tem estrutura baixa e é adaptada às regiões quentes e secas ou a condições edáficas secas, apresentando principalmente o fitólito do tipo *Saddle*.

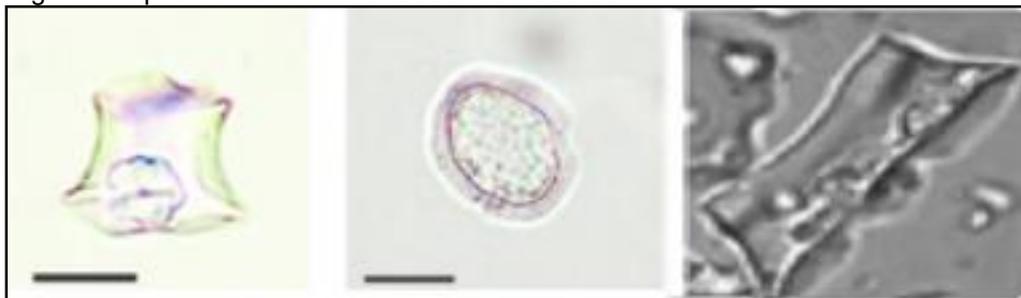
Figura 3: Tipos de fitólitos encontrados na Chloridoideae



Fonte: Ranulpho, 2016

**Subfamília Pooideae:** Poaceae de ciclo C3, abundantes em regiões temperadas, frias e/ou de altitude em zona intertropical, produzem sobretudo fitólitos de tipos rondel e trapeziform.

Figura 4: Tipos de fitólitos encontrados na Poaceae

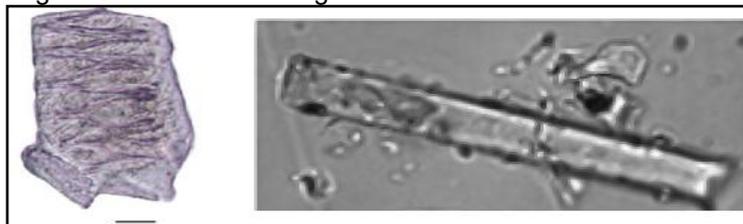


Fonte: Ranulpho, 2016

As outras duas subfamílias (***Arundinoideae*** e ***Bambusoideae***) não apresentam produção característica de fitólitos em seu metabolismo, sendo eles repetidos nas outras subfamílias, inviabilizando a entrada destas na identificação da cobertura vegetal pretérita. Entretanto, a ***Bambusoideae*** de característica C3 em seu ciclo fotossintético, apresenta importância nas investigações paleoambientais, uma vez que a vegetação é particularmente comum às zonas tropicais e temperadas quentes, sendo essencialmente florestais.

Ainda sobre a identificação da grande família *Poaceae*, existe alguns morfotipos não enquadrados em subfamílias, como as Cuneiform bulliform cell que são produzidos nas células buliformes das epidermes de todas as gramíneas e Elongate (echinate ou smooth) long cells integrados nas células longas também de todas as gramíneas.

Figura 5: Bulliform e Enlogate



Fonte: Ranulpho, 2016

A grande família das *Poaceae* faz parte da classe das monocotiledôneas, onde apresenta mais duas famílias, a *Cyperaceae* e a *Arecaceae*. Esta última é recorrente em regiões tropicais e tem representação pelas diversas espécies de palmeiras, fornecendo dados diagnósticos para as pesquisas ambientais, o morfotipo chave desta família é o *globular echinate*, formados a partir dos troncos e folhas.

Já a classe Dicotiledônea não fornece fitólitos com significado taxonômico, apesar de morfotipos característicos terem sido identificados em espécies arbóreas (BOZARTH, 1992). Por apresentarem morfotipos ligados a alguns exemplares de árvores, as dicotiledôneas são peça fundamental na produção dos índices ambientais. As equações criadas a partir das variáveis encontradas nesta classe subsidia o entendimento quanto ao porte das coberturas vegetais estudadas, como será apresentado a seguir.

### Índices fitolíticos

Os índices foram elaborados a partir de diversos estudos embasados estatisticamente e sempre com a preocupação em definir os limites dos domínios de aplicação em função principalmente de transferência. Essa transferência tem o significado de modificação entre as relações de clima e vegetação (assembleia fitolítica) (COE, 2009). A calibração dos índices que serão utilizados neste trabalho, segue os princípios dos estudos realizados na África intertropical.

#### 1) D/P:

Este índice é a relação entre o número de fitólitos de dicotiledôneas (D) e o número de fitólitos de *Poaceae* (P). O resultado desta equação indica a densidade da vegetação, onde resultados elevados apontam para uma proporção de árvores e arbustos de maior porte, configurando uma vegetação mais fechada e, portanto, um

ambiente mais úmido. Já valores mais baixos indicam o predomínio de gramíneas, possibilitando uma interpretação de ambiente com vegetação mais aberta (campos ou pradarias). Apesar de existirem valores de referência (ALEXANDRE *et al.*, 1997), as zonas tropicais ainda não apresentam definição fixa, entretanto, a tendência de aumento ou diminuição dos valores indubitavelmente aponta para a configuração do porte vegetal.

$$D/P = \frac{\text{Globular granulate}}{\text{Bilobate short cell + cross + saddle + cuneiform e parallepiped bulliform cells}}$$

## 2) Ic:

Índice relacionado à proporção de gramíneas de ciclos fotossintéticos em C3 e em C4, o resultado indica a adaptação da formação vegetal a dois aspectos. A primeira resposta possibilita entender se houve variação da temperatura, onde a abundância de fitólitos representativos a gramíneas C3 indica condições climáticas mais frias, ou, no caso de variação da pressão parcial de CO<sub>2</sub>, relacionada às zonas de altitude.

Para as zonas intertropicais, a relação entre C3 e C4, quando não houver alterações altimétricas acima de 2.000m, é fortemente ligada às condições climáticas como temperatura e ao grau de umidade do solo. Os valores de Ic acima de 70% indicam o domínio de *Pooideae* C3, enquanto, abaixo de 30% indicaria o limite para *Poaceae* C4.

$$Ic (\%) = \frac{\text{Rondel + Trapeziform polylobate + Trapeziform short cell}}{\text{Rondel + Trapeziform polylobate short cell + Trapeziform short cell + Saddle + Cross + Bilobate short cell}} \times 100$$

## 3) Iph

Este índice reflete a dominância de gramíneas curtas C4 x gramíneas altas C4, onde as primeiras apresentam maior adaptabilidade a extremos de temperatura elevadas

e a aridez. A partir da relação entre *Chloridoideae* e *Panicoideae*, diversos estudos proporcionam a utilização da equação para identificar transições umidade-aridez.

Os resultados obtidos em valores mais altos indicam campos ou pradarias, com comportamento xerófito das gramíneas, apontando para condições climáticas secas. Já valores baixos de *lph* indicam gramíneas adaptadas a condições úmidas e comportamento mesófilo. A partir do trabalho de Barboni *et al.* (1999), Coe (2009) indica valores do índice *lph* entre 40 e 45 podendo distinguir a vegetação adaptada às condições áridas ou úmidas (*lph* < 40-45 – pradarias com gramíneas altas; *lph* > 40-45 – pradarias com gramíneas baixas)

$$lph (\%) = \frac{\text{Saddle}}{\text{Saddle} + \text{Cross} + \text{Billobate short cell}} \times 100$$

#### 4) Bi (Fs)

O protagonismo do morfotipo *bulliform cuneiform* neste índice se dá pela característica de sua produção. Este fitólito é formado envolta das células buliformes que são maiores e mais inchadas que as demais células presentes na epiderme das gramíneas e outras monocotiledôneas. Quando as folhas apresentam desidratação severa, as células buliformes se contraem e se o estresse hídrico ocorrer em duração considerável de tempo a sílica se precipita e impregna as células de maior porte, formando a estrutura fitolítica em foco.

$$Bi \% (Fs) = \frac{\text{Bulliform}}{\text{short cells} + \text{acicular} + \text{bulliform}} \times 100$$

Os índices fitolíticos por ora apresentados se constituem em abordagem teórico metodológica de boa empregabilidade em ambientes semiáridos. Em Ranulpho (2016) as respostas encontradas na chapada do Araripe foram satisfatórias na reconstrução paleoambiental. Entretanto, por ser ainda incipiente a utilização desta técnica no semiárido Nordeste, as assembleias contemporâneas de fitólitos bem como a cobertura espacial dentro deste bioma tão complexo são variáveis, este fato deve ser levado em conta quando da análise dos resultados.

### 3 CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL DO PARQUE DA SERRA DA CAPIVARA

Fundamental para entender a ocupação dos grupos pré-históricos no sudeste do Piauí, a contextualização ambiental indicará o quadro paisagístico sobre o qual os sítios arqueológicos analisados estão assentados, subsidiando então não uma macro visualização descritiva do complexo físico natural, mas sim o conjunto de geofatos que servem de orientação à paleo ocupação.

Assim, as escolhas dos sítios arqueológicos, objetos de estudo desta tese, tentam traduzir esta diversidade quanto às suas “geo”localizações. Entretanto, mais uma vez cabe discutir o nível escalar sobre o qual o observador está debruçado em cada um dos sítios, pois as descrições destes estarão condicionadas a uma certa hierarquia dos geo fatos, o que minimamente aponta para o “por quê” da ocupação pré histórica.

O PNSC está localizado no sudeste do Piauí, abrangendo as coordenadas 08°26'50" e 08°54'23" Sul e 42°19'57" e 42°45'51" Oeste, com área de 129.953 hectares. Devido à sua posição geográfica sobre contextos geológicos, florísticos e climáticos transicionais, a área foi palco de uma longa ocupação humana iniciada no Pleistoceno superior.

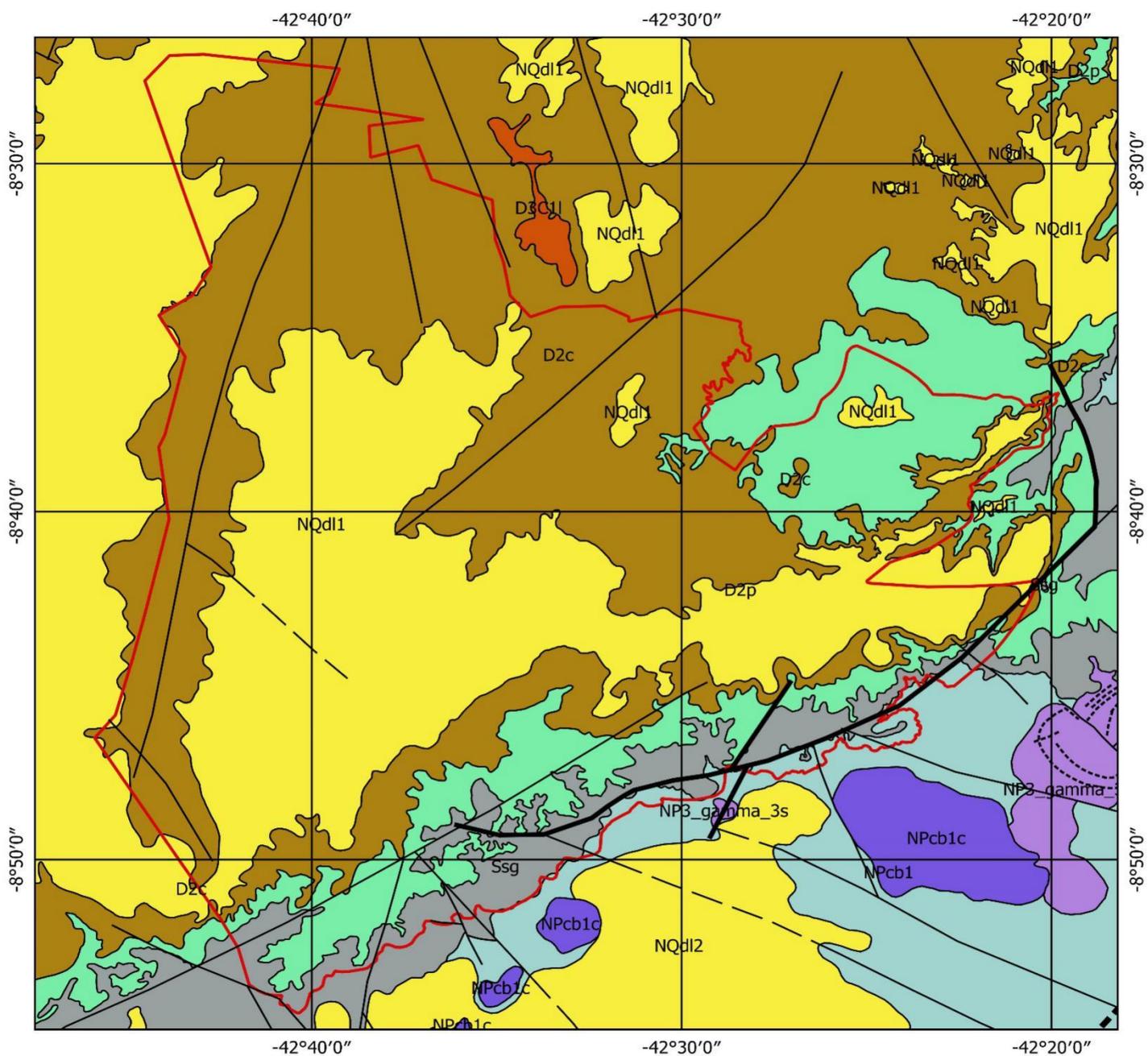
O Parque e seu entorno estão estabelecidos geologicamente no contato entre três províncias estruturais brasileiras, a mais antiga, a Província do São Francisco é formada por um cráton arqueano do embasamento da Plataforma Sul-americana. Este cráton tem sua dinâmica vinculada a sistemas de falhamentos reativados diversas vezes em eventos tectônicos ocorridos até o Clico Brasileiro.

Já a Província da Borborema é um núcleo complexo de rochas cristalinas dobradas vinculado ao Arqueano. Entretanto, é no ciclo Brasileiro que as dinâmicas tectônicas mais afetaram essa província, fomentando a formação de zonas de cisalhamento e falhamentos transcorrentes de direção E-W e NE – SW. No PNSC, os terrenos desta Província situam-se no seu setor extremo sudoeste, ao sul do lineamento Pernambuco, assinalando o limite da faixa de dobramento Riacho do Pontal.

Por fim, a Província do Parnaíba é uma bacia sedimentar intracratônica de contorno circular ou elíptico com perfil simétrico, baixa taxa de subsidência e sedimentação

homogênea. A sinéclise do Parnaíba é uma bacia de grande dimensão que abriga um pacote de 3.000m de espessura máxima de sedimentos. Embora essa bacia seja paleozóica, existem depósitos mesozoicos que ocupam grandes áreas (MORAES, 2016). A bacia ocupa uma área de aproximadamente 600.000Km<sup>2</sup> e tem formato poligonal alongado na direção NE-SW em concordância com o lineamento Transbrasiliano (MUTZENBERG, 2014).

Figura 6: Mapa Geológico do PNSC



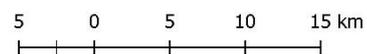
## Legenda

— limite do parque COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA

- Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
- Complexo Sobradinho - Remanso
- Formação Barra Bonita - Unidade I
- Formação Barra Bonita - Unidade I - calcário
- Formação Cabeças
- Formação Longá
- Formação Pimenteiras
- Grupo Serra Grande
- Suíte intrusiva Serra da Aldeia

## ESTRUTURAS

- Falha/fratura
- falha extensional encoberta
- Falha extensional (normal)
- ..... Lineamentos estruturais
- Zona de cisalhamento (transcorrente dextral)



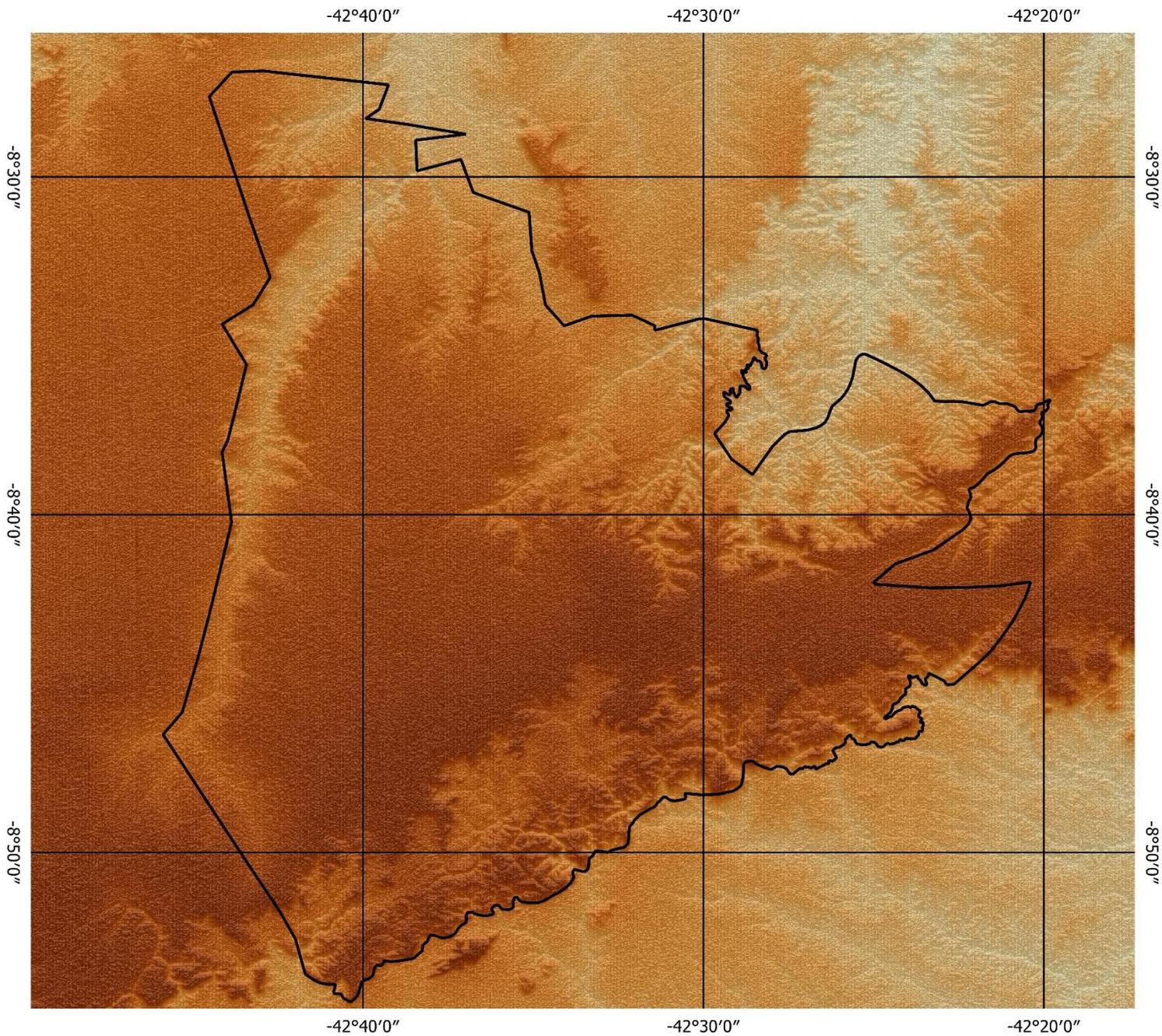
Datum Horizontal: South American Datum 1969 - SAD69

Adaptado de CPRM (2009) Projeto Borda Sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba  
Autor: Diogo Galvão



Fonte: Baseado em CPRM (2009), alterado pelo autor 2018.

Figura 7: Mapa Hipsométrico do PNSC.



### Legenda

	limite do parque		385
Hipsometria (metros)			440
	218		496
	274		551
	329		607

5 0 5 10 15 km

Datum Horizontal: South American Datum 1969  
- SAD69  
Fonte de dados topográficos: ASTER GDEM  
S09W043 - Precisão 30m  
Autor: Diogo Galvão

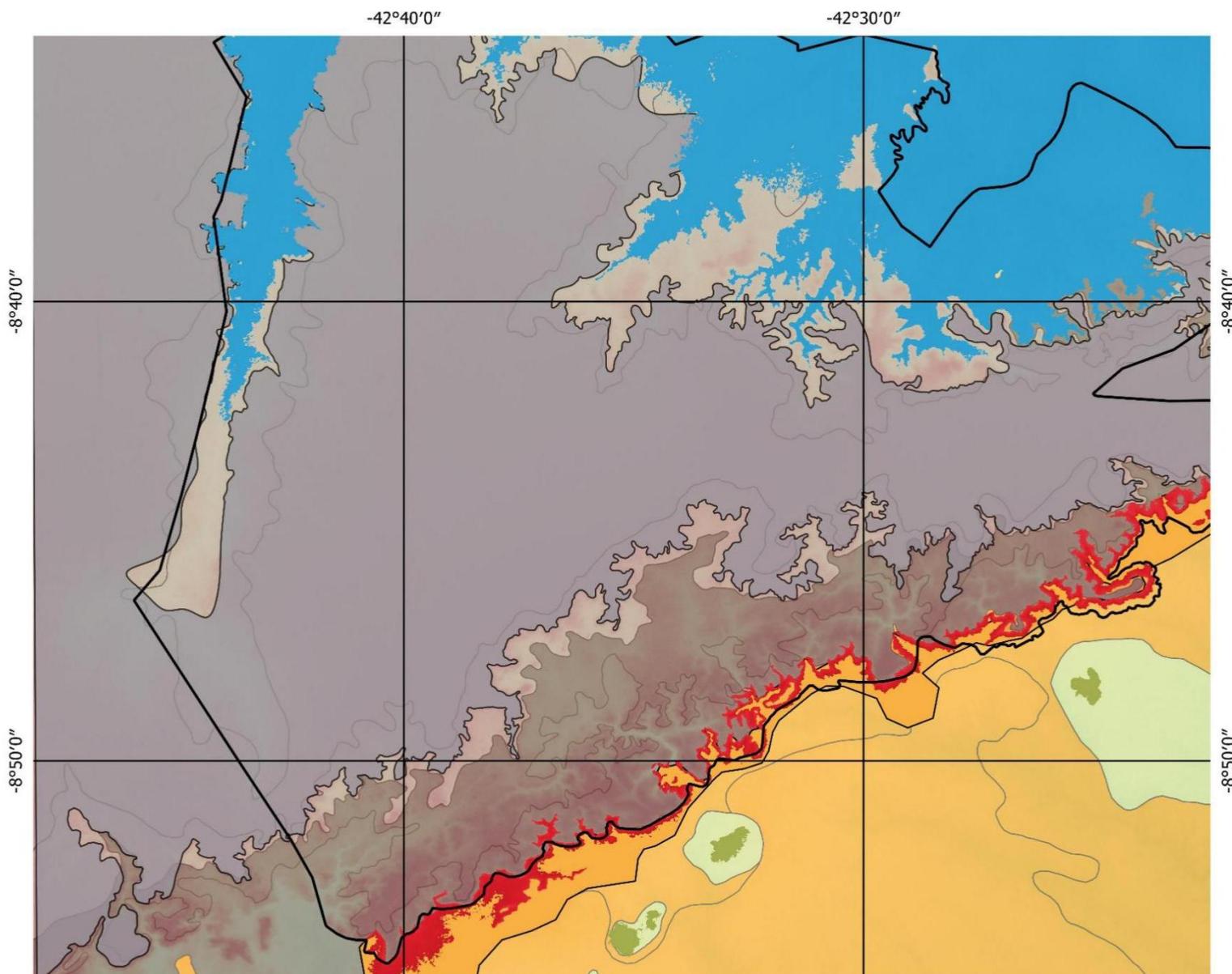


Fonte: Imagem SRTM, alterado pelo autor 2018.

Esta configuração tectônica e geológica fomentou a formação de paisagens únicas. A bacia sedimentar do Parnaíba sob a forma de sinéclise soerguida, passou de macro-área de acumulação regional para atuar como fonte de sedimentação cenozoica ao longo de suas escarpas e bacias de drenagem. Sobre a bacia se estabeleceram diversas feições morfológicas em diversas escalas, traduzidas em unidades de relevo de menor dimensão, arranjadas principalmente pela relação entre hidrografia e as morfestruturas esculpidas sobre os estratos sedimentares, subordinadas ainda aos aspectos biogeográficos, assim também geoarqueológicos.

Apesar das unidades serem definidas mormente com base na geomorfologia, buscando separá-las a partir dos produtos oriundos da erosão diferencial sobre o relevo cuestiforme, co-existem embutidas nessas primeiras configurações microespaciais que designam subgrupos paisagísticos que influenciaram a ocupação ou a sua ausência. As grandes unidades da paisagem geoarqueológicas que serão apresentadas a seguir foram definidas como *Front* densamente ocupado, Reverso dissecado em 450m e Estruturas carsticas em calcário cristalino.

Figura 8: Mapa das unidades da paisagem em escopo no PNSC,



## Legenda

- limite do parque
- |   |  |
|---|--|
| <p><b>Grandes grupos Geomorfológicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Depressão periférica</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pedimentos sob calcário</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #9e9e9e; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Reverso Preservado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Reverso Dissecado</li> </ul> | <p><b>Unidades da Paisagem Geoarqueológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #1e90ff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Reverso dissecado (450m)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Front densamente ocupado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Estruturas carsicas em calcário cristalino</li> </ul> |
|---|--|

2.5 0 2.5 5 7.5 10 km

Datum Horizontal: South American Datum 1969  
SAD69

Fonte dos dados: CPRM (2009) Projeto Borda  
SUdeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba  
Mutzemberg (2010)

Fonte de dados Topográfico: ASTER GDEM  
S09W043 - Precisão 30m

Autor: Diogo Galvão



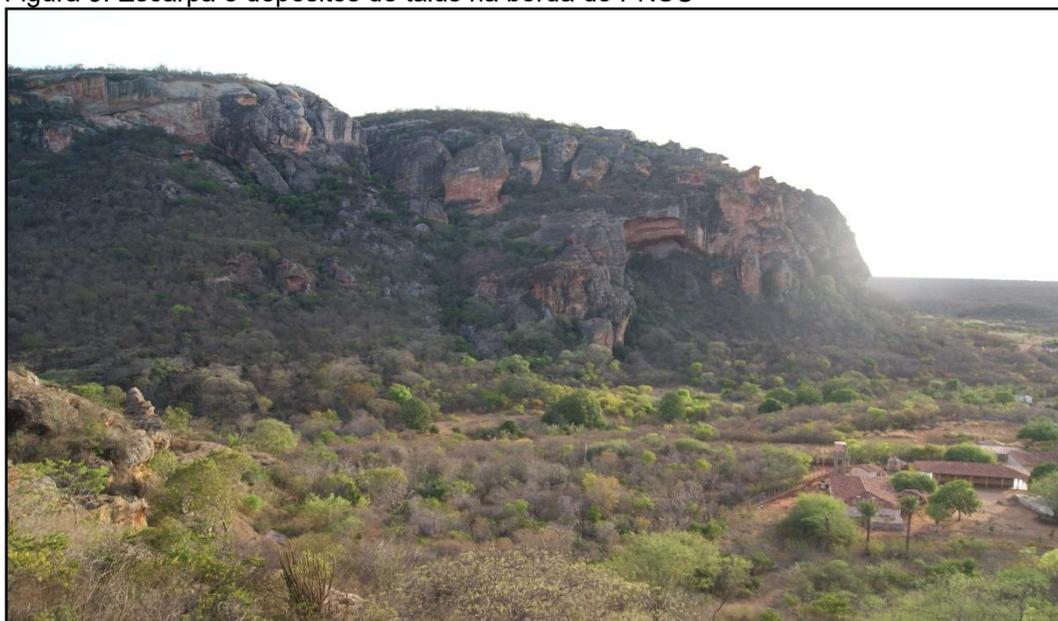
Fonte: Baseados em Mutzemberg (2010), alterado pelo autor, 2018.

### 3.1 O FRONT DENSAMENTE OCUPADO

A escarpa de recuo erosivo marca a divisão entre a depressão periférica e a superfície estrutural de cimeira, o reverso da *cuesta*. Os paredões apresentam morfologia ruiforme arredondada, alguns ultrapassando mais de 60 metros de altura (figura 9). O tectonismo atuou na borda da bacia sedimentar de maneira desigual, há inflexão dos blocos de NE a SW, sobrelevando o contato entre os metassedimentos da Faixa Riacho do Pontal e os siliciclastos basais do grupo Serra Grande. Já em trechos da área SE do Parque, o soerguimento atingiu níveis altimétricos correspondentes ao topo do planalto sedimentar (MUTZENBERG, et al., 2014).

O Grupo Serra Grande é a sequência basal da área de estudo, recobrimo diretamente as rochas das províncias São Francisco e Borborema, este grupo se apresenta por estreita faixa de direção NE-SW, sustentando a direção do *front* da *cuesta*. Seus componentes, a Formação Ipu apresenta os arenitos, conglomerados, arenitos conglomeráticos e diamictitos como principais litologias; A Formação Tianguá composta por folhelho cinza, siltito e arenito muito micáceo e a Formação Jaicós é composta por arenito e raros pelitos (GÓES & FEIJÓ, 1994).

Figura 9: Escarpa e depósitos de talus na borda do PNSC

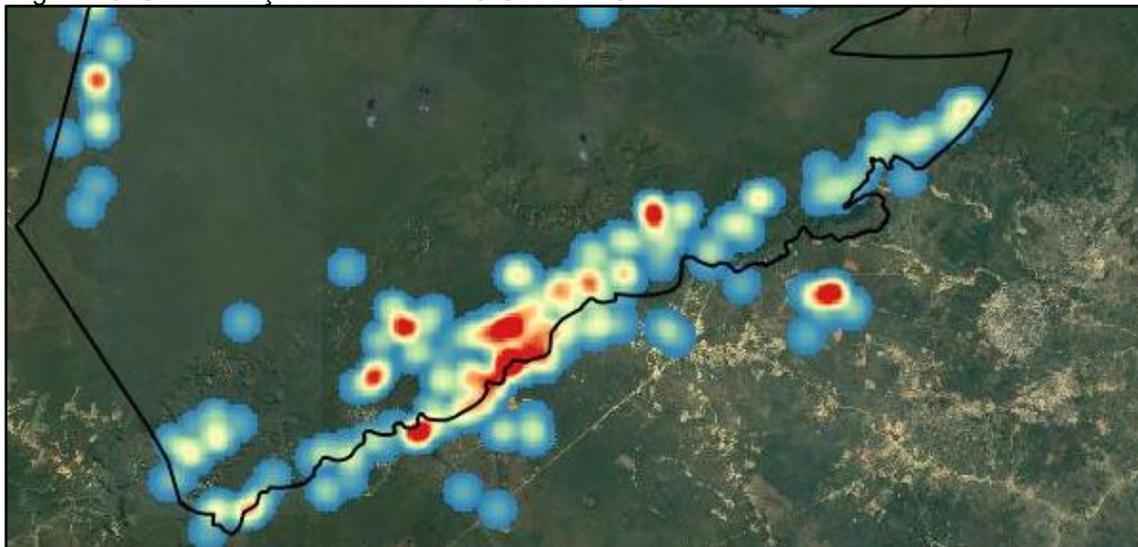


Fonte: Nicodemos, 2016

A constituição do *front* é dividida por Cornija, sendo a parte superior da encosta, apoiada pela camada mais resistente e o tálus, depósitos sedimentares grosseiros

situados na base deste *front*. Apesar de ser a menor morfoescultura em extensão, entre as três encontradas na área de estudo, o *front* tem importância impar para os estudos arqueológicos da Serra da Capivara, uma vez que detém mais de 500 sítios investigados até o presente, como indica a imagem a seguir.

Figura 10: Concentração de sítios no *front* do PNSC.



Fonte: Autor, 2018.

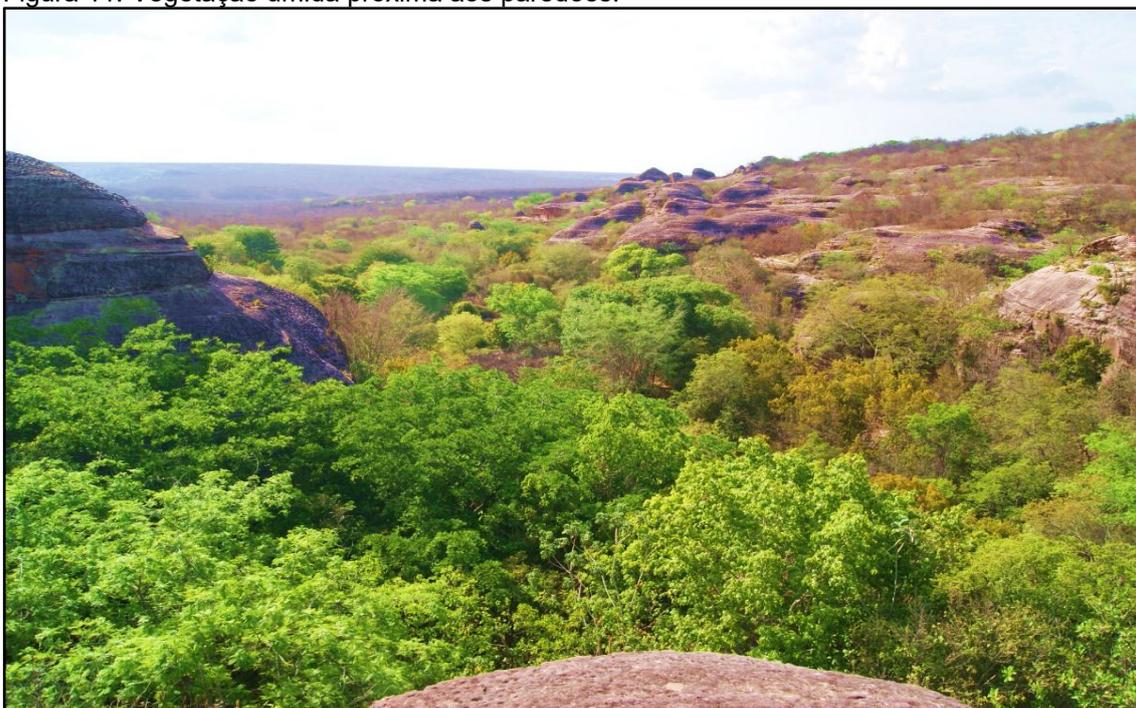
A concentração de sítios nesta unidade está alicerçada tanto na posição estratégica que estes elevados podem fornecer, quanto na diversidade de micromorfologias que subsidiaram a ocupação temporária ou fixa. Em primeira instância, fica clara a centralização das representações gráficas nas encostas desnudas e sem sobreinclinação como indica Pellerin (1984), o que obviamente facilita os mais distintos usos destas representações, desde demarcar território a encenações de caça. Aqui, o depósito de tálus também apresentam importância para a reconstrução paleoambiental, uma vez que a variação de altura das imagens rupestres pode fornecer o volume sedimentar alojado no passado na base das encostas, que fora removido devido a ação erosiva até o momento da ocupação.

Entretanto, o tálus vai muito além do papel de suporte para os povos pretéritos produzirem a arte rupestre, por ser material incosolidado e de granulometria diversa, esta micromorfologia é fundamental para a economia pré-histórica, fornecendo matéria prima para a produção de artefatos líticos, além de possibilitar ações ritualísticas como o enterramento. Outra notável característica do tálus na paisagem do relevo cuestiforme, em ambiente semiárido, diz respeito à retenção prolongada de umidade, que junto com a drenagem obsequente, possibilitam a colonização por

vegetação mais densa e perene que aquela encontrada sobre os pedimentos da depressão periférica, Esses aspectos mesológicos também sugerem uma atitude possibilista sobre a ocupação diferenciada destas áreas.

Quanto a vegetação, o *front* e suas reentrâncias erosivas estão preenchidas por uma caatinga arbórea de baixa a média densidade, essa variância entre os portes da caatinga estão relacionadas aos substratos. Na área onde aflora o grupo Serra Grande, é verificada a caatinga arbórea baixa de média densidade com estratos frutescente, estrato arbustivo baixo, alto e estrato arbóreo baixo. Predomina nesta unidade as espécies *Piptadenia obliqua* (Angico de bezerro), *Cenostigma gardnerianum* (Canela de velho), *Manihot caerulescens* (Maniçoba) e *Bursera leptophloeos* (Imburama vermelha) (SANTOS, 2007).

Figura 11: Vegetação úmida próxima aos paredões.



Fonte: Autor, 2016.

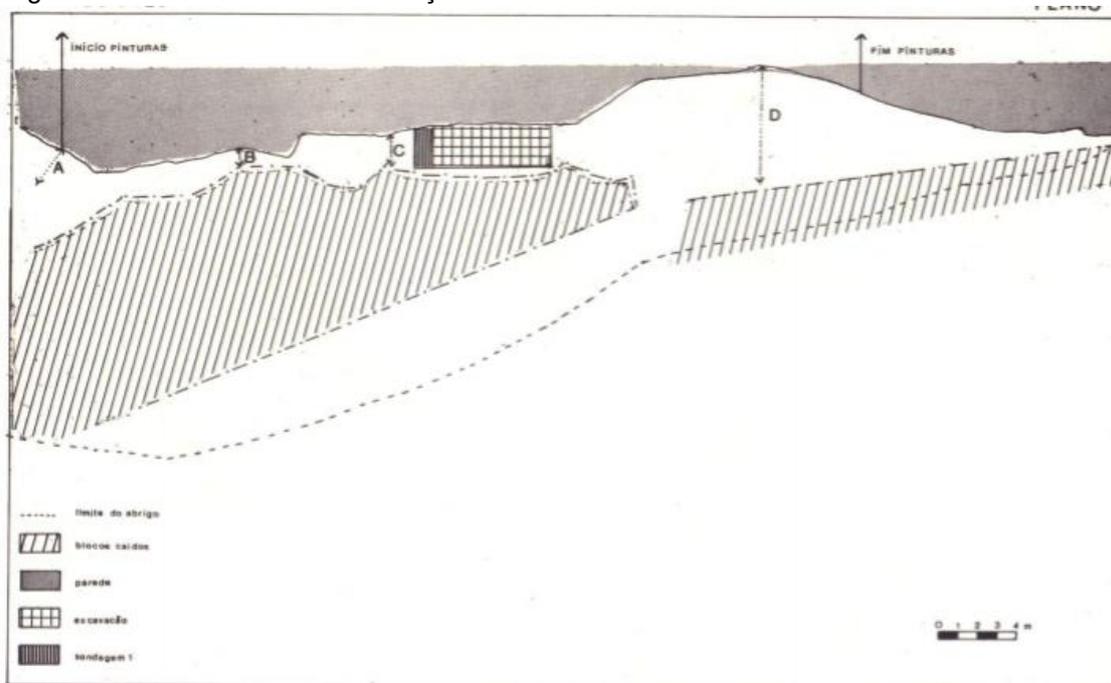
É a partir desta perspectiva de possibilitar a variada ocupação, que o *Front* do PNSC apresenta um dos sítios mais importantes para a arqueologia brasileira, o qual é uma das áreas de estudo desta pesquisa.

### 3.1.1 Sítio do Meio

Este sítio foi descoberto no ano de 1973 e está relacionado a aqueles sítios evidenciados na primeira missão de documentação das pinturas pré-históricas da

região. Posteriormente, foram realizadas diversas escavações (1978, 1980, 1991, 1992, 1993, 1999 e 2000), assim evidenciando sua importância para a arqueologia do PNSC.

Figura 12: Planta baixa das escavações do sítio da Toca do Meio



Fonte: Guidon & Andreatta.

A Toca do Sítio do Meio é um abrigo sob o paredão do *front*, situado na Serra Talhada, sobre os arenitos da Formação Ipu, unidade basal do Grupo Serra Grande, Bacia do Parnaíba. O Sítio está inserido em um dos bordos de um pequeno vale tributário com extensão longitudinal de aproximadamente 750m, encaixado entre dois paredões separados por cerca de 190m. O sítio em questão localiza-se na margem direita da pequena drenagem, bem próximo ao seu exultório e à confluência com outro tributário.

Quanto à morfologia, o abrigo do Sítio do Meio apresenta grande dimensão, onde o paredão esculpido por erosão diferencial do arenito, expõe feições côncavas que quando preenchidas por sedimentos carregados transforma-se em convexa no sopé destas vertentes. Há ampla quantidade de grandes blocos de arenito e siltito desprendidos do teto, atribuindo uma característica ruiforme ao aspecto geral do relevo

Figura 13: Grande do abrigo do Sítio da Toca do Meio



Fonte: Egberto Araújo (2014).

Segundo Santos (2007), na Toca do Sítio do Meio foi evidenciada a partir de datações de radiocarbono, uma cronologia abrangente, com dados de até 20.280 anos AP. Os registros associados neste sítio são de numerosas indústrias líticas (lascas trabalhadas, diversidade de raspadores, lâminas, *choppers* e lesmas). Também foram encontrados fragmentos de cerâmicas com datação, diretamente associada pelo carvão, de 8.960 anos AP. A ocupação mais antiga registrada neste Sítio se encontra sobre o contato do colúvio com a base rochosa.

### 3.2 REVERSO DISSECADO (450M)

A unidade de paisagem, Reverso Dissecado, trata-se de um elemento topográfico do relevo cuestiforme. O Reverso é o compartimento de cimeira da *cuesta*, os seus limites são o contato com o *front* e o centro da bacia sedimentar, acompanhando o sentido e inclinação do mergulho de suas camadas (CASSETI, 2005).

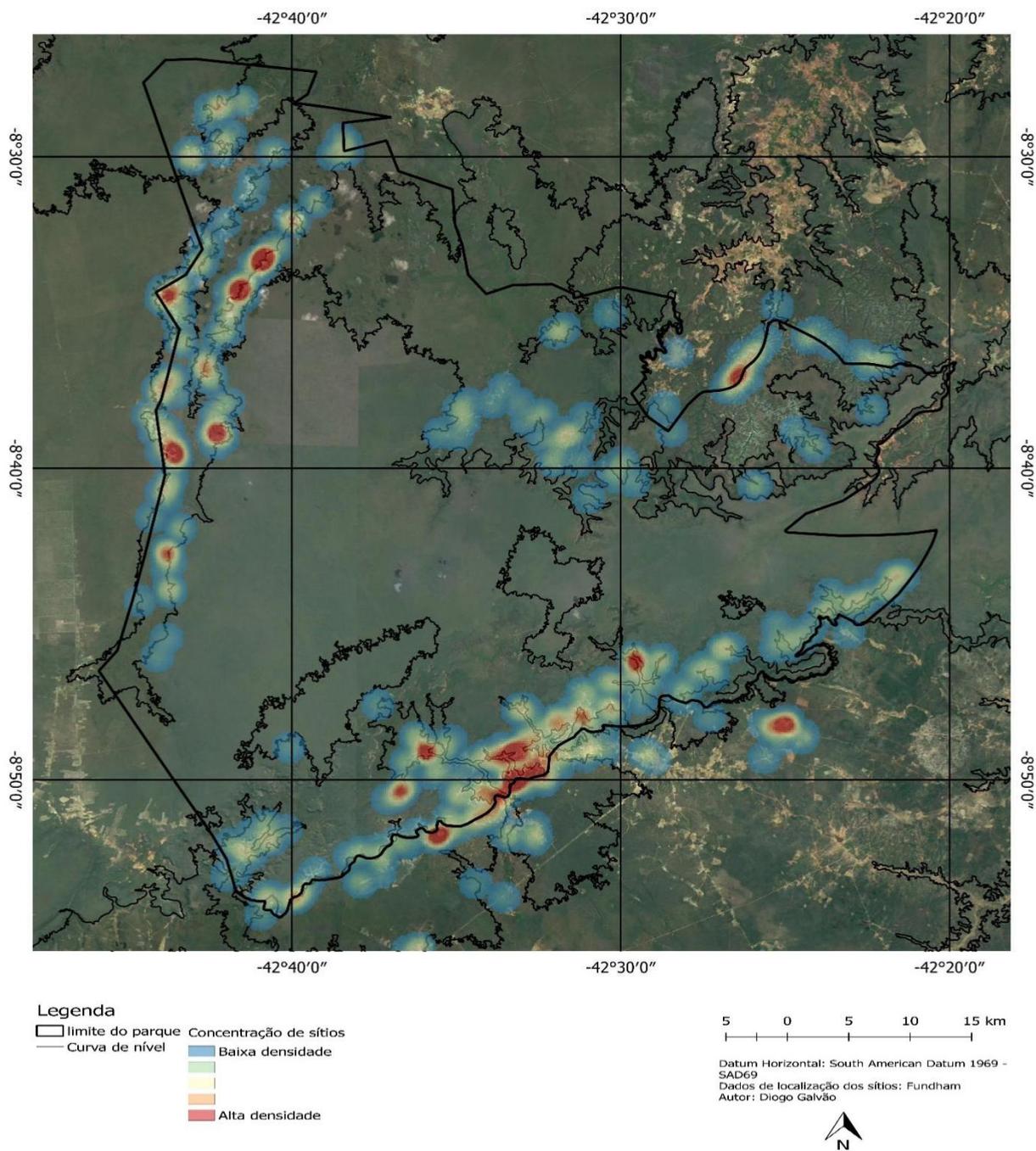
O reverso ocupa aproximadamente 75% da área estudada. Sobre este compartimento existem duas subáreas, as preservadas, são mormente recobertas por eluvios de latossolos amarelados com ou sem ferricrete e apresentam níveis de dissecação moderados com altitudes acima de 450m (MUTZEMBERG, 2010). Nestas áreas, encontra-se primordialmente a Formação Pimenteiras que consiste no intercalamento de estratos pouco espessos de arenitos finos, argilosos, subangulosos, cinza a avermelhado, com folhelhos cinzas e marrons, além de conter finas intercalações de siltitos. A partir da cota de 450m, o reverso apresenta um aumento na dissecação que consiste na segunda subárea, definida como unidade dissecada.

O foco do estudo exclusivamente sobre a unidade dissecada, conquanto unidade de paisagem, se dá principalmente pela quase ausência de sítios nas áreas preservadas e conseqüente concentração nas áreas dissecadas, formadas por vales recobertos por vegetação de porte mais alto e úmido que suas áreas circunvizinhas, como pode ser observado na imagem a seguir (Figura 14).

A drenagem que acompanha o mergulho da camada, denominada conseqüente, no PNSC fornece concentração significativa de sítios em seus vales, principalmente na Serra Branca. O padrão desta drenagem é de treliça e seus cursos podem tanto proporcionar o surgimento de depósitos holocênicos em superfícies alveolares, quanto exumar a seqüência subjacente, alcançando até as camadas de rochas sedimentares do Permiano.

A drenagem também subordina a vegetação local, nesta unidade é encontrada a formação arbórea média densa, onde nos vales internos da chapada há o predomínio de *Lauráceas* e *Ocnáceas*.

Figura 14: Mapa de concentração dos sítios e sua relação topográfica



Fonte: Autor, 2018

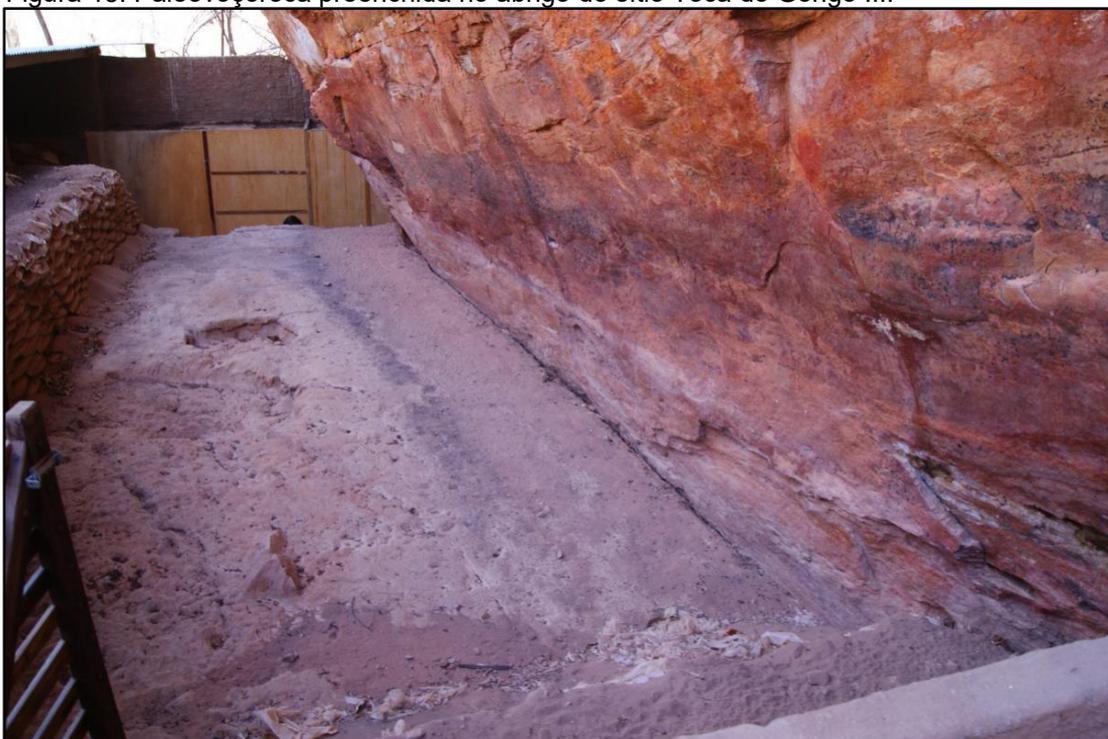
Este padrão de drenagem também influencia a configuração dos sítios arqueológicos, por apresentar concentração de fluxos em eventos espasmódicos em erosão linear no fundo dos vales. A ação desses tanto altera a paisagem quanto evidencia adaptações a este tipo de erosão.

### 3.2.1 Toca do Gongo III

Este sítio faz parte do circuito Gongo, homônimo da Serra na qual está localizado, no município de João Costa. Foi descoberto no ano de 1973 apresentando pinturas rupestres e gravuras, entretanto no ano de 2013 foram descobertas ossadas humanas em um cemitério com 12 indivíduos.

Os corpos pertencem principalmente a crianças, sendo que alguns foram enterrados em urnas funerárias e outros em enterramento simples. Além das ossadas, no sítio também foi encontrado material lítico, rochas e minerais que possivelmente estão associados aos enterramentos. Segundo Moraes (2016), este Sítio apresenta singular relevância pela baixa existência de registros de sepultamento no PNSC, mas apesar desta importância, o sítio Toca do Gongo III ainda é pouco estudado.

Figura 15: Paleovoçoroca preenchida no abrigo do sítio Toca do Gongo III.



Fonte: Nicodemos, 2016.

Quanto à sua morfologia o sítio da Toca do Gongo III está situado em um *surplomb* em forma de abrigo, no contexto morfoestrutural do reverso da cuesta. Os artefatos

e enterramentos encontrados neste sítio estão aprisionados nos sedimentos quaternários no sopé da elevação logo abaixo do teto do abrigo, assim esculpando uma cunha com vértice maior voltado para cima. Esta configuração juntamente com a erosão linear apresenta um complexo arranjo estratigráfico, no qual uma camada antiga fora dissecada por uma possível voçoroca desativada que posteriormente foi preenchida. O contato erosivo da voçoroca e seu preenchimento resta claro pela presença de uma camada de matéria orgânica recobrando as paredes verticais e preenchendo as paredes da antiga incisão.

### 3.3 ESTRUTURAS CARSICAS EM CALCÁRIO CRISTALINO

A terceira grande unidade paisagística está situada na área de topografia rebaixada da borda do PNSC, que consiste em uma sequência de pedimentos vinculados à depressão subsequente que margeia o setor elevado da *cuesta*. Estes pedimentos estão na sua totalidade dissecados, com vales entalhados, apresentando alta ocorrência de cobertura de mantos intempericos e diversidade de tipologias de solos (MUTZEMBERG & CORRÊA, 2014).

Os vales obsequentes são responsáveis pela retirada dos colúvios depositados nas encostas do *front* da *cuesta*. Os canais destes vales apresentam um padrão distributivo paralelo e são afluentes do Rio Piauí que corre paralelo ao *front*. Esta configuração é uma definição elementar de drenagens subsequentes que são estruturadas em falhas e fraturas paralelas a falhas que originaram as bacias soerguidas.

Segundo a classificação do mapeamento geomorfológico do PNSC realizado por Mutzemberg & Corrêa (2014), a depressão apresenta uma diversidade de unidades de modelados, subordinados principalmente por diferenciações litológicas intrínsecas à Província da Borborema e sobre uma destas unidades estão situados os dois últimos sítios alvos desta pesquisa, a saber, as cristas de calcário metamórficos e suas morfoesculturas.

O relevo cárstico tem origem pela combinação de dissolução química e erosão mecânica, sendo a primeira protagonista na evolução desta unidade. Suas morfologias resultantes são as dolinas, sumidouros, ressurgências, lapiás, grutas e abrigos, nas quais a circulação de águas é predominantemente subterrânea. As

zonas cársticas residuais do PNSC constituem-se por vários morros ou serrotes de pequenas dimensões, que apesar de formarem espacialmente dois conjuntos cársticos, são considerados como uma única unidade de modelado. Os morros individualizados são escamas calcárias, basculadas por uma fase tectônica de cavalgamento (Rodet, 1997 *appud* Guérin *et al*, 1999).

A vegetação na depressão, onde está situada a unidade em tela, foi classificada por Emperaire (1980) como uma caatinga arbustiva baixa, esta configuração é suporte para algumas manchas de caatinga arbustiva baixa aberta, quando há bolsões de arenitos desagregados. Algumas espécies que fazem parte desta formação são: *Byrsonima correifolia* (Murici), *Callisthene microphylla* (Folha miúda), *Melocactus bahiensis* (Coroa de frade) e *Arrojadoa rhodanta* (Rabo de raposa).

Figura 16: Afloramento de Calcário metamórfico na margem do PNSC



Fonte: Google Earth, alterado pelo autor, 2018.

Os relevos cársticos estão próximos ao front da cuesta, colocando-os dentro do complexo espaço-funcional da Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada, o sítio arqueológico mais importante da região, com uma ocupação humana possivelmente remontando a 50.000 anos A.P.

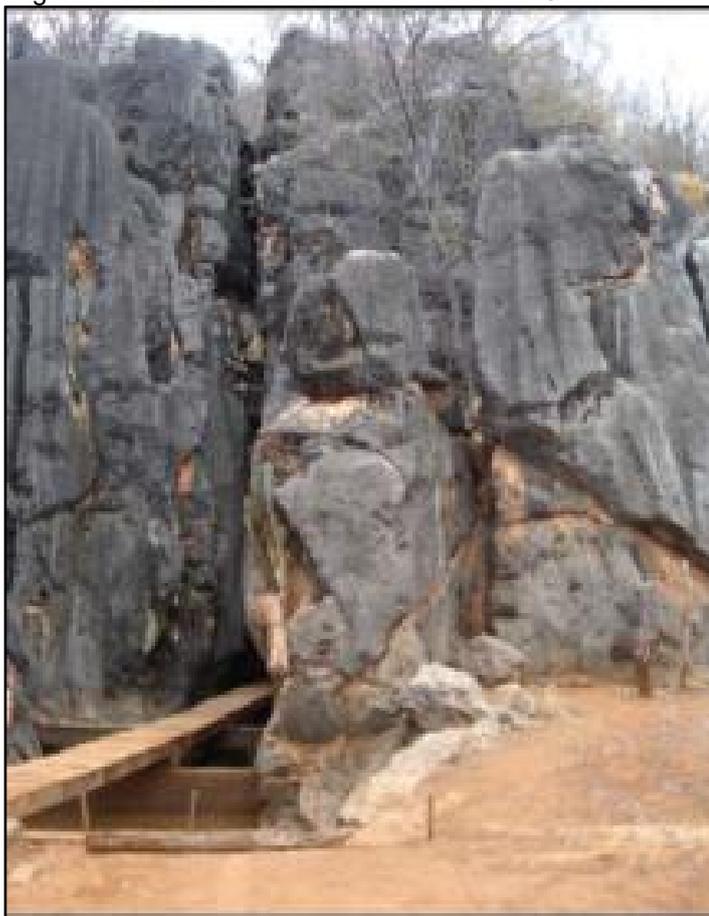
O carste apresenta características ruiformes e mormente desnudas, suas cavidades de diminutas dimensões são oriundas da compartimentação tectônica e segmentação dos maciços. Há presença de metacalcário calcítico, microcristalino, finamente laminado e segundo Guérin *et al* (1999) estas configurações são favoráveis à preservação de fósseis.

Então tendo como protagonismo a recorrência de água subterrânea, bem como favorecimento na preservação de fósseis, o relevo carstíco é um excelente cenário para concentração de sítios fora da estrutura soerguida da *cuesta*. Assim, diversas foram as pesquisas realizadas nesta unidade, destacando-se La Salvia (1998), Guérin *et al* (1999) Felice (2006).

### 3.3.1 Toca do Gordo do Garrincho

O morro do Garrincho é um afloramento de maciços calcários metamórficos do Neoproterozóico que apresenta um conjunto de “tocas”, sendo a principal delas é a do Gordo Garrincho. Este sítio foi descoberto por moradores da região, que buscavam aproveitar as águas concentradas neste ambiente geológico (FELICE, 2006).

Figura 17: Entrada da caverna no morro do Garrincho.

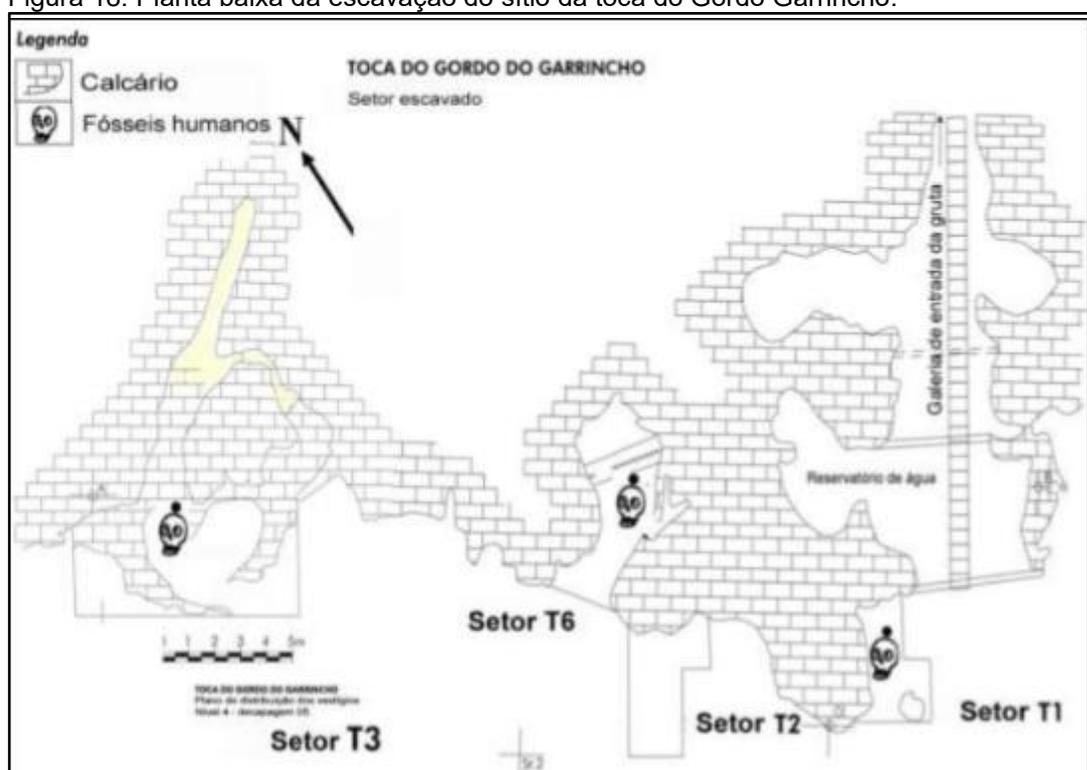


Fonte: Moraes, 2015.

O material escavado pelos moradores foi examinado a partir de 1986 e diversos artefatos foram resgatados, seguido pelo reconhecimento de ossadas humanas pelo paleontólogo Claude Guérin. As campanhas de escavação tomaram sentido da galeria em direção aos salões da caverna.

O sítio apresenta tanto elementos que apontam para a ocupação humana, como dentes, como associados aos fósseis de mamíferos pleistocênicos sob o manto estalagmítico, datado em  $12.170 \pm 40$  AP, além de fragmentos cranianos, fronto-parietal atribuídos a um *Homo sapiens* arcaico. Dentre o conjunto de fósseis de paleofauna destaca-se a presença de *atonyxcuvieri* (preguiça terrestre mais abundante), *Scelidosp.* (Preguiça), *Eremotheriumlundii* (preguiça), *Dasyrodinae* (tatu gigante) *Pampatheriumhumboldti* (tatu gigante, mais recente espécie datada em  $11040 \pm 190$  AP).

Figura 18: Planta baixa da escavação do sítio da toca do Gordo Garrincho.



Fonte: Peyre *et al*, 2009.

Em um segundo momento, escavações foram realizadas na parte externa do relevo cárstico. As trincheiras evidenciaram também ocupação humana e de megafauna em distintas camadas. Estas missões, são um importante aporte de dados para a compreensão da evolução da paisagem e adaptações humanas (MORAES, 2016).

### 3.3.2 Sítio Toca da Janela da Barra do Antônio

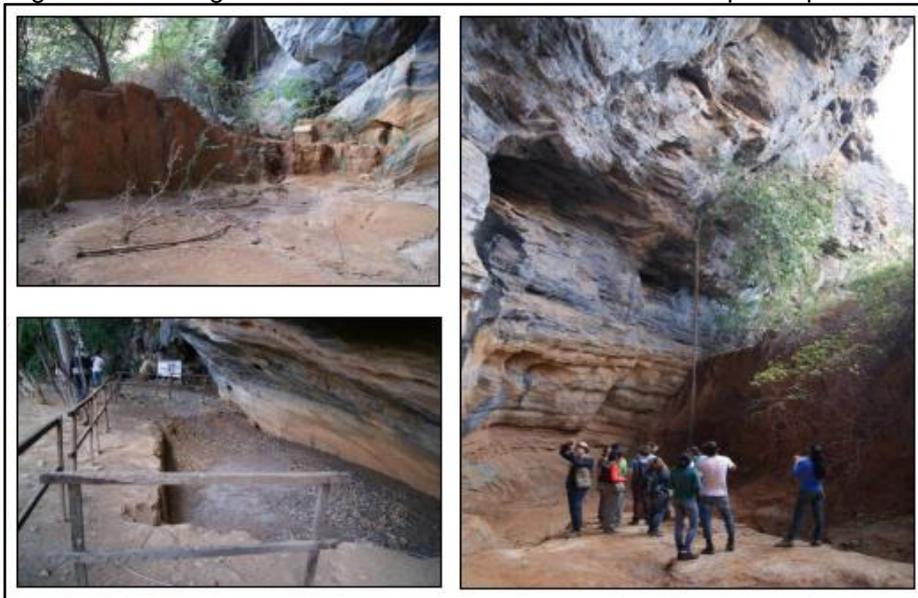
Neste sítio foram descobertas, entre escavações de 1986 a 1990, várias ocupações humanas com indústria lítica e presença de ossos humanos, sendo o mais famoso

um esqueleto de uma jovem mulher sob enormes blocos caídos, com datação estimada em 9.700 anos (PEYRE, 1993).

O sítio está localizado no Serrote do Antonião, o maior maciço calcário desta zona, com extensão de 600 m no sentido N/S e 450 m no sentido E/W. A base do sítio está abaixo do nível de sedimentação do entorno, constituindo-se num ponto de convergência das águas superficiais dos períodos chuvosos, contribuindo para a formação dos depósitos fossilíferos (GUÉRIN *ET AL*, 1999).

A toca se configura como um vasto abrigo com largura de 180m e profundidade próxima de 30m, as escavações realizadas por Guérin foram efetivadas em 4 setores numa área total de 750m<sup>2</sup>. A parede do abrigo apresenta desgaste erosivo decorrente das chegadas de água por condutos forçados durante os períodos chuvosos. Os sedimentos mal selecionados e a distribuição dos ossos e artefatos líticos embasam a circulação intracárstica da água.

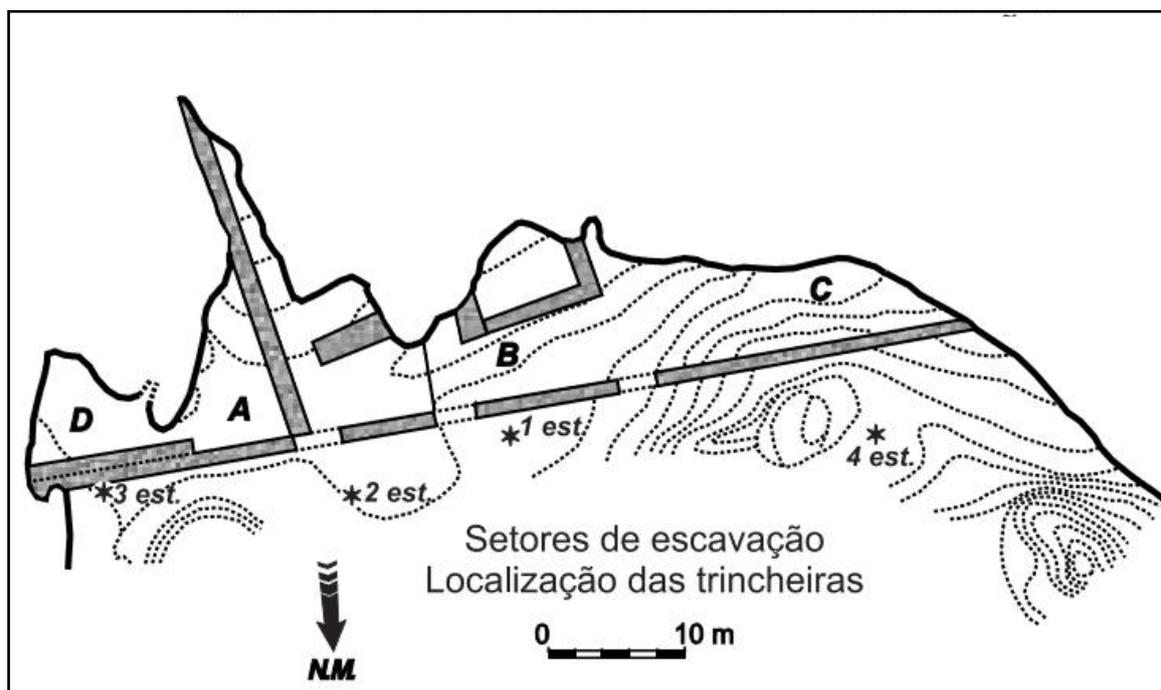
Figura 19: O abrigo da Toca da Janela do Antonião e seu espesso pacote coluvial .



Fonte: Autor, 2016

Para Guérin *et al* (1999) A comunidade ecológica definida pelo conjunto da fauna presente possui características bem particulares: a proporção elevada de espécies muito grandes, testemunha de uma vegetação muito abundante. A proporção elevada de predadores, a abundância de onívoros, a predominância de herbívoros hysodontes sobre os brachyodontes e a dos grandes terrestres ubiqüistas, seguidos dos grandes terrestres florestais, levam a pensar numa paisagem mista.

Figura 20: Planta baixa do sítio da Toca da Janela do Antonião.



Fonte: Guerin *et al*, 1999.

### 3.4 ANTECEDENTES PALEOAMBIENTAIS

Outro ponto importante que auxilia o objetivo desta tese, é a revisão de estudos realizados com mesmo foco tanto na própria área de estudo quanto em sua região. Apesar da dificuldade em se obter resultados definidores de paleoambientes, seja pela escassez e descontinuidade das informações ou pelo método escolhido, quando se utiliza o conhecimento arqueológico somado as geociências, mormente tem-se resultado mais satisfatórios.

Há uma retroalimentação informacional a partir de dados arqueológicos e os geodados, o que favorece na contextualização do paleoambiente pleisto/holocênico. Contudo, primeiro buscará uma contextualização regional do paleoclima do Nordeste a partir dos dados sedimentológicos, após serão apresentados os resultados de métodos *multi-proxys* como palinologia e paleontologia focando na área de estudo desta tese.

Os primeiros cientistas a recriar a história climático-vegetacional das paisagens da porção tropical da America do Sul, a partir de testemunhos sedimentares marinhos de profundidade, foram Damuth e Fairbridge (1970) que em suas pesquisas apontaram uma semelhança entre a circulação atmosférica atual e a que prevaleceu

durante os períodos interglaciais. Porém, os autores constataram que nos períodos glaciais houve mudanças na circulação atmosférica devido à alteração da posição da célula de alta pressão subtropical, situada no meio do Atlântico sul, que se deslocara para 10°S. Somado a isto, a diminuição da evaporação dos oceanos, ocasionada pela redução da radiação solar, fizeram com que o continente sul americano passasse por momentos mais secos e frios, provocando mudanças na cobertura vegetal, fazendo as florestas cederem vez às savanas abertas.

A partir do ponto de vista da discrepância entre a vegetação atual e o clima vigente na porção central do Brasil, Harris e Fairbridge (1967) elaboraram uma sequência dos tipos climáticos que poderiam ter ocorrido desde o princípio da última glaciação até o presente, os autores apontam que no último interglacial houve expansão de uma “Zona Tropical Úmida” para praticamente todo o continente sulamericano, englobando também o Nordeste brasileiro.

Já Behling et al. (2000), utilizando métodos de datação absoluta e analisando sedimentos marinhos, apresentou dados para a área do Nordeste, principalmente no Ceará, afirmando a presença de elementos do bioma Caatinga desde 48k anos AP, com variações de precipitação e umidade episódicas em 40, 33 e 24 mil anos AP. Há indícios de período mais úmido entre 15.5 a 11.8 mil anos AP.

Pesquisa realizada por Tintelnot (1996), também em escala regional, afirma que apesar do ambiente continental nordestino ser majoritariamente semiárido no Pleistoceno superior, com momentos secos e frios no último máximo glacial, houve um aumento considerável de umidade e precipitação na transição Pleistoceno/Holoceno, o que acarretaria em paisagens diferentes em um mesmo local e tempos distintos.

Estudos realizados no sistema de dunas fixadas no médio rio São Francisco, a noroeste da Bahia, Barreto (1996) examinou as acumulações sedimentares eólicas transportadas por ventos de SE-E, que representariam um importante indicador de mudanças climáticas na região. A partir de datações por termoluminescência (TL), a paisagem estudada apresentou entre o Pleistoceno superior até o presente, três fases de reativação de dunas, com modificações na morfologia destes relevos e a variação dos sentidos dos ventos, bem como sua intensidade.

A ausência de idades de TL entre 10.500 e 9.000 anos AP, segundo a autora, é um indício de que neste momento não ocorreu importante atividade eólica na área. Além disso, Barreto (op.cit.) aponta que a ausência de atividade eólica nesta época corresponde ao término do último episódio glacial mais importante do Hemisfério Norte, o que estaria relacionado a uma nova condição climática regional que foi caracterizada, sobretudo pelo aumento de umidade.

Apesar de serem considerados momentos de máxima aridez no Pleistoceno final (AB'SABER, 1999), pesquisas realizadas em áreas distintas do Nordeste continental, apresentam tanto uma variação cronológica para estes eventos secos, quanto as respostas em escalas espaciais. Para La Salvia (2006), durante esta máxima aridez pleistocênica, é possível encontrar evidências de uma drenagem ainda perene, passando por uma fase de diminuição no volume de água escoada, o que implicaria que a duração deste nível de aridez não foi tão prolongada ou sempre seria interrompida por momentos de umidade. Portanto, na escala regional, mesmo o indicativo de uma predominância paleoclimática pode ser contrariado quando há um refinamento espacial nas pesquisas.

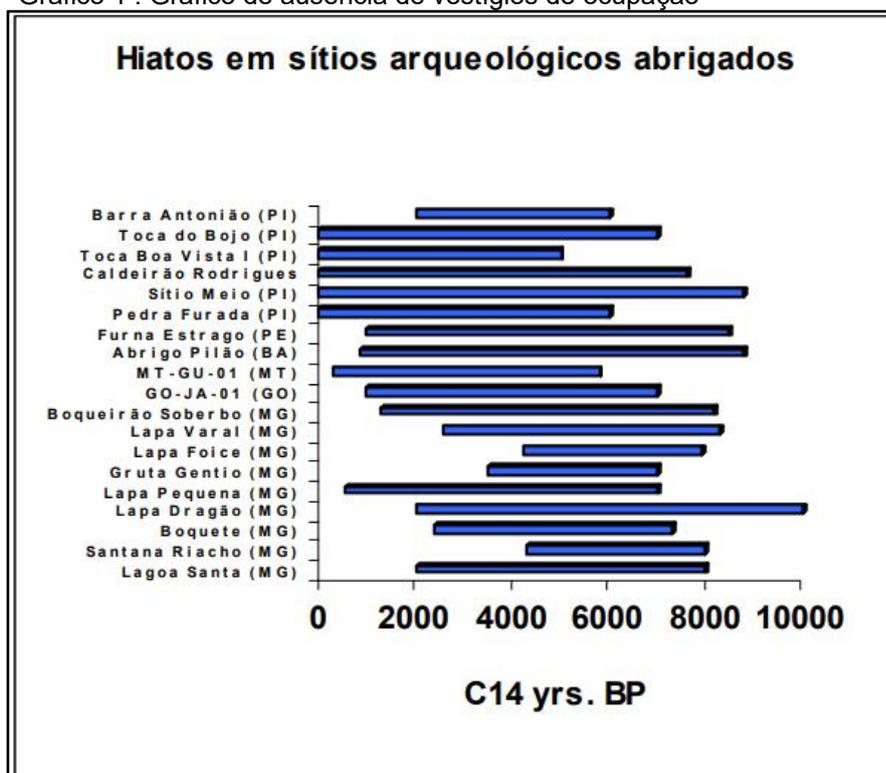
Em áreas de exceção, como brejos de altitude, as pesquisas apesar de possibilitarem o aprofundamento do cenário climático regional, as repostas as oscilações climáticas são mais específicas. No cruzamento entre os dados de depósitos coluviais de Corrêa (2001), Tavares (2015) e Amorim (2015) todos obtidos na Serra da Baixa Verde na divisa entre Pernambuco e Paraíba, foi possível identificar as respostas geomorfológicas para cada fase climática e sua escala de atuação.

No final do *Yonger Dryas* (cerca de 11k AP), foi identificado entre Tavares e Amorim, o aumento da temperatura global com a ocorrência de eventos de variação entre fases curtas de períodos secos e úmidos com grande capacidade de remoção de sedimentos. Já na transição Pleistoceno/Holoceno (cerca de 10k AP), Correa e Tavares identificaram um período de reumidificação e aumento da intensidade de chuvas torrenciais na região. No Ótimo climático (entre 9 a 4,7k AP), nos estudos dos três autores houve uma maior disponibilidade de calor e umidade em todo o planeta e aumento na intensidade da atuação de sistemas produtores de chuva, como a Zona de Convergência Intertropical.

Estudos realizados nos Parques do Araripe (Ceará), Sete cidades (Piauí) e na reserva Biológica das Guaribas (Paraíba) apontaram a presença de vegetação arbórea em grande parte das áreas de estudo na transição Pleistoceno/Holoceno (entre 18 a 10 k AP), com clima mais úmido. Surgindo uma expansão de vegetação aberta do tipo cerrado a partir do 10 k AP até 3,2 k AP, indicando a presença de clima mais seco que o anterior. Há o retorno de um cerrado arborizado ou cerradão nas áreas, que se relaciona com rápida reumidificação até 2 k AP (MOTA, 2012).

Assim, o quadro geral paleoclimático do Nordeste apresenta um momento de aridez no Pleistoceno final já com oscilações episódicas de umidade, que posteriormente esta umidificação seria uma característica comum da transição Pleistoceno/Holoceno. Houve então um aumento de temperatura no Holoceno Inferior e Médio, mas mantendo certo nível de umidade. Transacionando para o clima atual a partir do Holoceno Médio, com poucos episódios de reumidificação.

Gráfico 1 : Gráfico de ausência de vestígios de ocupação



Fonte: Araújo et. al., (2007)

É possível estabelecer relações entre pesquisas paleoclimáticas e arqueológicas, seja para trazer mais robustez quanto as hipóteses apresentadas ou para uma disciplina auxiliar a outra em suas interpretações. Araújo et. al. (2007) elaborou um gráfico de hiatos arqueológicos para os sítios em abrigos rochosos na porção central

do Brasil. Evidenciando a diminuição de vestígios de ocupação durante o Holoceno Médio, o que coadunaria com implicações ambientais para tal momento, como indicado nos parágrafos anteriores.

Para a área de estudo, as respostas aos paleoclimas foram estudadas por certa diversidade de métodos e técnicas. Mutzenberg (2010) analisando os depósitos sedimentares no Boqueirão da Pedra furada e correlacionando-os com os vestígios arqueológicos, encontra marcas de leques aluviais com morfologia de ambientes com grande energia com datação em 80 k AP, identificada também por Santos (2007), onde houve eventos de colúviação entre 84 a 76 k AP.

Os dados entre Mutzenberg (2010) e Santos (2007) também se coadunam no Último Máximo Glacial, uma vez que o primeiro encontrou traços de ambientes mais frios e secos com episódios pluviais de grande magnitude, já a segunda autora, identificou a remoção de material mal selecionado, reafirmando os episódios encontrados por Mutzenberg. Na transição Pleistoceno/Holoceno há uma rápida mudança do clima, com aumento da temperatura e de precipitação, sugerindo uma cobertura vegetal mais densa e aumento de ocupação humana (MUTZENBERG, 2010).

Trabalhos palinológicos também contribuem para melhor definição paleoclimática do PNSC e seu entorno. Estudos realizados no Boqueirão da pedra furada e do Sítio do meio, utilizando coprólitos, em busca de pólenes, demonstram que entre 12.000 e 9.000 anos havia uma vegetação aberta, entre 9.000 e 8.000 anos uma fase de transição do cerrado ao cerradão e por volta de 7.000 anos tem-se uma vegetação de transição entre o cerrado e a caatinga (CHAVES, 2001). Também foi possível identificar espécimes vegetal de clima úmido e de períodos chuvosos como *Apocynaceae* e *Combretaceae*, sendo elas relacionadas a vegetação arbórea (MELO, 2007).

As pesquisas paleontológicas também fornecem dados indiretos quanto a evolução do ambiente no PNSC, entretanto de grande importância na abordagem *multi-proxy*. A diversidade e quantidade de espécies de megafauna encontrada por Guérin et al. (1996), datada do Pleistoceno Superior e do Holoceno inicial, sugere uma paisagem mista de pradaria e de floresta aberta de clima tão quente quanto o atual, entretanto bem mais úmido.

É observável que, seja aplicando métodos sedimentológicos, palinológicos, paleontológicos, entre outros, os resultados sempre indicam uma certa estabilidade em temperaturas, mas com episódios de secura e reumidificação sem escalas temporal e espacial claras. Reafirmando que as respostas morfológicas e paisagísticas são norteadas por particularidades locais e a adaptação humana é reconhecidamente regida por elementos prioritariamente ambientais.

Contudo, apesar do aumento das pesquisas geoarqueológicas na área do Parque Nacional da Serra da Capivara e seu entorno, há ainda lacunas informacionais não preenchidas, cabendo um maior esforço nesta abordagem para que seja mais nítida a percepção do ambiente que circundava tanto a megafauna quanto os povos pré-históricos.

## 4 MÉTODOS E TÉCNICAS

A partir das premissas teóricas apresentadas no capítulo anterior e visando alcançar os objetivos elencados neste trabalho, faz-se necessário expor a estrutura lógica que norteará esta investigação científica, assim possibilitando a sistematização tanto do conhecimento quanto das hierarquias técnico-analíticas a serem empregadas.

Utilizando como arcabouço teórico principal a visão sistêmica, no tocante a estudos relacionados ao ambiente físico-natural, esta permite entender que este é um conjunto de elementos que se inter-relacionam e se retroalimentam, apresentando uma evolução dinâmica vinculada à variação de energia, tempo e espaço.

Contudo, os estudos ambientais que se debruçam sobre o passado recente, encontram dificuldade em levantar maiores dados (elementos) possíveis para uma reconstituição fidedigna de um sistema tão complexo. Assim, para esta tese, o termo paleoambiente é compreendido como o registro dos climas quaternários, que precedem as oscilações climáticas documentadas pela meteorologia moderna, sobre as formas residuais dos relevos sedimentares (colúvio e alúvio) e seus constituintes microscópicos. Apesar de reducionista, esta abordagem se configura no melhor cenário para as correlações entre ocupações pretéritas e a as dinâmicas físico-naturais.

O paleoambiente, então, será analisado a partir de duas principais variáveis, a primeira se relaciona aos eventos deposicionais. Mabesoone (1982) sugere que os ambientes deposicionais sejam compreendidos por um modelo processo-resposta. Sendo os processos definidos pelo tipo de energia que opera no sistema, tendo as características físicas do ambiente como um dos reguladores de intensidade. Portanto, os sedimentos resultantes preservam as tipicidades dos seus processos formativos. Assim, eventos deposicionais seriam aqueles eventos de cunho climático capazes de deixar uma cicatriz na paisagem geomorfológica, possibilitando uma análise elucidativa quanto ao comportamento ambiental espaço-temporal.

A segunda variável tratará sobre paleovegetação, que buscará, como já mencionado em capítulo anterior, uma visão mais detalhada do ambiente e provavelmente da paisagem, entre o Pleistoceno final e o Holoceno médio. Compreende-se aqui que o estudo da paleovegetação possibilita uma percepção da dinâmica paleoambiental

em escala espacial e temporal diferente daquela proporcionada pelos eventos deposicionais, apesar de a primeira estar encontrada no cerne da segunda. Esta variável, além do subsídio para reconstituir o ambiente, possibilita também tornar mais clara a relação entre o homem e o seu suporte natural, uma vez que ela ajudará a compreender com maior grau de detalhe a estrutura ambiental/paisagística sobre a qual os povos pré-históricos estavam assentados.

Outra abordagem que auxiliará no entendimento quanto à relação entre paleoambientes e os povos pré-históricos, é a busca pelas paleosuperfícies. Esta possibilita uma reconstrução ao nível de circulação dos povos, bem como define a densidade vegetal correlacionada a alguma faixa temporal e espacial (a depender da distribuição das coletas), permitindo assim uma estimativa da paisagem visível quando da ocupação pré-histórica da área do parque da Serra da Capivara.

#### 4.1 QUANTO AOS EVENTOS DEPOSICIONAIS

O *core* das interpretações paleoambientais está ligada à análise dos estratos depositados, e à abordagem sobre a geometria dos sedimentos e a morfoestratigrafia, compreendida como a associação das diversas configurações do relevo com as coberturas superficiais que as estruturam. Com base nas propriedades sedimentológicas, e deposicionais identificáveis a partir de análise macroscópica dos materiais amostrados, será efetuada a identificação das diversas unidades deposicionais para a área em estudo.

Esta abordagem juntamente com o mapeamento geomorfológico busca identificar um corpo litológico primordialmente pela sua feição superficial, que pode ser diferenciada ou não das unidades que lhes cercam, como foi descrito por Frye & Wilman (1962).

Nesta linha metodológica, existe uma estreita relação entre as unidades deposicionais e coberturas superficiais diversas com a morfologia superficial contemporânea. A importância deste enfoque teórico reside na sua ênfase morfogenética, uma vez que cada unidade morfoestratigráfica está alicerçada sobre materiais que resgatam a história erosiva/deposicional da área.

A morfoestratigrafia é uma metodologia de grande valia para os estudos dos depósitos Quaternários, sobretudo os de cunho climático, porém, se os estudos não

forem devidamente acompanhados por dados fornecidos pelas camadas-chaves, a serem definidas a partir da utilização da abordagem aloestratigráfica e informações geocronológicas precisas, pode-se chegar a um quadro equivocado da evolução geomorfológica da área.

A aloestratigrafia é a classificação dos estratos sedimentares baseada em limites físicos dos corpos deposicionais, introduzido pelo Código Americano de Nomenclatura Estratigráfica (NACSN, 1983), com o objetivo de identificar corpos estratiformes, mapeáveis, definidos com base em descontinuidades estratigráficas.

A análise estratigráfica interpreta as discordâncias encontradas nos pacotes sedimentares, e não apenas na mudança litológica, o que permite fazer uma relação direta com a identificação de eventos paleoambientais desencadeadores da deposição, atuantes em períodos recentes, contribuindo para o entendimento da gênese local do relevo.

Para tal análise, serão elaborados perfis estratigráficos da área visando uma compreensão mais eficaz dos processos deposicionais encontrados nos pontos amostrados. Para embasar esses perfis, será realizada a análise sedimentológica, que tem por finalidade a caracterização dos sedimentos do ambiente deposicional da área de estudo. A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras e no tratamento estatístico dessa informação. Este procedimento versa sobre agrupar sedimentos de mesmas dimensões e estudar a sua distribuição.

O tratamento de análise da distribuição do tamanho de partículas foi realizado pelo método de peneiramento utilizando a escala de Wentworth para determinação das partículas do tamanho areia, e a pipetagem para medição de partículas no tamanho silte e argila, dadas pela metodologia de Gale e Hoare (1991).

Os valores obtidos em gramas para cada fração granulométrica foram submetidos a tratamento seguindo parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957) (Tabela 01 e 02), tendo sido calculados o diâmetro médio, o grau de seleção e o grau de assimetria. Para a classificação da hidrodinâmica dos sedimentos foi usado o diagrama de Shepard, Pejrup, utilizando o programa SysGram 3.0.

**Tabela 1:** Escala qualitativa do grau de seleção.

<b>Grau de seleção</b>	<b>Valor</b>
Muito bem selecionado	< 0,35
Bem selecionado	0,35 a 0,50
Moderadamente selecionado	0,50 a 1,00
Pobrememente selecionado	1,00 a 2,00
Muito pobrememente selecionado	>2,00

**Fonte:** Folk e Ward (1957)

**Tabela 2:** Escala qualitativa do grau de assimetria

<b>Assimetria</b>	<b>Valor</b>
Assimetria muito negativa	-1,00 a -0,30
Assimetria negativa	-0,3 a -0,1
Aproximadamente simétrica	-0,1 a 0,1
Assimetria positiva	0,1 a 0,3
Assimetria muito positiva	0,3 a 1,0

**Fonte:** Folk e Ward (1957)

As amostras também foram avaliadas segundo o grau de arredondamento e esfericidade dos grãos, parcialmente influenciados pelos processos de transporte e deposição. Logo, estas também refletem a identidade dos climas vigentes no período de sua locomoção e acomodação. O método visual é baseado na comparação entre a projeção máxima do contorno da partícula e um conjunto de imagens, cujo arredondamento foi previamente calculado de acordo com o procedimento descrito por Tucker (1995).

Para cada amostra foram selecionados 100 grãos na fração de 0,250mm, que tiveram o diâmetro médio aferido e sua composição mineralógica identificada. Visando tornar mais objetivo o grau de arredondamento avaliado, foram definidas as categorias, vistas no quadro 1:

Quadro 1: Classificação de arredondamento e esfericidade

<b>Arredondamento</b>	<b>Esfericidade</b>
Muito angular (0,5)	Esfericidade alta (0,5 e 4,5)
Angular (1,5)	Esfericidade média (-2,5)
Subangular (2,5)	Baixa esfericidade (-0,5)
Subarredondado (3,5)	
Arredondado (4,5)	
Bem arredondado (5,5)	

**Fonte:** Galvão (2012)

## 4.2 QUANTO À PALEOVEGETAÇÃO

Afim de caracterizar e refinar os ciclos paleoclimáticos evidenciados a partir da variável “evento deposicional”, e possibilitar a reconstituição do paleoambiente durante o Quaternário, faz-se necessário lançar mão de um método que focalize em outra variável influenciada pelo clima. A possibilidade de reconstituir a vegetação existente no passado, é uma ferramenta de grande valia tanto para as ciências da terra como as ciências sociais.

As investigações se debruçaram sobre os fitólitos e não sobre grãos de pólen, com o objetivo de conhecer a paleovegetação, por dois principais motivos (COE, 2009):

- A reconstrução climática/ambiental baseada em estudos palinológicos em depósitos sedimentares em ambientes tropicais semiáridos é reduzida, devido à destruição do pólen em ambientes secos ou oxidantes, além da variabilidade da produção e dispersão das espécies;
- Estudos de cunho adaptativo ecológico que usam a palinologia como método, utilizam espécies atuais, logo conhecendo suas usualidades biológicas, assim podem replicar e comparar as biomassas atuais e pretéritas. Já o uso do fitólito, por não existir essa linearidade e nem evidenciar individualmente as espécies, busca estabelecer as mudanças no tipo de cobertura vegetal o que consequentemente apontaria para uma mudança ambiental.

Para a avaliação dos fitólitos foram necessárias 3 etapas técnicas, a coleta, a extração e análise microscópica, descritas a seguir:

**Coleta:** Estabelecidas as áreas de coletas, a partir dos dados arqueológicos e geomorfológicos previamente resgatados, foram realizadas as coletas seguindo metodologia já reconhecida (CALEGARI, 2008 - 2013a – 2013b, COE, 2009; RANULPHO, 2016). Por apresentar concentração de fitólitos de senescência recente, devido à cobertura vegetal atual, a primeira coleta foi realizada a partir de 30 cm de profundidade, sendo intercalado por retiradas de 10 cm de distância entre as amostras (Figura 21). Em cada nível, foram coletadas 500g de solo utilizando ferramentas manuais, sempre limpas após cada coleta e acondicionados em sacos plásticos.

Figura 21: Perfil de coleta sedimentológica



Fonte: Autor, 2016.

**Extração:** Para o procedimento de extração dos fitólitos, deve-se levar em conta tanto o ambiente quanto o material envolto dos biominerais estudados. Calegari (2008) apresenta uma comparação entre os métodos de extração, assumindo que particularidades das amostras devem nortear as nuances metodológicas empregadas nesta etapa. Apesar desta afirmativa, Zhao & Pearsall (1998) indicam não existir dados comparativos sobre o procedimento a ser tomado para recuperar a maior quantidade de fitólitos em diferentes solos e sedimentos.

Ainda segundo Calegari (2008) as amostras oriundas de ambientes tropicais apresentam maior concentração de matéria orgânica e óxidos, do que em ambientes temperados, tornando obrigatório a remoção destes elementos. Entretanto, a remoção a partir de procedimentos químicos apresenta possibilidades de alteração ou diminuição de concentração e morfologia fitolítica.

A partir das afirmativas anteriores, foi escolhido o método que até o presente momento é utilizado em estudos paleoambientais em sedimentos semiáridos (RANULPHO, 2016). Segundo o autor, o procedimento ajustado à extração em sedimentos areníticos é bastante eficaz, uma vez que o resultado do processo apresentou pouca ou nenhuma alteração química nos morfotipos conhecidos. Sugerindo que não houve alteração química no processo de extração, bem como os

processos de intemperismo no ambiente deposicional não alteraram as partículas de fitólitos significativamente. Alterações físicas não foram observadas, não havendo partículas quebradas entre os morfotipos.

A base dos procedimentos de extração foi retirada de Piperno (1988 e 1996) para a remoção de materiais indesejados, como carbonatos e matéria orgânica. Este processo ocorre antes da flotação química, possibilitando que apenas os fitólitos flutuem em solução líquida pesada. Esta remoção da matéria orgânica do solo (MOS) foi realizada no laboratório do Grupo de Estudo do Quaternários (GEQUA) nas dependências da UFPE e se deu a partir de:

- 1) oxidação da matéria orgânica a frio e a quente com peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 30%;
- 2) remoção do  $H_2O_2$  com acetado de sódio (NaOAc);
- 3) remoção dos recobrimentos amorfos e cristais de ferro e alumínio (sesquióxidos) com ditionito ( $Na_2S_2O_4$ );
- 4) remoção da argila utilizando o calgon (hexametastado de sódio ( $Na_{16}P_{14}O_{43}$ ) + carbonato de sódio ( $Na_2CO_3$ ) como dispersante.

No segundo momento realizado Laboratório de Análises e Formações Superficiais da UNIOESTE- Francisco Beltrão/PR, após eliminação da MOS, o procedimento de separação densimétrica dos silicofitólitos se deu pela utilização de solução de politungstato de sódio ( $Na_6(H_2W_{12}O_{40})H_{20}$ ) com densidade  $2,35g\ cm^{-3}$ , assim possibilitando a separação das frações dos fitólitos.

Para alcançar o objetivo proposto por este trabalho, foram retiradas das amostras duas laminas para análise microscópica, a primeira contendo 2g de terra fina seca ao ar e tendo como finalidade a contagem entre a relação fitólitos/minerais (concentração) e a segunda lâmina com 4g para a identificação dos morfotipos e posterior aplicação paleoambiental.

#### **Análise microscópica:**

Após a confecção das lâminas, a contagem da concentração de fitólitos em relação a fração mineral foi realizadas no Laboratório do GEQUA, nas dependências da UFPE. As lâminas foram analisadas individualizando sua constituição em fitólitos e minerais variados (Paisani et al., 2016).

Esta concentração da relação fitólito/ mineral foi calculada em percentual pela razão:

$$\frac{\text{Fitólitos} \times 100}{\text{Minerais} + \text{Fitólitos}}$$

Já para a classificação, as lâminas foram confeccionadas apenas com o material fluante no politungstato de sódio, fornecendo o máximo de fitólitos possíveis e extraindo os demais minerais. A partir daí foram feitas as classificações individualizadas dos fitólitos com o intuito de fornecer a quantificação dos grupos cabíveis para o cálculo dos índices ambientais, já apresentados no capítulo de quadro teórico.

#### 4.3 QUANTO À PALEOSUPERFÍCIE

Antes de apontar os métodos voltados a identificar a paleosuperfície, cabe apresentar pequenos conceitos divergentes dentro da própria arqueologia sobre o tema, que possibilitam identificar as variáveis que serão usadas para a obtenção do dado referente à temática.

Para a geoarqueologia a paleosuperfície está intimamente ligada às premissas geomorfológicas na produção da paisagem natural. Segundo Benedetti (2011) a diversificação das pesquisas geoarqueológicas emprega métodos da Pedologia, Geomorfologia, Sedimentologia ao se debruçar sobre o tema paleosuperfície. Assim, o termo denota a capacidade de produção e estocagem de sedimento em certos espaços e tempo, estando voltado à morfologia dos depósitos, à taxa de denudação e à estratigrafia sedimentar.

Já para as outras vertentes da arqueologia, paleosuperfície se aproxima do conceito relacionado à ocupação. Onde a concentração de artefatos líticos, cerâmicos entre outros, e de ossadas, fomentam a interpretação quanto ao nível de circulação que os povos tradicionais pretéritos teriam. Dentro deste conceito há ainda um diálogo com a geoarqueologia, uma vez que esta pode integrar dados quanto à migração destes resquícios antrópicos devido à ação física natural.

Para os fins desta tese a paleosuperfície é o resultado de um produto escalar, decorrente da relação entre 3 variáveis: Estratigrafia, concentração de fitólitos e

concentração de artefatos. Portanto, paleosuperfície seria a condição ótima de interpretação do paleoambiente ocupado, para isso, as variáveis devem se cruzar de maneira homogênea quanto às disposições dos elementos chaves, sendo eles:

- 1) No âmbito estratigráfico: Ruptura e/ou descontinuidade estratigráfica, apresentando características sedimentológicas e granulométricas diversas entre os estratos sedimentares de um mesmo perfil;
- 2) No âmbito vegetal: Concentração de fitólitos (relação fitólito/minerais) e índices que evidenciem mudanças da cobertura paleovegetal
- 3) Por fim no âmbito arqueológico: Concentração de artefatos em seção possível de ser segregada.

Os cruzamentos destas variáveis trarão inúmeras respostas possíveis, em níveis de acurácia distintas para a interpretação da paisagem, mas não do paleoambiente. Uma vez que os dados estratigráficos e vegetais serão constantes, pois, mesmo a ausência de fitólitos já é em si um dado, e possibilita as interpretações quanto ao ambiente físico. Porém, a ausência de vestígios de ocupação em algum estrato, abre uma lacuna interpretativa em escala mais próxima.

Por existirem um-sem-número de possibilidades de cruzamento das variáveis, os agrupamentos serão apresentados mediante os resultados da pesquisa forem analisados. As nomenclaturas destes grupos e suas explicações farão parte do escopo do capítulo de análise de resultados.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS GEOMORFOLÓGICOS

As escolhas das amostras apontam para a busca do entendimento evolutivo da dinâmica paleoambiental em escala espacial representativamente heterogênea. O espaço não se trata apenas das distâncias entre as coletas, mas também das uniformidades paisagísticas e possíveis relações econômicas entre os sítios estudados.

Já a heterogeneidade das áreas fontes se dá pela relação estrutural, topográfica e litológica em primeira instância, o que subsidia em segunda instância particularidades ambientais em menor escala, como cobertura superficial, características sedimentares, florísticas, hidrológicas e conseqüentemente de recursos econômicos. O perfil topográfico a seguir ilustra bem a complexidade das áreas de amostragem (figura 23)

Figura 22: Localização dos sítios em distintos compartimentos geomorfológicos cuestiformes



Fonte: Google Earth, alterado pelo autor

O reverso da *cuesta*, unidade morfoestrutural onde está localizado o sítio do Gongo III, apresenta no perfil topográfico dois compartimentos altimétricos, o primeiro acima da cota de 550m foi definido como um reverso conservado, onde as dinâmicas erosivas ainda não tiveram competência para dissecar a estrutura homoclinal. Abaixo da cota de 500 m, há uma oscilação altimétrica abrupta, marcada pela instalação da drenagem obsequente. A localização do sítio fez uso das cicatrizes da drenagem, se estabelecendo em um *surplomb*, que condicionou o surgimento de pequenos fatos geomorfológicos, relacionados à erosão linear, como ravinamento e voçorocas.

Já o *Front*, unidade mais escarpada dentre as áreas estudadas, é formada não só por uma borda única. Devido à ação denudacional, instalou-se uma drenagem paralela ao paredão, o que resultou em um duplo ataque erosivo, sendo o primeiro caracterizado pela própria erosão regressiva da escarpa sob a ação da drenagem obsequente. Portanto, apesar de estar posicionada nas vizinhanças de um morro isolado, a área em apreço ainda constitui parte do *front*. Estas ações erosivas são em grande parte responsáveis pela configuração atual da paisagem ora estudada. No abrigo, a sedimentação quaternária preenche os espaços de estruturas de diacrise e de grandes blocos caídos da face livre da encosta (*rock fall*). Os sedimentos incoesos refletem as características dos tipos de fluxos formadores, em subordinação às rugosidades que se apresentam neste relevo ruiforme.

O terceiro compartimento, a depressão periférica, apresenta o menor gradiente altimétrico da área, marcado por uma vasta área aplainada entremeada por serrotes de maciços calcários carstificados. Sobre estes maciços a dissolução e o trabalho erosivo da água deu origem a algumas cavernas e outras morfoesculturas que auxiliam na acumulação de sedimentos quaternários ricos em informações paleoambientais quer sejam da paleofauna, biominerais ou arqueológicas. Como será visto durante este capítulo, apesar da imensa importância arqueológica destes sítios (Gordo Garrincho e Toca da Janela do Antonião), a configuração mineralógica peculiar dos relevos carstícos pode dificultar a visibilidade das micromorfologias das estruturas celulares vegetais.

Assim, o capítulo se alicerça na apresentação dos dados oriundos dos “geofatos”, perpassando pelas análises sedimentares, estratigráficas, fitolíticas, datações e geoquímicas, sendo estas últimas embasadas a partir da perspectiva de Moraes (2016), que efetuou análises nas áreas de coleta desta tese. É importante ressaltar que as análises a seguir constituem sistemas de tratamentos diferenciados daqueles empregados mormente na arqueologia, pois visam exclusivamente a sistematização dos dados ambientais.

## 5.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRATIGRÁFICA E SEDIMENTOLÓGICA DOS SÍTIOS

Com o objetivo de elucidar em detalhe as características ambientais responsáveis pela denudação e formação dos perfis estratigráficos, as coletas sedimentares foram

realizadas em intervalos de 10cm. Apesar de ser um método de coleta relacionado à investigação fitolítica, o mesmo foi utilizado também para a construção dos dados granulométricos. Este percurso metodológico auxilia no refinamento da elaboração dos perfis estratigráficos, uma vez que no primeiro momento a definição de discordâncias e estruturas se dá macroscopicamente, na tentativa de agrupar sedimentos com características em comum.

Assim, a diagrafia também fará parte da descrição morfoestratigráfica, pois a partir do reconhecimento das tendências granulométricas da fração grossa se dá a classificação de camadas dentro de mesma unidade estratigráfica visualmente definida. Para tanto, as frações foram reagrupadas com base na proposta de Paisani (2004) onde, a fração fina foi definida para os intervalos de classes silte ( $<0,062 - >0,002$  mm) e argila ( $\leq 0,002$  mm). No caso das frações grossas, utilizou-se areia muito fina ( $0,063-<0,125$  mm), areia fina ( $0,125-<0,25$  mm), areia média ( $0,25-<0,50$  mm), areia grossa ( $0,50-<10$  mm), areia muito grossa ( $10-<20$  mm) e grânulo ( $20-<40$  mm).

Este agrupamento de características possibilita a interpretação a partir da lógica processo-resposta, onde os processos deposicionais são responsáveis pela variação estratigráfica (litológica, mineralógica, faciológica etc.) encontrada nas unidades estudadas. No que tange a importância desta abordagem processual para as investigações arqueológicas, Moraes (2016, p.112) indica:

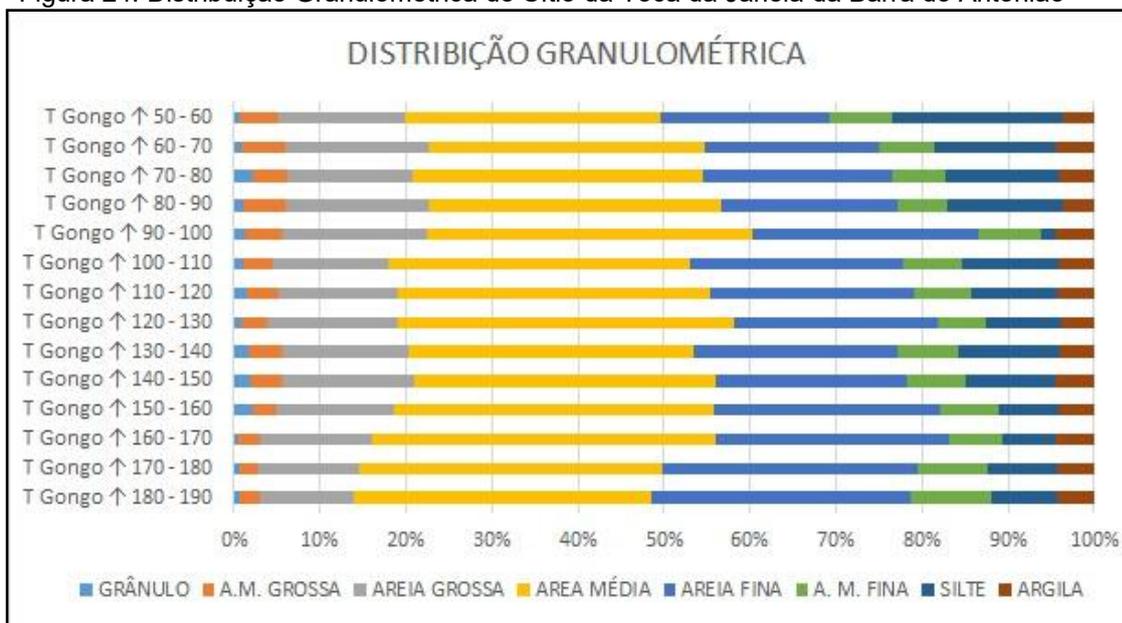
Para a arqueologia, a litologia apresenta-se como uma ferramenta essencialmente descritiva, na sedimentologia, a descrição em si mesma não é a finalidade, mas está voltada a inferência dos processos de deposição que se escondem por trás da realidade observada nos perfis, essa análise é enriquecida pelo emprego de exames físico-químicos. Portanto, a descrição não representa um objetivo isolado, mas está dirigida à identificação de processos naturais e antrópicos pretéritos.

### 5.1.1 Sítio Toca do Gongo III

Como já mencionado anteriormente, este sítio está localizado no reverso da *cuesta*. Trata-se de um abrigo em *surplomb* que apresenta tanto particularidades arqueológicas, como achados de rituais de sepultamento, quanto estratigráficas. Possivelmente, a proximidade com o paredão que define a base da encosta permitiu que no sopé do mesmo o escoamento linear concentrado dissecasse uma camada mais antiga de colúvio, havendo esta incisão evoluído para uma voçoroca, que

posteriormente foi preenchida em dois momentos; o primeiro por sedimentos ricos em matéria orgânica que posteriormente foram incididos e recobertos pelo material mais recente que colmata o topo da paleoforma erosiva. Observam-se ainda características granulométricas distintas entre as duas unidades supracitadas.

Figura 24: Distribuição Granulométrica do Sítio da Toca da Janela da Barra do Antônio



Fonte: Autor, 2019

Apesar de todas as amostras apontarem para um depósito predominantemente arenoso, de acordo com a classificação textural de Shepard (1954), o método empregado de coleta ensejou algumas interpretações a partir da sobreposição do modelo de erosão linear encontrado neste sítio.

A base do perfil estratigráfico apresenta as mais baixas concentrações de sedimentos grossos (grânulos, areia muito grossa e areia grossa). Essa configuração se altera gradativamente à medida que se sobe no perfil, passando para a transição com a camada orgânica, com maior concentração de grossos, que indica a ativação da erosão linear com o aumento de energia, o que possibilitou o transporte de material mais pobremente selecionado. Há uma tendência do aumento da fração de grossos à medida que se avança para as camadas superiores, sugerindo que a colmatação da voçoroca, se deu pelo aumento da energia hidrodinâmica. As oscilações da distribuição granulométrica retroalimentam as interpretações que sugerem a ocorrência de eventos climáticos de alta magnitude e baixa recorrência durante o holoceno. No topo deste perfil encontra-se alguns blocos caídos com provável origem no próprio *surplomb*.

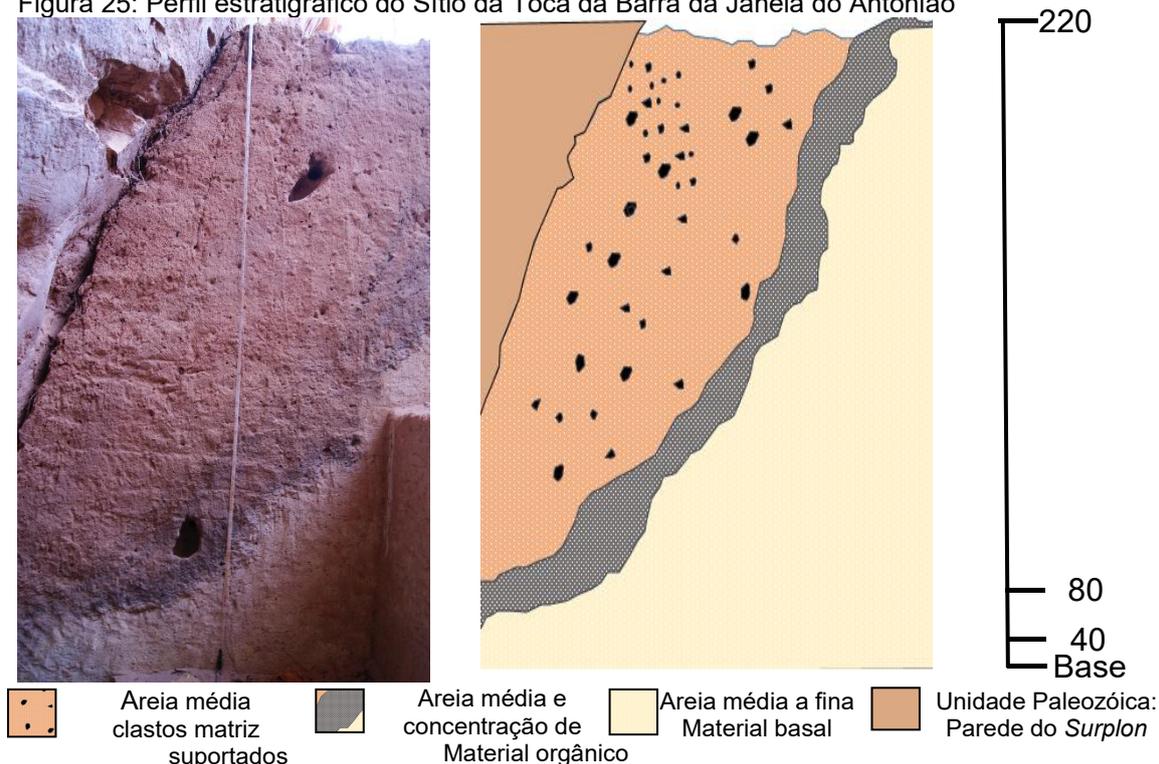
Figura 24: Deposição diferencial longitudinal do horizonte orgânico



Fonte: Nicodemos, 2016

As análises de hidrodinâmica, construídas a partir do diagrama de Perjup (1988), auxiliaram as interpretações quanto à existência da voçoroca, uma vez que os valores obtidos foram de hidrodinâmica alta e muito alta. Este comportamento hídrico não retrata propriamente uma retomada generalizada da umidade, o que também não consta na literatura disponível para a área, ao contrário, as interpretações paleoclimática apontam para a ocorrência de oscilações entre momentos de maior torrencialidade e seca intensa. Este quadro responderia pelo comportamento do sistema erosivo associado à formação da voçoroca. Os parâmetros de Folk & Ward (1975) também corroboram este tipo de comportamento erosivo, que se traduz pela pobre seleção de material.

Figura 25: Perfil estratigráfico do Sítio da Toca da Barra da Janela do Antonião



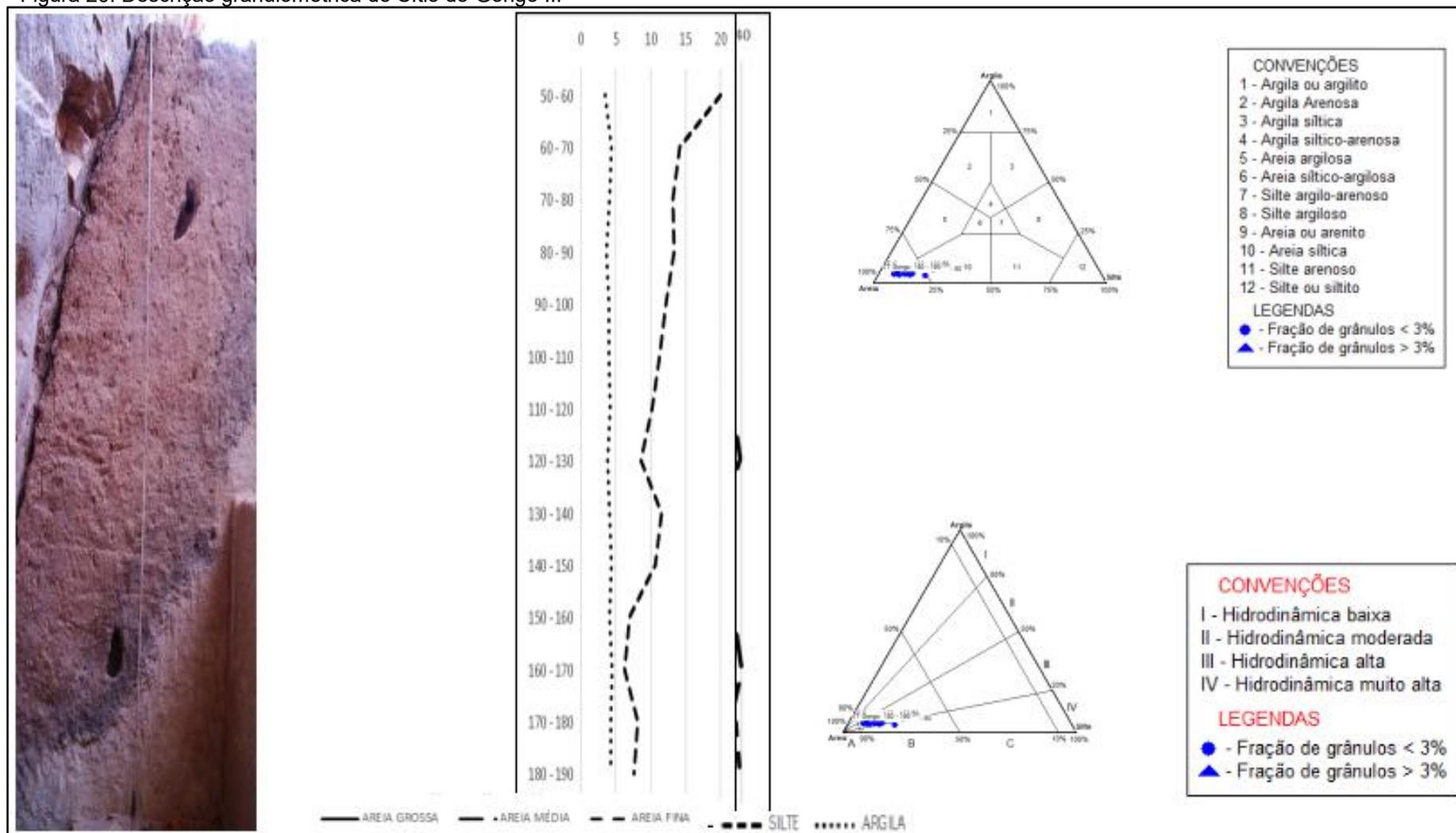
Fonte: Autor, 2019

Quanto à composição geoquímica estabelecida por Moraes (2016), o elemento de maior concentração, com média de 52% nas amostras, foi o Si (silício). Este elemento se configura de suma importância para a pesquisa, tanto em relação à disponibilidade de sílex, em caráter regional, matéria prima na produção de líticos pré-históricos, quanto à sua dissolução intempérica, seguida da absorção vegetal para a produção da sílica amorfa biogênica.

Os ataques intempéricos que possivelmente proporcionariam a dissolução do Si para a produção da sílica são atestados pela composição geoquímica por meio da presença de Alumínio (16,96%) e Ferro (16,12%); elementos indicadores de ambientes de intemperismo (MORAES, 2016).

Todavia, a partir do enfoque multiproxy desta tese, não há neste momento possibilidade de interpretação mais detalhada do paleoambiente responsável pela esculturação dos achados geomorfológicos peculiares a este sítio. Assim sendo, a obtenção dos demais dados será fundamental para refinar esta investigação, a seguir será apresentado o complexo informacional sedimentar/estratigráfico do sítio da Toca do Gongo III.

Figura 26: Descrição granulométrica do Sítio do Gongo III



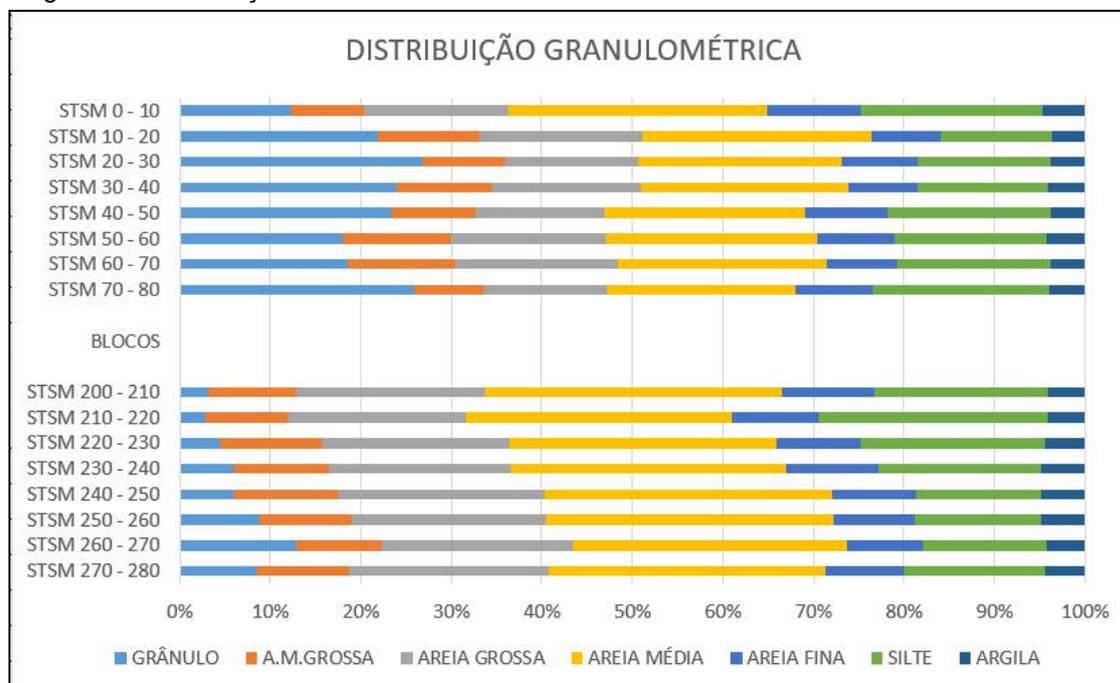
Fonte: Autor, 2017.

### 5.1.2 Sítio Toca do Sítio do Meio

O maciço arenítico extremamente entalhado, formando uma trama tanto de pequenas estruturas residuais além de grandes blocos e matacões separados, é onde se encontra a maior concentração de sítios arqueológicos até agora pesquisados no PNSC. A característica ruiforme desta área e as formações angulares das encostas, fomentam a formação diferenciada das rampas de colúvios e depósito de tálus.

Os depósitos se diferenciam, pois, no primeiro momento os sedimentos carreados preenchem os espaços de acomodação presentes nas encostas negativas do *front*. Tal fato constitui uma configuração morfológica de grande valia para os estudos, uma vez que há uma canalização dos sedimentos para um “recipiente” a ser preenchido, guardando então tanto a concentração de vestígios arqueológicos, como marcas da energia do processo de erosão e transporte do material preenchedor. Essas variações de energia podem ser inicialmente investigadas a partir da distribuição granulométrica ao longo do perfil estratigráfico .

Figura 27: Distribuição Granulométrica do Sítio Toca do Sítio do Meio



Fonte: Autor, 2019

Apesar do hiato deposicional, causado pela queda de blocos, os espaços de acomodação foram preenchidos em dois momentos, entretanto, embora apresentem diferente concentrações granulométricas, estes preenchimentos se deram por

material grosseiro a partir de fluxos de lama canalizados, subjugados aos planos de maior declividade das concavidades esculturais.

Assim, verifica-se três momentos deposicionais. A base apresenta uma distribuição de aproximadamente 40% de composição grossa para todas as amostras, sendo classificada como arenito de acordo com o Shepard (1954) e com alta hidrodinâmica (PERJUP, 1988). A camada basal de 80 cm, apresentando estas configurações, corrobora o indicativo de deposição por fluxos torrenciais canalizados preenchedores, aparentemente uniformes em relação à disponibilidade energética do ambiente, não indicando qualquer ruptura episódica climática/ambiental.

Já a partir dos blocos caídos, o segundo nível deste perfil, é possível obter diferente interpretação paleoclimática, uma vez que, apesar deste evento estar relacionado intimamente à inclinação negativa da encosta, as quedas de blocos são associadas a eventos climáticos de maior torrencialidade. Outro ponto que se coaduna com a proposição de um aumento da energia pluvial no contexto local a partir da camada de blocos, trata-se da maior concentração de material mais grosso na camada superior.

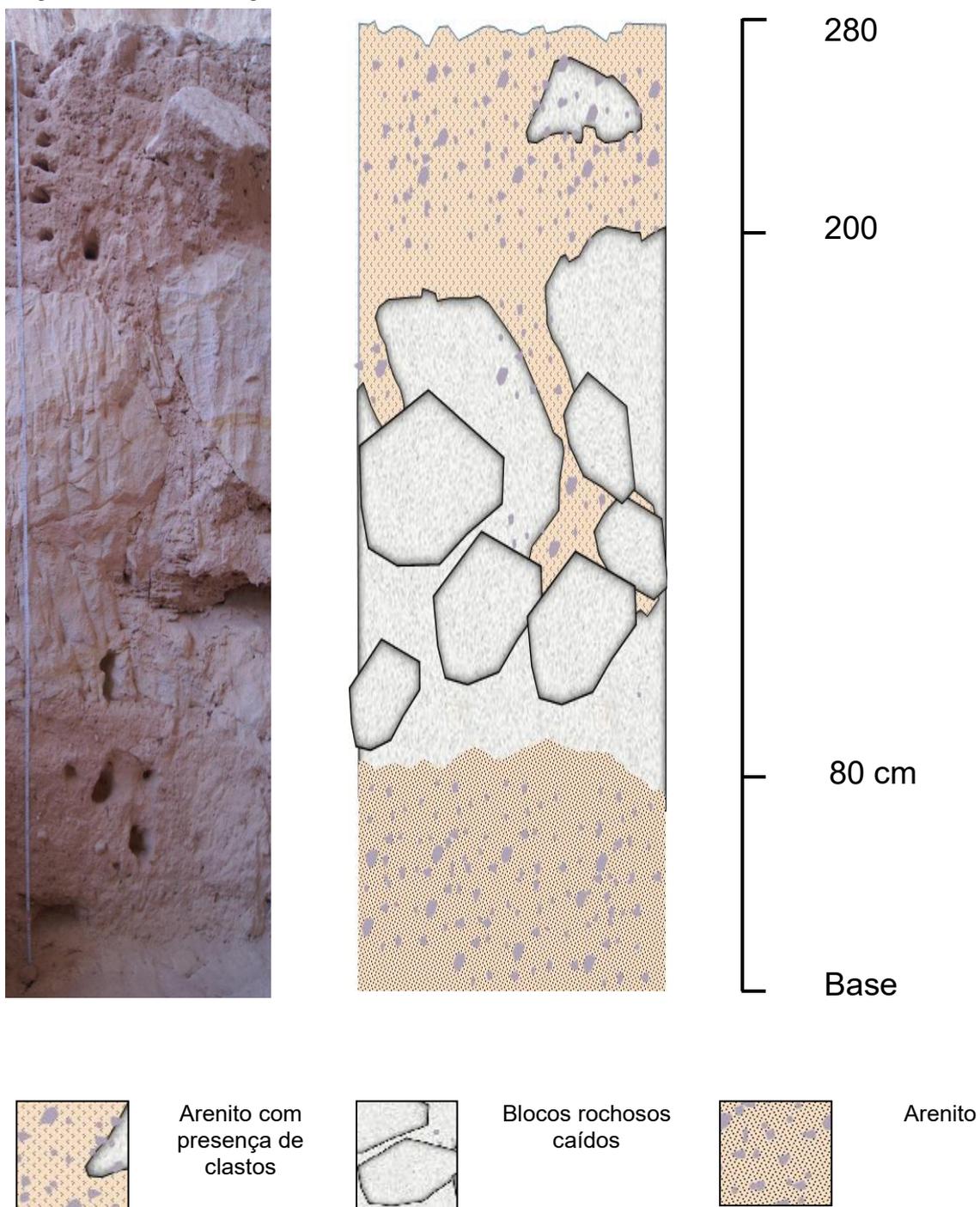
A camada superior do perfil ultrapassa a concentração de 50% de material grosso em sua composição, onde apenas na superfície a granulometria apresenta menores proporções dos grânulos como ocorre na camada basal. As classificações de Shepard (1954) e Perjup (1988) são semelhantes à base, sendo o material classificado como arenito com alta hidrodinâmica, apresentando pequena variação de areia siltica.

Assim como no sítio do Gongo III, as amostras analisadas pela geoquímica apontam o Si como o principal elemento encontrado (MORAES, 2016). Junto às formações ruiformes, a disponibilidade de grânulos, seixos e blocos, confirma a abundância de material lítico encontrado bem como das próprias indústrias nas áreas do *front*.

Há ainda o apontamento da existência de concentração de fosfato em diversas camadas deste sítio. Mesmo que sua origem possa ser reportada a vários fatores geológicos, a presença do fosfato evidencia a caracterização de solos e sedimentos que sofreram alteração devido à ação humana. Esta alteração antrópica pode se dar

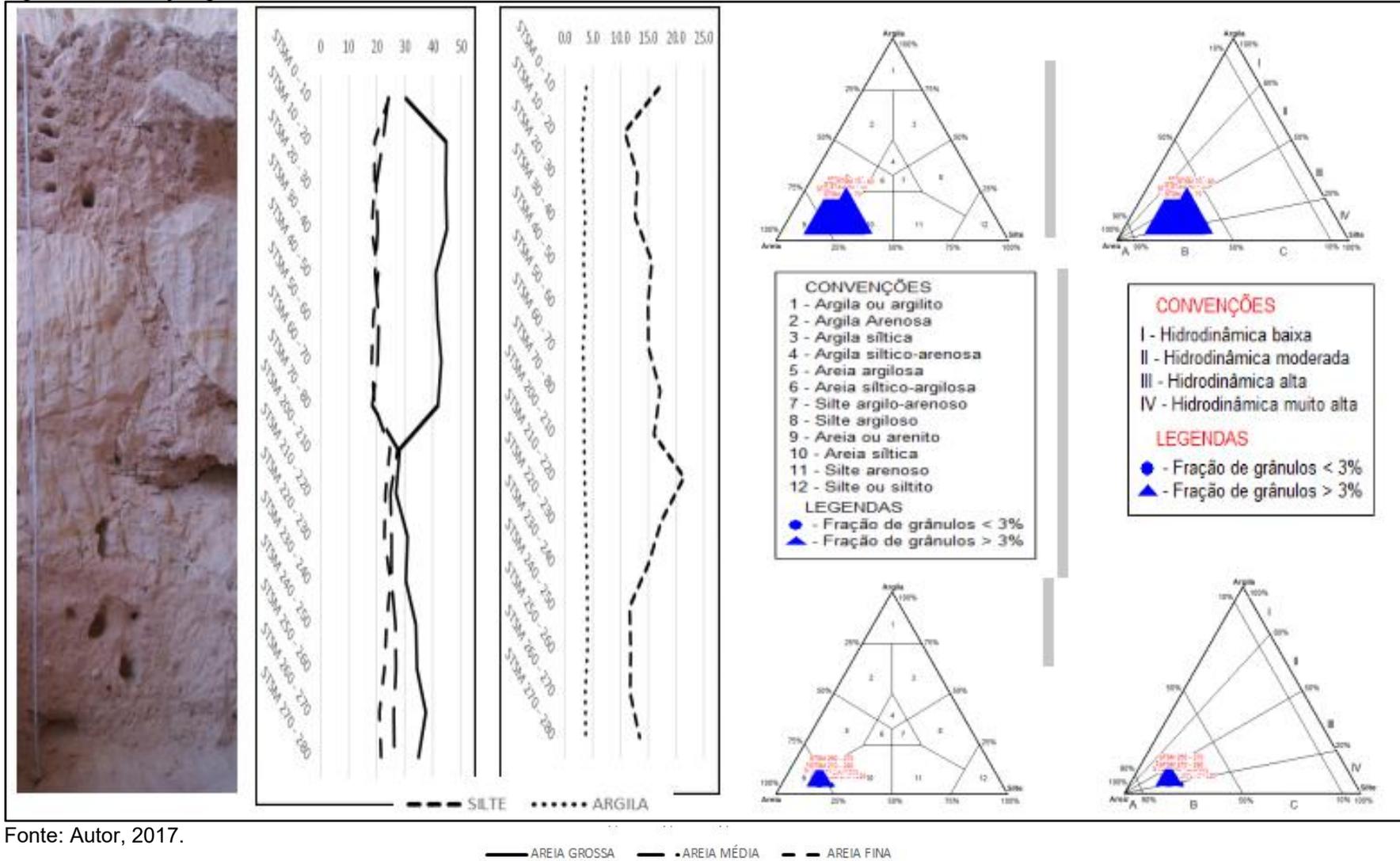
por queima de material orgânico e inorgânico e de subprodutos metabólicos (secreções em geral)

Figura 28: Perfil estratigráfico do Sítio da Toca da Barra da Janela do Antonião



Fonte: Autor, 2019

Figura 29: Descrição granulométrica do Sítio da Toca do Meio

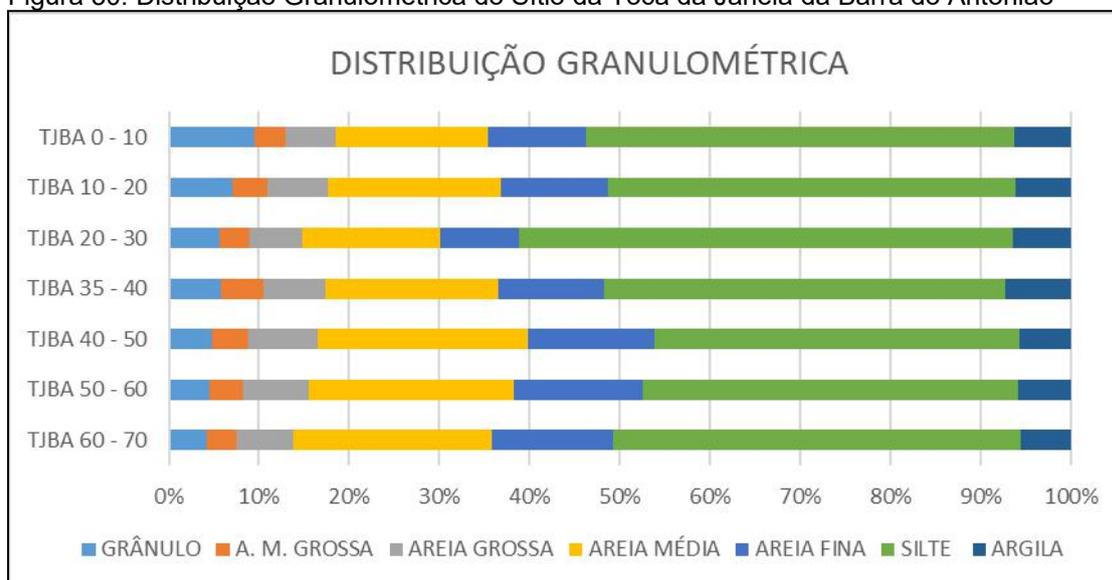


Fonte: Autor, 2017.

### 5.1.3 Toca da Janela da Barra do Antônio

Este sítio arqueológico faz parte do complexo de relevos residuais cársticos que balizam o front da cuesta sobre a depressão sertaneja. O sítio apresenta um abrigo com profundidade de 28m, sendo preenchido por colúvios de até 8m de espessura. As escavações que trouxeram à tona a importância arqueológica e paleontológica deste sítio, foram distribuídas inicialmente em 4 setores (A, B, C e D). As amostras foram retiradas a partir de uma sonda nas trincheiras relacionadas ao setor B, apresentando um pacote de 70cm. Entretanto, todos os setores farão parte das análises desta tese, uma vez que é cabível uma associação dos dados.

Figura 30: Distribuição Granulométrica do Sítio da Toca da Janela da Barra do Antônio



Fonte: Autor, 2019

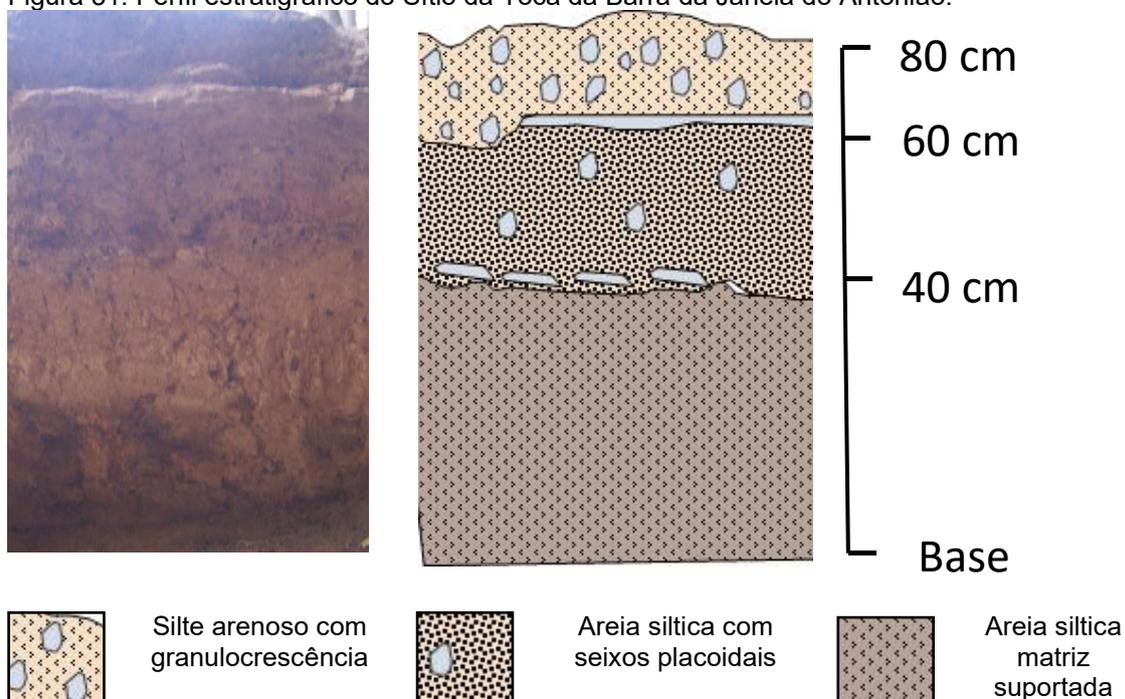
O perfil analisado apresenta 3 camadas. Assim como os sítios localizados em abrigos, os colúvios primeiramente preenchem os espaços de acomodação, servindo como uma fonte de dados paleoclimáticos. A base do perfil apresenta uma coloração mais avermelhada com presença de grânulos matriz suportados, sendo classificada com areia siltica por Shepard (1954).

Na camada intermediária com considerável concentração de clastos na fração seixo, alguns destes de formato placoidal sugerem o descamamento da cobertura em *surplomb* do abrigo. Apesar dessa camada apresentar uma concentração maior de grânulos mais grossos que a base, há também aumento

das frações silte e argila, o aponta para uma posição no gráfico de Shepard (1954) na transição entre areia siltica e silte arenoso.

Seguindo para a camada do topo, observa-se uma continuação da granulocrescência ascendente, entretanto, há uma diminuição em relação à camada intermediária da fração silte, o que pode ser interpretado no primeiro momento como perda de energia de transporte de sedimento, o que provavelmente está associado a oscilações climáticas na transição Pleistoceno/holoceno. Ainda assim, a classificação granulométrica foi estabelecida em silte arenoso.

Figura 31: Perfil estratigráfico do Sítio da Toca da Barra da Janela do Antonião.



Fonte: Autor, 2019

Quanto à hidrodinâmica de Perjup (1988), todas as amostras resultaram muito alta. Vale ressaltar que a possível canalização pela configuração do relevo ruiforme, pode aumentar a energia erosiva, sendo assim, interpretar que todos os depósitos têm origem em uma tipologia climática torrencial seria um equívoco.

Quanto à geoquímica, Moraes (2016) apresenta 3 informações importantes para o entendimento geoarqueológico. Primeiro, novamente há alta concentração de fósforo, maior que encontrada na rocha mãe, o que sugere uma introdução alóctone deste elemento, possivelmente com gênese na

matéria orgânica, ensejando mais uma vez a presença da ocupação humana pré-histórica.

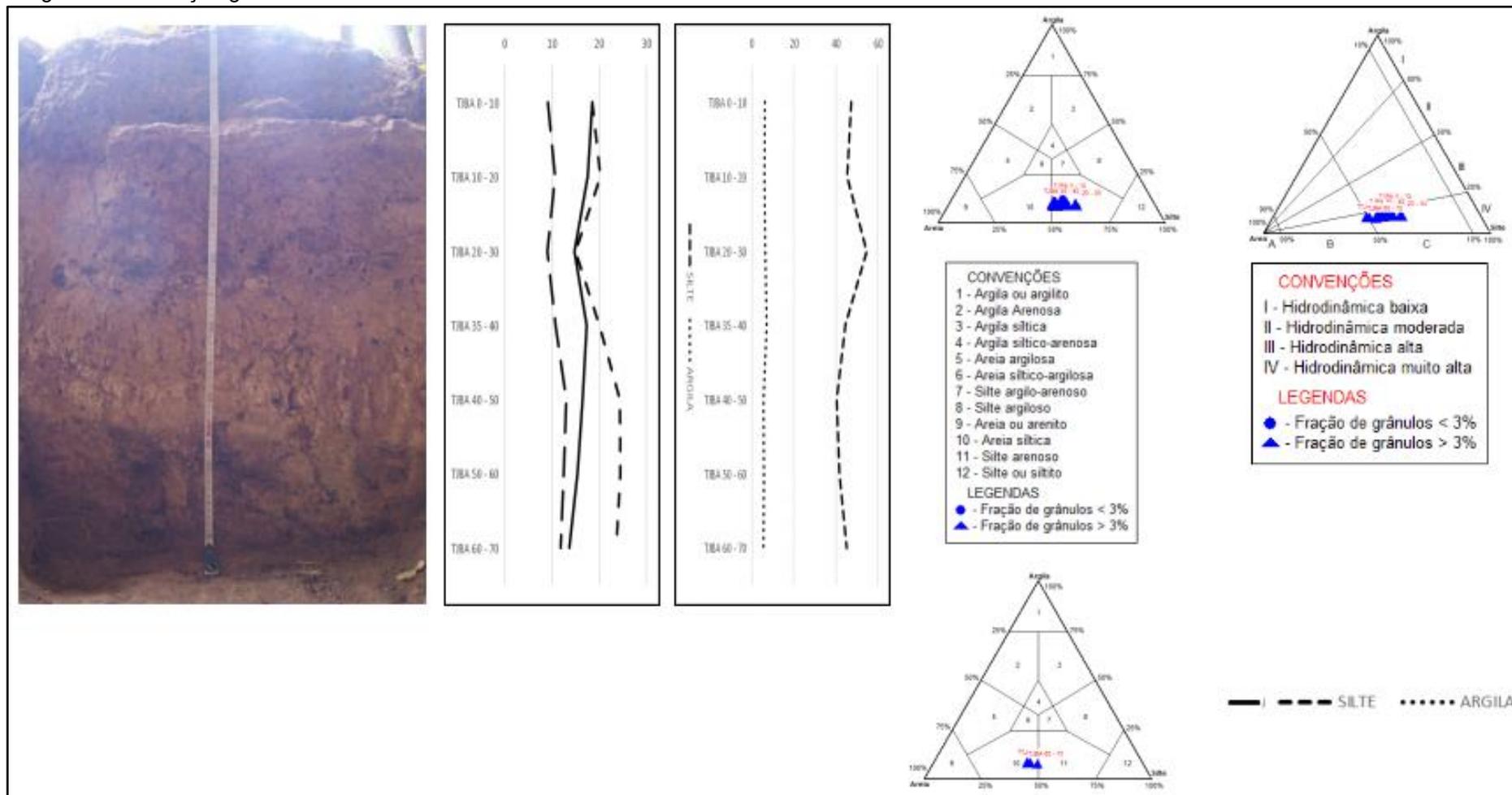
A segunda informação está relacionada à distribuição homogênea do magnésio, apontando para a absorção deste elemento na fração argila. Tal característica aponta para a contribuição de eventuais quedas de blocos da cobertura do abrigo, agregando rochas menos intemperizadas ao depósito.

Já a terceira informação está ligada à característica do relevo cárstico. A concentração de calcário nas camadas está intimamente ligada à produção de fitólitos, além disso, Moraes (2016, p127) afirma:

[...] constatou-se a ocorrência de um pH mais elevado, alcalino. Essa associação está efetivamente condicionada ao tipo de material do qual se originou o sedimento, uma vez que a rocha mãe apresenta grande teor de Ca que favorece a elevação do pH para alcalino.

Estas características podem ser um complicador para a interpretação do paleoambiente, apesar de ser uma informação geoquímica, este tema será tratado novamente no item referente aos dados fitolíticos

Figura 32: Descrição granulométrica do Sítio Toca da Janela da Barra do Antônio



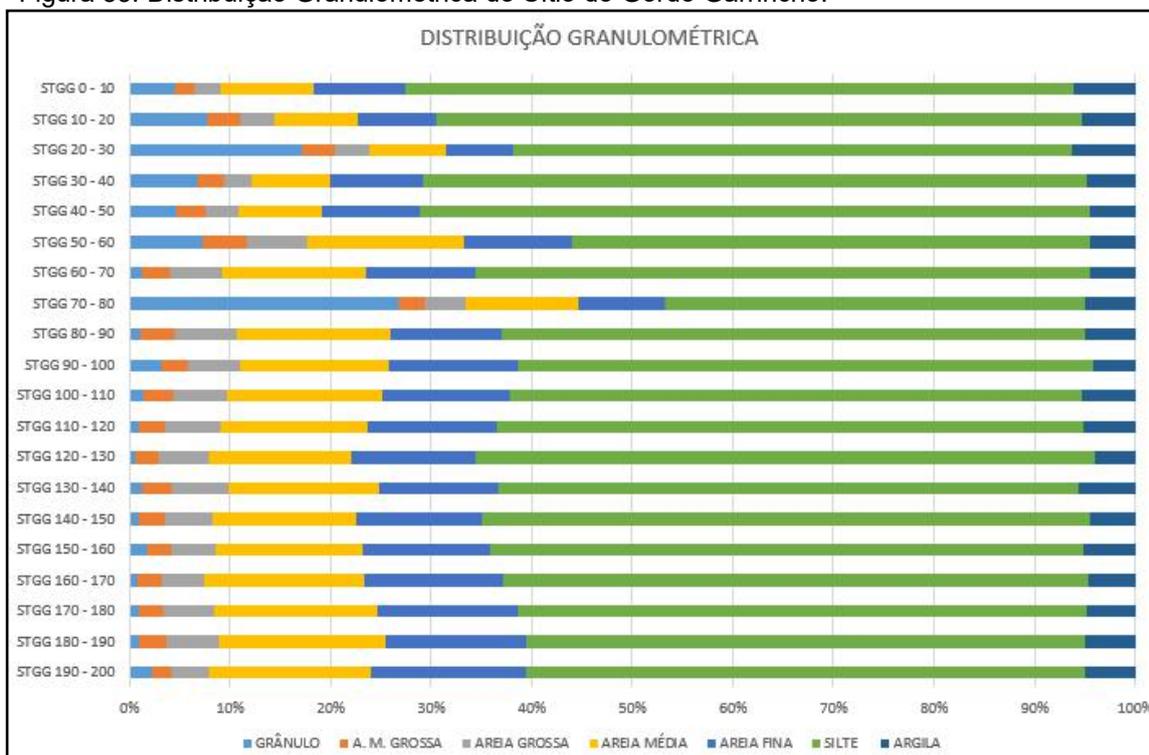
Fonte: Autor, 2019.

#### 5.1.4 Sítio da Toca do Gordo Garrincho

Situado sobre a unidade morfológica que compõe a depressão subsequente do front da *cuesta*, o sítio em escopo foi amostrado na parte externa do abrigo em caverna. A coleta se deu nas rampas de um avental de colúvio, que preencheram concavidades ocasionadas pela dissolução do calcário metamórfico, sob condições climáticas mais úmidas.

A análise inicial da granulometria dos depósitos de colúvio sugere certa alternância do comportamento do transporte. A variação das concentrações de grânulos mais grosso e silte neste perfil indicaria a ocorrência ora de fluxos de detrito, ora de corridas de lama.

Figura 33: Distribuição Granulométrica do Sítio do Gordo Garrincho.



Fonte: Autor, 2019.

Foram identificadas três camadas sedimentares na constituição deste perfil. A base apresenta mais de 75% de matéria fina (areia fina a argila), material bastante consolidado de difícil remoção. Este pacote chega a aproximadamente 1,3m de espessura, com pouquíssima variação das frações mais grossas.

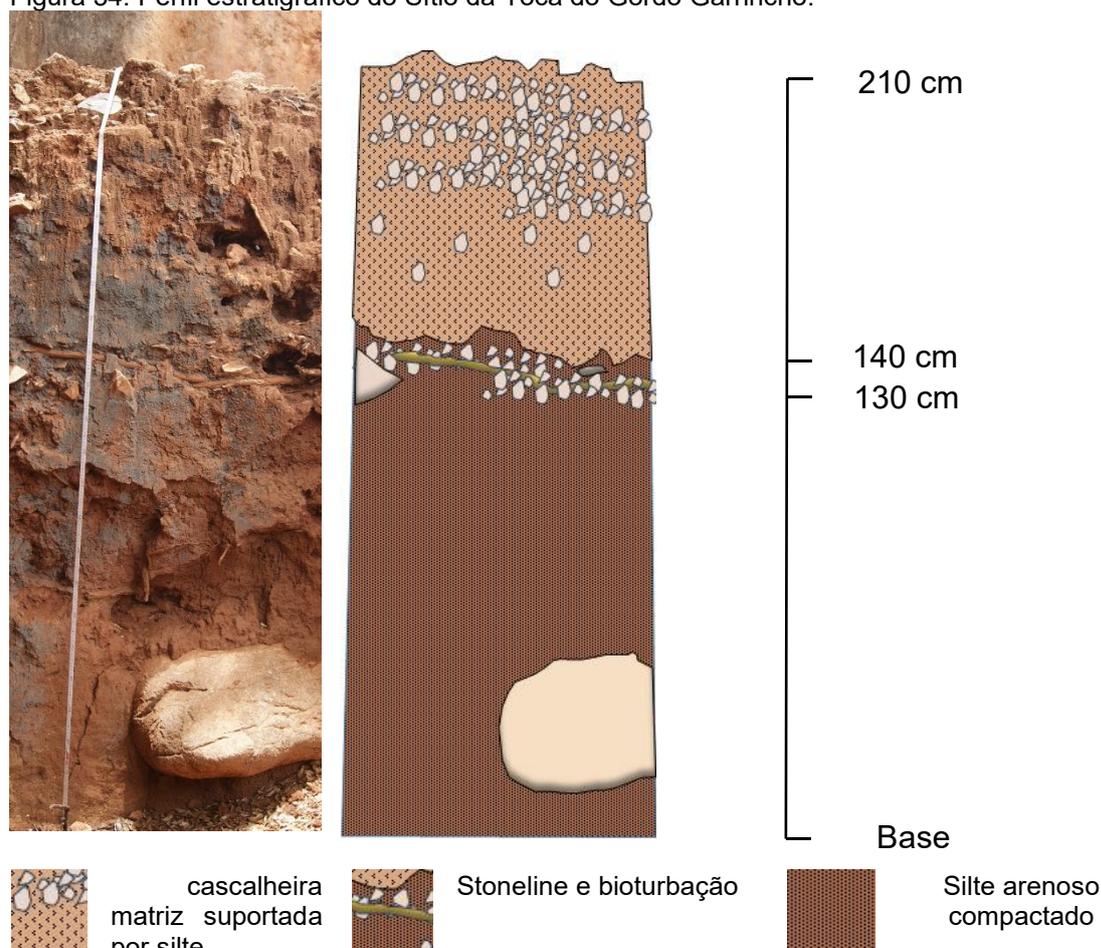
A camada intermediária apresenta aumento exponencial da fração grânulos, de 5% na base para 27%, sendo que o agrupamento dos grossos (areia grossa a

grânulos) ultrapassa a casa dos 30%. Entretanto, ainda há certa concentração de silte e argila. Ocorre também no perfil uma camada de cascalheira matriz suportada com fenoclastos angulosos. Além disso evidencia-se a presença de uma *stone line*, com fragmentos de raízes, a uma profundidade de 70 a 80cm.

A camada do topo, com profundidade de até 70cm, constitui uma cascalheira matriz suportada por silte. Entretanto observa-se certa alteração antrópica contemporânea, possivelmente por movimentação de terra para a manutenção dos próprios sítios ou do reservatório de água adjacente.

Com base na aplicação das classificações de Shepard (1954) e Perjup (1988), observa-se que todas as amostras apresentaram o mesmo resultado, sendo silto-arenosas com hidrodinâmica muito alta, o que corrobora a ocorrência de fluxos de detritos e de lama como indicados por Felice (2006).

Figura 34: Perfil estratigráfico do Sítio da Toca do Gordo Garrincho.

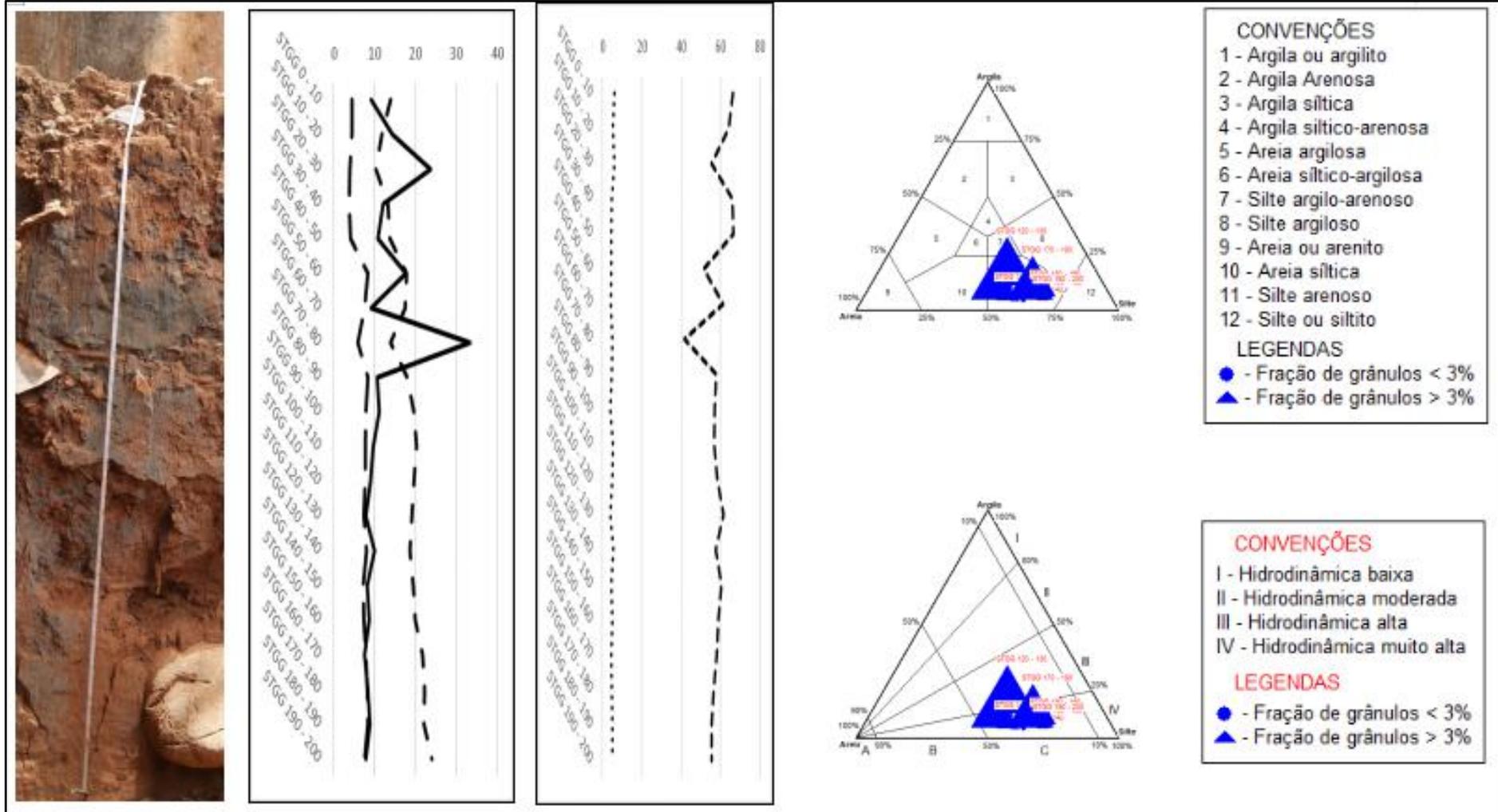


Fonte: Autor, 2019.

No que tange à geoquímica, as assinaturas são muito semelhantes às aquelas apresentadas no sítio anterior, sobre os mesmos condicionantes morfoestruturais e geológicos, a depressão periférica com afloramentos de calcário metamórfico. A principal diferença recai na interpretação da presença do magnésio. No caso das amostras do sítio da Barra da Janela do Antônio, a presença deste elemento advem do aporte de rochas menos intemperizadas que caíram da cobertura do abrigo. Já no caso do Garrincho, pelo perfil ser externo ao abrigo, a presença deste elemento indicaria uma origem alóctone, não derivando unicamente do intemperismo da rocha *in situ* (MORAES, 2016).

Vale salientar mais uma vez, que ambos os sítios apresentaram um pH bastante elevado, alcalino, que estaria condicionado ao tipo de material parental, sendo o Ca o elemento de maior teor presente na rocha mãe.

Figura 35: Descrição granulométrica do Sítio do Gordo Garrincho



Fonte: Autor, 2019.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO FITOLÍTICA

Necessita-se antes da caracterização das amostras retiradas no PNSC e seu entorno, uma rápida explanação quanto às particularidades ambientais das áreas cársticas e qual a relação entre a concentração do calcário metamorfizado, o Ph elevado e a formação de fitólitos, estes podendo ser constituídos por oxalato de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) ou de cálcio ( $\text{CaO}_2$ ).

Os calcifitólitos ao contrário dos fitólitos opalinos, que geralmente se adaptam às formas das células vegetais em que se formam, se desenvolvem em estruturas em forma de drusos que variam em tamanho, mas apenas ligeiramente em forma mais ou menos esférica e com projeções pontiagudas. A forma básica do druso parece ser governada em grande parte, pelas propriedades cristalinas do oxalato de cálcio e quaisquer impurezas associadas a ele (JONES & JUNIOR, 1992). Segundo Metcalfe & Chalk (2004) drusos são pequenos cristais e sua presença está relacionada a uma adaptação dos vegetais contra a herbivoria.

A uniformidade morfológica dos drusos compostos pelo calcário dificulta tanto a contagem na etapa de concentração de fitólitos, quanto na segregação morfotipológica, o que permite a classificação taxonômica encontradas nas amostras.

Os sítios localizados sobre o calcário metamórfico, Sítio do Gordo Garrincho e Sítio da Toca da Janela do Antonião, apresentam concentração diferenciada de cálcio, mas ainda assim, um maior teor de sílica em sua composição, o que em primeiro momento não traria problemas para a classificação dos fitólitos. Entretanto, o elevado Ph encontrado por Moraes (2016) para as áreas do relevo cárstico, tornam o ambiente deposicional inapropriado para a conservação das opalas de sílica. Assim, os sítios supracitados não forneceram dados confiáveis relacionados à extração de fitólitos, pois sua morfologia homogênea não permite uma pronta classificação.

Logo, apesar de não serem analisados os dados destes sítios no que tange os métodos empregados para fitólitos, decidiu-se mantê-los como áreas de amostragem por possibilitar inferências indiretas a partir da análise de outras variáveis dos estudos paleoambientais.

A estratégia de amostragem para classificação de fitólitos se deu a partir do cruzamento de informações estatigráficas e diagráficas. Ao encontrarem-se alterações dentro de camadas, foram avaliadas as concentrações e suas respectivas morfologias fitolíticas, além disto, as informações arqueológicas também foram guias para a avaliação das amostras.

### 5.2.1 Análise de fitólitos do Sítio da Toca do Gongo III

Por apresentar um atributo erosivo particular, comprovado estratigráfica e diagraficamente, as amostras analisadas para este sítio buscaram evidenciar a gênese do processo erosivo linear, além de entender o ambiente no qual os enterramentos foram realizados.

Neste sítio, as amostras apresentaram concentração variada de fitólitos e minerais. A camada superficial apresentou 8,95% de fitólitos, 90,6% de minerais e pouco menos de 0,5% de carvão. Esta concentração de biominerais é comum para amostras superficiais e sub-superficiais. A retirada de amostras entre 30 e 40 cm foi justificada com base na tentativa de estabelecer correlações com o nível de ocupação pré-histórica. O nível apresentou concentração de 4,46% de fitólitos e 0,26% de carvão, sendo o restante de minerais.

Gráfico 2: Gráfico de concentração relacional das amostras do Sítio do Gongo III



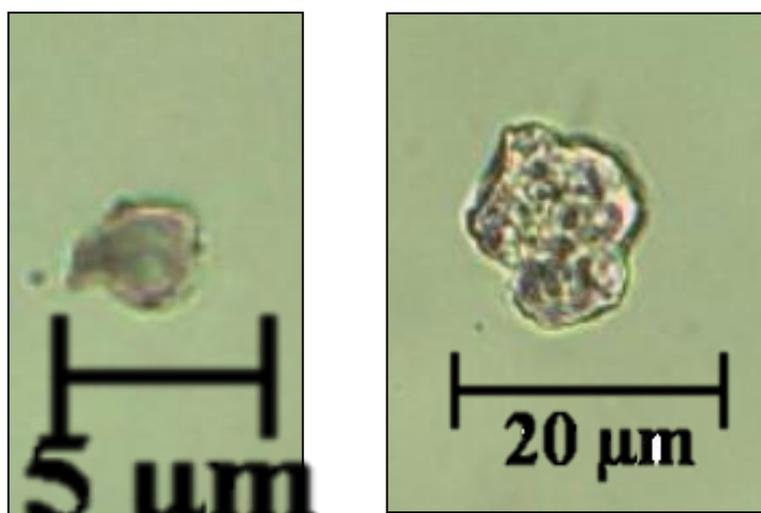
Fonte: Autor, 2019

Outras amostras também apresentaram concentração significantes de fitólitos. A 140cm de profundidade encontrou-se 2,9% de fitólitos, sendo este nível também

identificado na diagrafia deste perfil, o que, portanto, agrega certa importância na inferência do paleoambiente. O nível entre 160cm e 170cm faz parte da camada basal orgânica, o que possibilitaria entender qual vegetação que se formara a partir da evolução da voçoroca.

Ao aplicar o método de classificação dos morfotipos observou-se uma concentração expressiva de fitólitos não identificáveis, havendo eles sido alterados a partir de ataques físicos e/ou químicos, o que sugere ação intempérica e fragmentação mecânica. Os ataques químicos se concentram principalmente nas 3 camadas inferiores o que pode indicar uma presença maior de umidade que nas camadas superiores. Além disso, alguns morfotipos parecem sofrer mais com estes ataques, desaparecendo completamente do perfil quanto mais profunda for sua localização. Os silicofitólitos do grupo *short cell*, por exemplo, em grande parte inexistem em camadas a partir da 130cm de profundidade e os *bilobates* apresentam ataques físicos também em profundidades maiores. No entanto, resta ainda a possibilidade de que nos níveis inferiores tais morfotipos jamais tenham de fato ocorrido, restando a discussão sobre a preservação ou não de determinadas assembleias fitolíticas fora do escopo deste trabalho.

Figura 36: Fitólitos alterados física e quimicamente respectivamente.

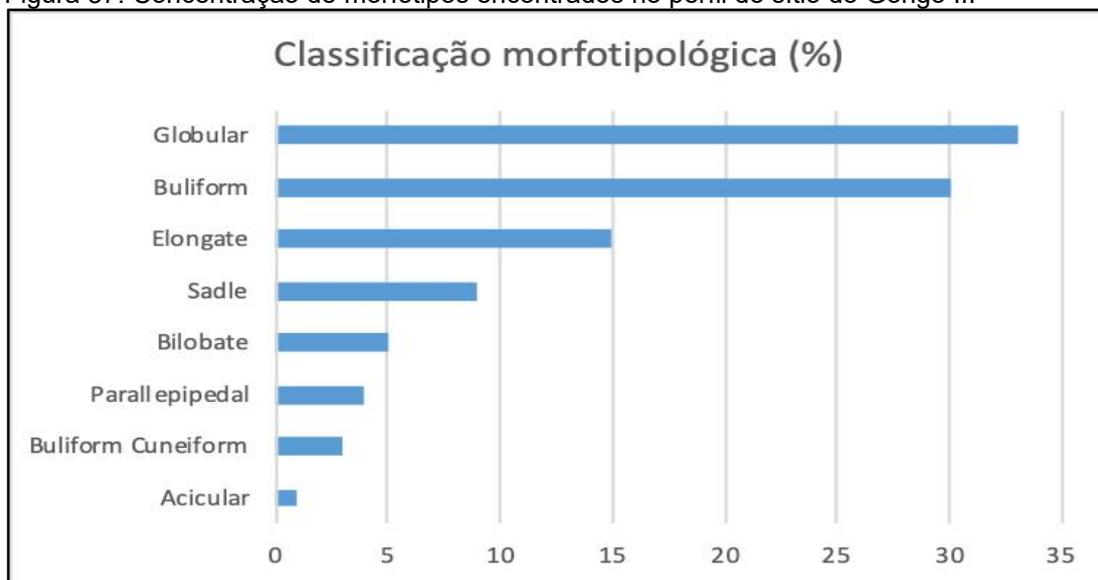


Fonte: Autor, 2019.

No sítio da Toca do Gongo III foram encontrados ao todo 8 morfotipos e alguns deles com suas variâncias. Os morfotipos principais foram o *Globular* e *Buliform* tendo valores de 33% e 30%; o *elongate* apresenta metade deste valor de concentração e o *Saddle* não chega a 10%. Os *Bilobate*, *Parallepipedal*, *Cuneiform*, *Acicular* e

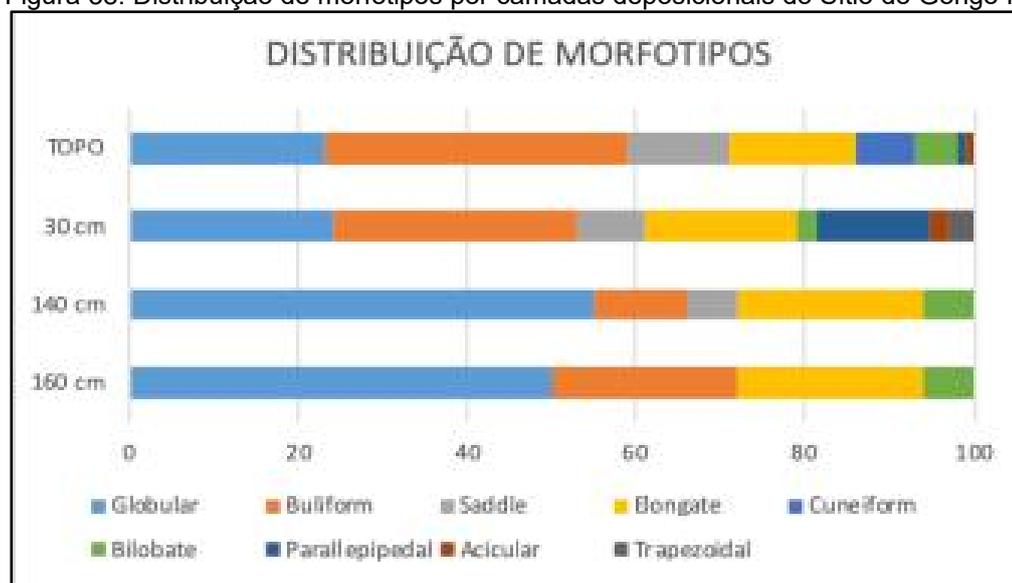
*Trapezoidal* apresentam pequenas concentrações, distribuídas heterogeneamente entre as camadas.

Figura 37: Concentração de morfotipos encontrados no perfil do sítio do Gongo III



Fonte: Autor, 2019

Figura 38: Distribuição de morfotipos por camadas deposicionais do Sítio do Gongo III

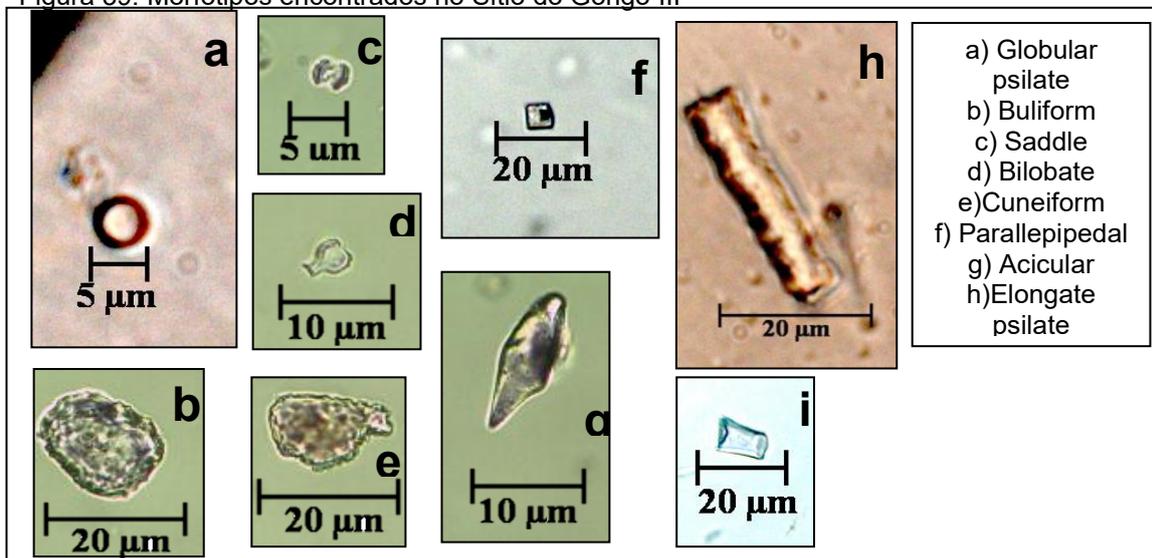


Fonte: Autor, 2019.

A distribuição dos morfotipos ao longo do perfil apresenta certa heterogeneidade. A camada superficial apresenta a maior variação de tipos, até 30 cm de profundidade são encontrados 8 morfotipos. Quanto mais profunda é a amostra diminui esta diversidade, chegando a 4 morfotipos nas camadas basais. Além disso, evidencia-se o protagonismo da concentração de *Buliforms* nas camadas superficiais com 36% e 29% respectivamente, enquanto nas camadas inferiores os *Globulares* assumem maior protagonismo com 55% e 50% dos

morfotipos encontrados. Os *elongate* e *Bilobate* são encontrados em todas as amostras, mas há um aumento de alterados fisicamente nas camadas inferiores.

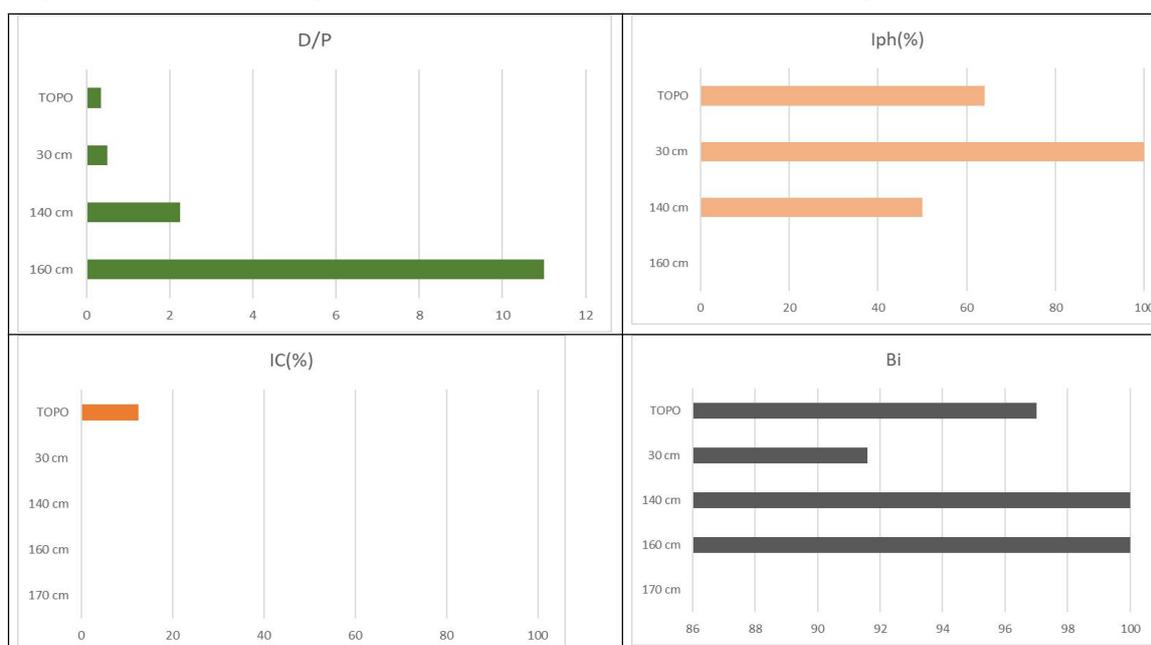
Figura 39: Morfotipos encontrados no Sítio do Gongo III



Fonte: Autor, 2019

Quanto à aplicação dos índices climáticos e vegetacionais, fundamentais para inferir as características paleoambientais, algumas camadas não puderam ser avaliadas pela aplicação de todas as equações, uma vez houve ausência de morfotipos indicadores; variáveis essenciais para os índices aplicados.

Figura 40: Complexo de gráfico dos índices ambientais do sítio do Gongo III.



Fonte: Autor, 2019

No índice de cobertura arbórea (D/P), os maiores valores estão relacionados à base e transição das amostras com concentração de matéria orgânica, diminuindo no sentido ascendente, o que permite interpretar que o material que primeiro preencheu a incisão tinha um porte de elementos arbóreos bem maior que os que o sucederam. A amostra de 160cm de profundidade indica a presença de florestas perenes, contudo há uma redução neste valor à medida que se avança para cima do perfil, havendo um nível de transição classificatória na camada a 140 cm com o valor de 2.25. Este não se enquadra nem em florestas perenes nem em savana alta, cujo valor máximo para a classificação é de 1.16. As camadas superiores apresentam sempre valores abaixo de 0.5, portanto agrupadas em savana alta, classificação que se enquadraria até os dias presentes.

Quanto ao índice de adaptação de aridez (Iph), há de se indicar que a baixa concentração de fitólitos das *Panicoideae* não permitiu gerar valores para todas as amostras. A inexistência de morfotipos relacionados a gramíneas na camada a 160cm parece reforçar seu porte arbóreo, uma vez que quanto maior a densidade e o estrato de árvores menor será a ocorrência de gramíneas em sua circunvizinhança. A transição para uma vegetação de menor porte e mais esparsa também está configurada nas demais amostras, com valores ultrapassando os 40%, indicativos de ambientes áridos.

No índice climático (Ic), a única amostra que pode ser verificada foi a do topo, o que impossibilita a relação entre as demais camadas. O índice de estresse hídrico (Bi/Fs) indica a adaptação da vegetação ao clima vigente a partir da camada 30cm, neste caso o valor relacionado à evapotranspiração sofre um considerável rebaixamento. Assim, os dados sugerem que a vegetação de maior porte foi trocada por uma de menor porte com maior adequação ao ambiente mais seco.

### **5.2.2 Análise de fitólitos do Sítio da Toca do Sítio do Meio**

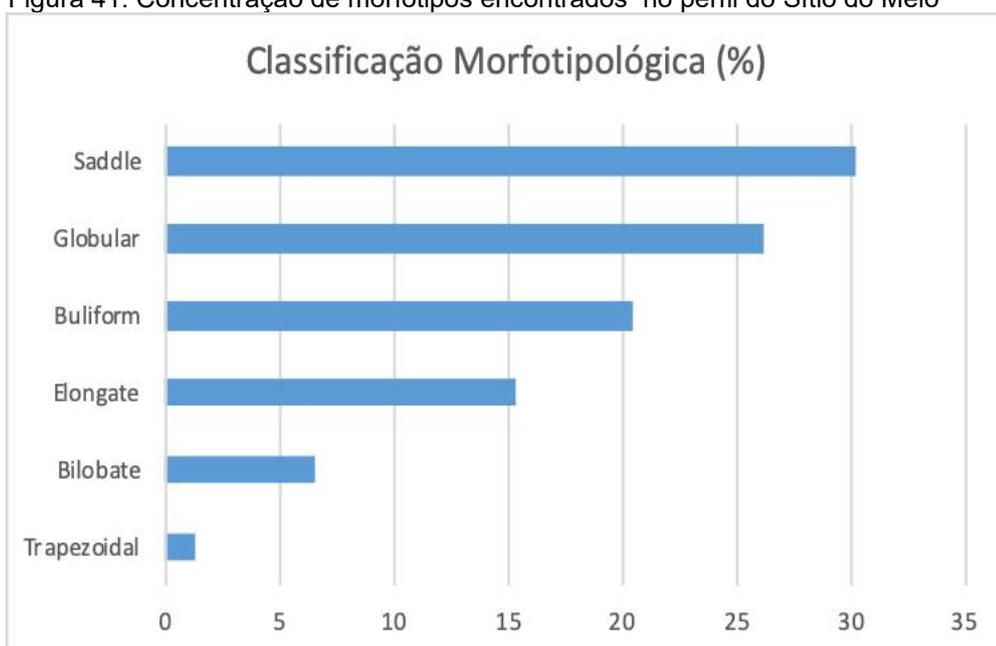
A configuração deposicional deste sítio, apesar de apresentar três episódios discretos de sedimentação, tem na sua camada intermediária a ocorrência de um conjunto composto por grandes blocos (*rock fall*) que se interpreta como um evento instantâneo. Apesar de uma aparente continuidade morfológica dos sedimentos que recobrem o nível de queda de blocos, foi observado tanto na distribuição quanto na diagrafia, que estes apresentam significativas diferenças granulométricas ao longo

do perfil. As mesmas podem haver decorrido de mudanças hidrológicas nos processos deposicionais. Desta forma, a análise dos fitólitos pode corroborar a ocorrência de alternâncias climáticas que também estejam refletidas no comportamento granulométrico dos materiais.

Quanto à concentração de fitólitos há baixos valores em todas as amostras analisadas. A única exceção, que permitiu a aplicação de índices e interpretação de morfotipos ocorre justamente sobre os níveis identificados macroscopicamente de discordância erosiva/deposicional. Nestes, que refletem a ocorrência de paleosuperfícies geomorfológicas, logo presumivelmente colonizadas pela vegetação, a concentração de fitólitos traduz uma diminuição na energia erosiva do sistema. Este tipo de comportamento também foi encontrado por Ranulpho (2016) em colúvios do Planalto do Araripe. Igualmente, a textura arenosa e grande porosidade dos sedimentos, com microfábrica aberta, podem estar relacionadas à expulsão dos fitólitos que passaram pelo processo de migração no perfil.

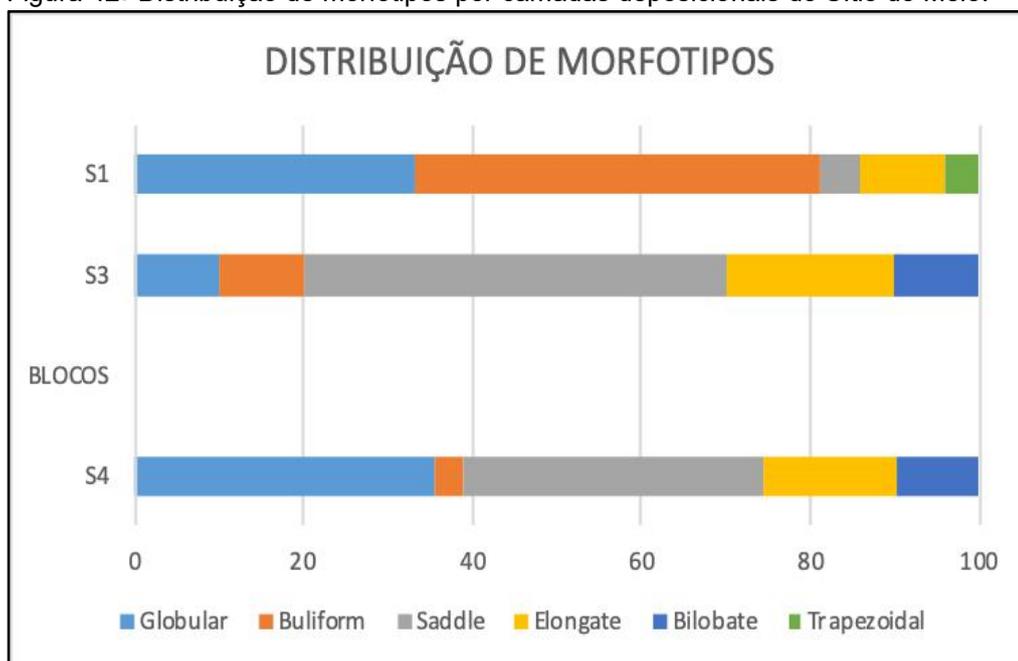
Assim como nas análises realizadas no sítio do Gongo III, a classificação morfotipológica apontou para uma grande quantidade de fitólitos não identificáveis, ultrapassando sempre a casa de 50% para todas as amostras. Entretanto, houve redução nos casos de alteração química, transferindo então a concentração da causa da não identificação para os ataques físicos nos silicofitólitos.

Figura 41: Concentração de morfotipos encontrados no perfil do Sítio do Meio



Fonte: Autor, 2019

Figura 42: Distribuição de morfotipos por camadas deposicionais do Sítio do Meio.

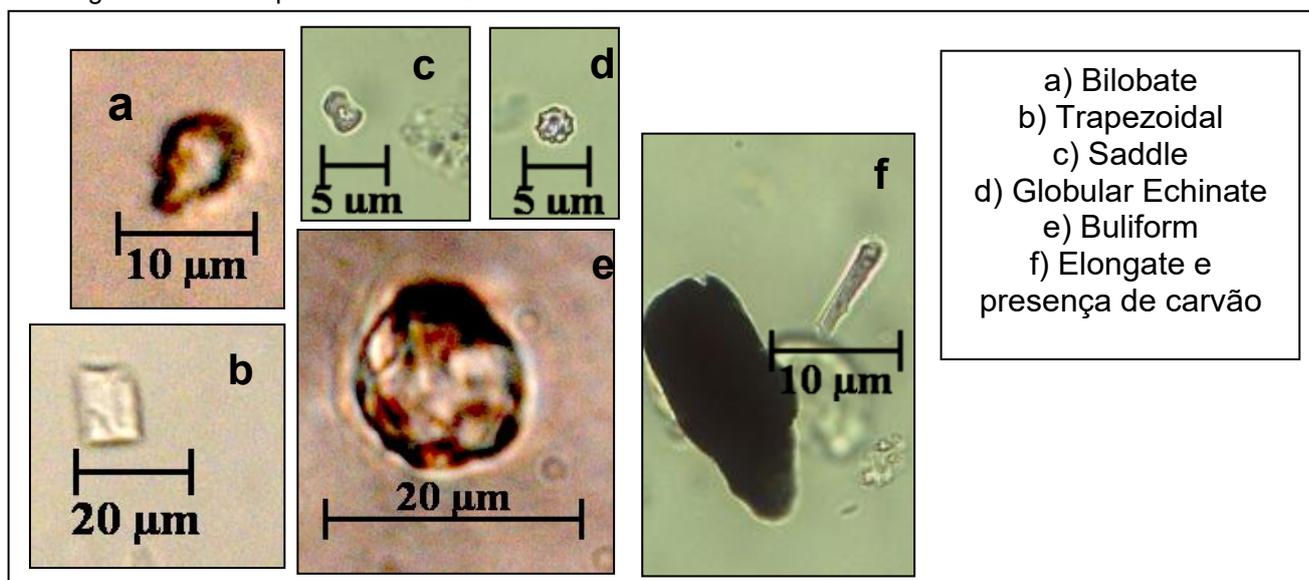


Fonte: Autor, 2019.

No Sítio da Toca do Sítio do Meio foram encontrados ao todo 6 morfotipos, tendo o *Saddle* o de maior concentração com aproximadamente 30% do total. os *Globulares* (*Echinate* e *Psilate*) foram encontrados na ordem de 26%, o *Buliform* com 20% e o *Elongate* com 15% apresentam ataques em sua micromorfologia, por fim *Bilobates* 6,5% e *Trapezoidal* com pouco mais de 1% foram também contabilizados.

A distribuição vertical dos morfotipos aponta para algum tipo de mudança do ambiente, uma vez que a camada S4 apresenta grande concentração de *Globulares* e *Saddles* (35,5% para ambos) e pouca de *Bulliforms* (3,4%), sendo esta camada a superfície sobre a qual depositaram-se os blocos. Após este evento episódico, a camada S3, primeira superfície deposicional sobreposta ao nível de blocos, apresenta uma distribuição morfotipológica bem divergente da camada anterior, com protagonismo evidente de *Saddles* com 50% de concentração e aumento exponencial também para os *Buliforms* com 10%. Já na camada superficial (S1), os *Globulares* voltam aos valores encontrados em S4, entretanto há uma concentração de *Buliforms* que chega a 48% do total da amostra

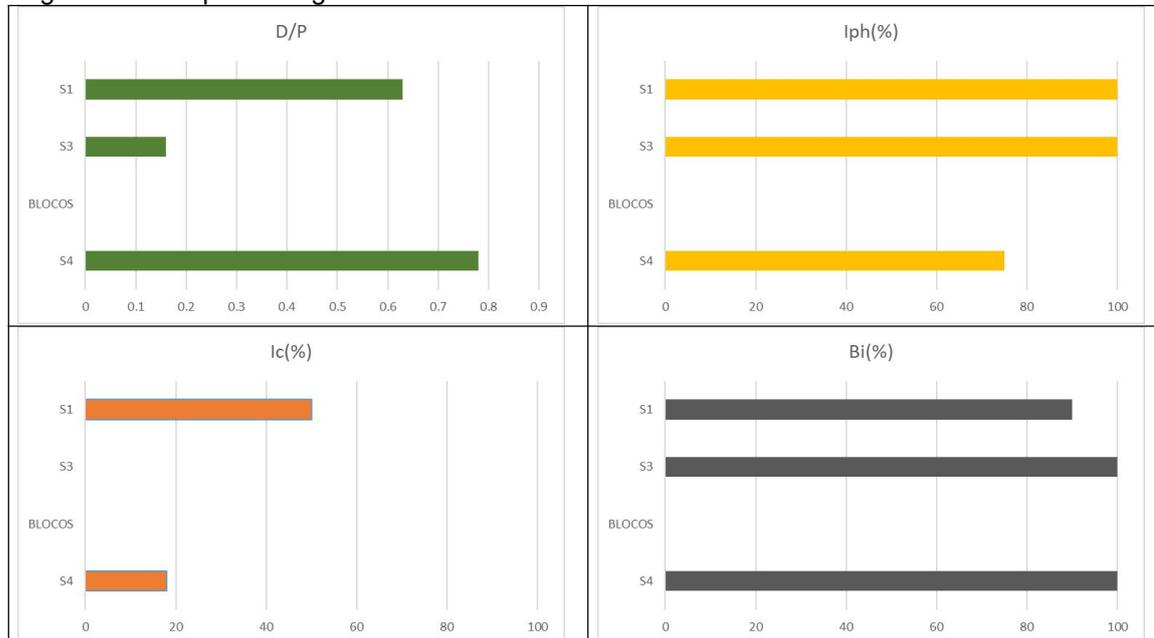
Figura 43: Morfotipos encontrados no Sítio do Meio.



Fonte: Autor, 2019.

Para a aplicação dos índices fitolíticos tanto o baixo valor de contagem quanto a pouca variação morfotipológica dificultaram o processo, impedindo o uso de todas as equações para as camadas.

Figura 44: Complexo de gráficos dos índices ambientais do sítio do Meio



Fonte: Autor, 2019

Os valores encontrados para o índice de cobertura arbórea (D/P) indicam a classificação de savanas altas, nunca ultrapassando números maiores que 1 (hum). Apesar desta classificação, fica visível a alternância de maiores valores para as camadas superficiais, S4 antes do *rock fall* e S1, a superfície atual. Com base

nesses dados é possível aventar dois caminhos interpretativos, o primeiro está relacionado à fixação de morfotipos nas camadas superficiais, podendo haver uma relação entre a taxa de migração destes morfotipos e a conservação temporária em topos de perfis. Assim, tratar o *rock fall* como evento único, permite definir a camada S4 como um “topo” de superfície deposicional. Uma vez ocorrida a queda de blocos, o perfil erosivo superficial subjacente foi inumado abruptamente, guardando então a configuração fitolítica ora descrita para a superfície S4.

O segundo caminho interpretativo propõe a ocorrência de oscilação climática, uma vez que após a queda de blocos o perfil sobreposto apresenta o menor valor de B/P, muito próximo à classificação de savanas baixas e estepes (BREMONT *et al.*, 2005). Tal situação indicaria uma mudança climática para mais seco e quente, após um episódio pulsátil de maior torrencialidade responsável pela queda de blocos e pela relativa condição de maior umidade, sem indicar uma mudança radical das condições ambientais, do nível S4 sotoposto. Após passagem deste momento de maior secura, a vegetação tornaria ao porte anterior a queda de blocos, configurando-se em savanas altas, como mostra a camada S1.

O índice de adaptação à aridez (Iph) indica que para todos os níveis foram obtidos valores que configuram um ambiente árido, apesar do S4 apresentar valor menor que os demais. Já para o índice climático (Ic), não foi possível processar a equação no nível S3 e os outros níveis resultaram em valores correspondentes a *Poaceae* C4, onde a capacidade fotossintética se mantém em altas temperaturas, diferentemente das C3. Já o índice de estresse hídrico (Bi/Fs) apresenta valores máximos em S4 e S3, com S1 também apresentando valores muito próximos.

### 5.3 DATAÇÕES POR LOE E CORRELAÇÕES CRONOLÓGICAS

A partir das datações retiradas nos perfis estratigráficos dos Sítios do Meio, Gordo Garrincho e Gongo III e de áreas correlatas ao sítio da Toca da Janela do Antônio, os valores serão apresentados em forma cronológica, além de serem integrados a estudos paleoambientais em escala regional realizados no Nordeste brasileiro. Assim, estabelece-se relação crono/ambientais para futuras comparações entre os dados *multiproxy* obtidos nesta tese (Tabela 3).

Tabela 3: Datações obtidas pelo método LOE

<i>Amostra</i>	<i>Dose Anual (<math>\mu</math> Gy/ano)</i>	<i>Dose Acumulada (Gy)</i>	<i>Idade (anos)</i>
<i>Gongo III – 160/170 cm</i>	<i>1.100 <math>\pm</math> 200</i>	<i>113,0</i>	<i>11.770 <math>\pm</math> 2.740</i>
<i>Gongo III – 60/70 cm</i>	<i>910 <math>\pm</math> 35</i>	<i>6,8</i>	<i>7.460 <math>\pm</math> 680</i>
<i>Gongo III (Hor) – 80/90 cm</i>	<i>1.320 <math>\pm</math> 150</i>	<i>17,8</i>	<i>13.500 <math>\pm</math> 2.220</i>
<i>S.T.S.M 220/230cm</i>	<i>1.120 <math>\pm</math> 130</i>	<i>22,8</i>	<i>20.400 <math>\pm</math> 3.375</i>
<i>S.T.S.M 60/70 cm</i>	<i>907 <math>\pm</math> 150</i>	<i>21,1</i>	<i>21.760 <math>\pm</math> 4.580</i>
<i>S.T.G.G 120/130 cm</i>	<i>2.250 <math>\pm</math> 300</i>	<i>21,5</i>	<i>9.500 <math>\pm</math> 1.780</i>
<i>Amostra</i>	<i>Dose Anual (<math>\mu</math> Gy/ano)</i>	<i>Dose Acumulada (Gy)</i>	<i>Idade (anos)</i>
<i>S.T.G.G 50/60 cm</i>	<i>1.600 <math>\pm</math> 140</i>	<i>8,8</i>	<i>5.500 <math>\pm</math> 760</i>
<i>S.T.J.B.A 60/70</i>	<i>2.100 <math>\pm</math> 160</i>	<i>74,1</i>	<i>35.200 <math>\pm</math> 4.440</i>
<i>S.T.J.B.A 30/40</i>	<i>2.580 <math>\pm</math> 180</i>	<i>30,1</i>	<i>11.700 <math>\pm</math> 1.400</i>

Fonte: Autor, 2019

A datação mais antiga obtida na área de estudo foi de 35.200 A.P. está inserida, a partir de análises de outros trabalhos, em um momento mais seco, que precede a Último Máximo Glacial. Ranulpho (2016) encontrou a partir das análises fitolíticas na chapada do Araripe indicativos de presença de gramíneas em detrimento de portes vegetais maiores, assim, apontando para certa estabilidade deste tempo seco. As datações em sedimentos colúvios eluvionares encontradas por Sampaio (2013) na bacia hidrográfica do rio Brumado próximo da área da chapada Diamantina indicam idades de deposição próximo de 30 ka A.P. sob condições de clima também predominantemente seco, mas com eventos pluviais de expressão.

Para as amostras do Sítio do Meio, foram encontrados valores próximos, entre 20 ( $\pm$ 3.3) a 21 ( $\pm$ 4.5) k A. P. As datas estão situadas no UMG, onde para os estudos regionais foram inferidas condições climáticas mais secas e frias. Melo (2007) e

Ranulpho (2016) encontraram vestígios vegetais relacionados a vegetação mais aberta no Brejo da Madre de Deus e Araripe respectivamente. Uma característica marcante nesta fase são as cicatrizes deposicionais dos eventos de grande magnitude e baixa recorrência, isto fica claro nos estudos de Corrêa (2001), Mutzenberg (2007 e 2010), Silva (2013) e Santos (2007) sendo esta última autora indicando a ativação episódica do Rio Piauí, a partir dos estudos das barras fluviais com presença de cascalheiras.

Já a data de 13.5 ( $\pm 2.2$ ) k A.P. fornecida pela amostra Gongo III (Hor) 80 pode estar inserida tanto nos eventos relacionados ao Heinrich Sul 1, estudados por Stríkis *et. al.* (2015) que estabeleceu períodos mais úmidos em toda porção oriental amazônica e Centro oeste brasileira, com precipitações volumosas. A partir de registros sedimentares marinhos da costa nordestina e concentração de  $\delta^{18}\text{O}$  em espeleotemas, para datas até 14.7 k A.P. Além deste enquadramento, a amostra também pode ser inserida na fase de *Younger Dryas (YD)*, um momento de rápido resfriamento e grande aporte pluviométrico concentrados em episódios.

O YD também é responsável pela gênese dos depósitos do Gongo III 160 ( $11.7 \pm 2.7$  k A.P) e S.T.J.B.A. 30 ( $11.7 \pm 1.4$  k A.P.), esta fase é observável ocorrência de depósitos sedimentares, na Baixa Verde de estrutura maciça e presença de fenoclastos, indicando a remobilização de material produzido por momento estável e úmido, mas sem a remoção de regolito (AMORIM, 2015). Oliveira *et. al.* (1999) analisando paleodunas do médio São Francisco identificou condições úmidas, pela presença de veredas nas margens do rio.

Para a amostra S.T.G.G 50 ( $9.5 \pm 1.7$  k A.P.) a literatura indica que durante o ótimo climático houve maior disponibilidade de calor e umidade em escala global. No Nordeste esta característica repercutiu em depósitos por corrida de lama na Baixa verde (CORRÊA, 2001 e TAVARES, 2015). Além disso, Galvão (2012) indicou que disposição estratigráficas de colúvio/eluvios demonstra um momento de máxima umidade durante o Holoceno inferior, esta interpretação é reforçada pelos estudos de Mutzenberg (2007) que também encontrou vestígios de uma súbita retomada da umidade que removeu os regolitos expostos sob a atuação de fortes chuvas capazes de gerar depósitos de cascalhos na região semiárida do Seridó no Rio Grande do Norte. Esta umidade máxima do Holoceno inferior demonstrou não só a

capacidade de criar depósitos de cascalhos, como também configura uma possível subida do nível da água na lagoa do Puiu no sertão Pernambucano.

Já no Holoceno médio, fase em que se encontra a amostra Gongo III 60 ( $7.4 \pm 0.6$  k A.P.) há uma perda gradativa de energia atrelada a redução pluviométrica na região Nordeste. Apesar de ainda estar inserida no ótimo climático, Oliveira *et. al.* (1999) indica o declínio de florestas e substituição por cerrados e caatinga, há alguns eventos de grande magnitude, encontrados por Corrêa (2001), Tavares (2015) e Amorim (2015) e atividade fluvial encontrada por Santos (2007).

Esta tendência para clima mais seco e quente é confirmada na bibliografia em paralelo a data da amostra S.T.G.G. 50 ( $5.5 \pm 0.7$  k A.P.), onde Mutzenberg (2007), Santos (2007), Sampaio (2013) encontram marcas de extrema aridez para as respectivas áreas e Corrêa (2001), Tavares (2015) e Amorim (2015) analisam a diminuição de material mais grosso depositados em eventos com gênese neste momento na área da Baixa Verde.

## 6 DO MEIO FÍSICO À PAISAGEM DO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CAPIVARA

A partir dos dados apresentados no capítulo anterior e entendendo que as ocupações pré-históricas do PNSC estão subordinadas ao contexto ambiental, este capítulo busca a integração dos geofatos com os dados arqueológicos, para proporcionar uma contribuição da distribuição dos sítios em associação com o meio ambiente, contribuindo assim para a reconstrução de suas paisagens.

Para tanto, foi realizado um cruzamento de dados de várias fontes afim de se alcançar maior diversidade possível de interpretação. Neste sentido, observa-se a premissa de que quanto maior for a capacidade de cruzamento de variáveis maior será a acurácia das interpretações. A formulação das hipóteses interpretativas teve como base o ordenamento cronoestratigráfico, sendo sobreposto a este outros dados disponíveis tanto por meio da aquisição direta desta pesquisa, quanto oriundos de outros trabalhos na região.

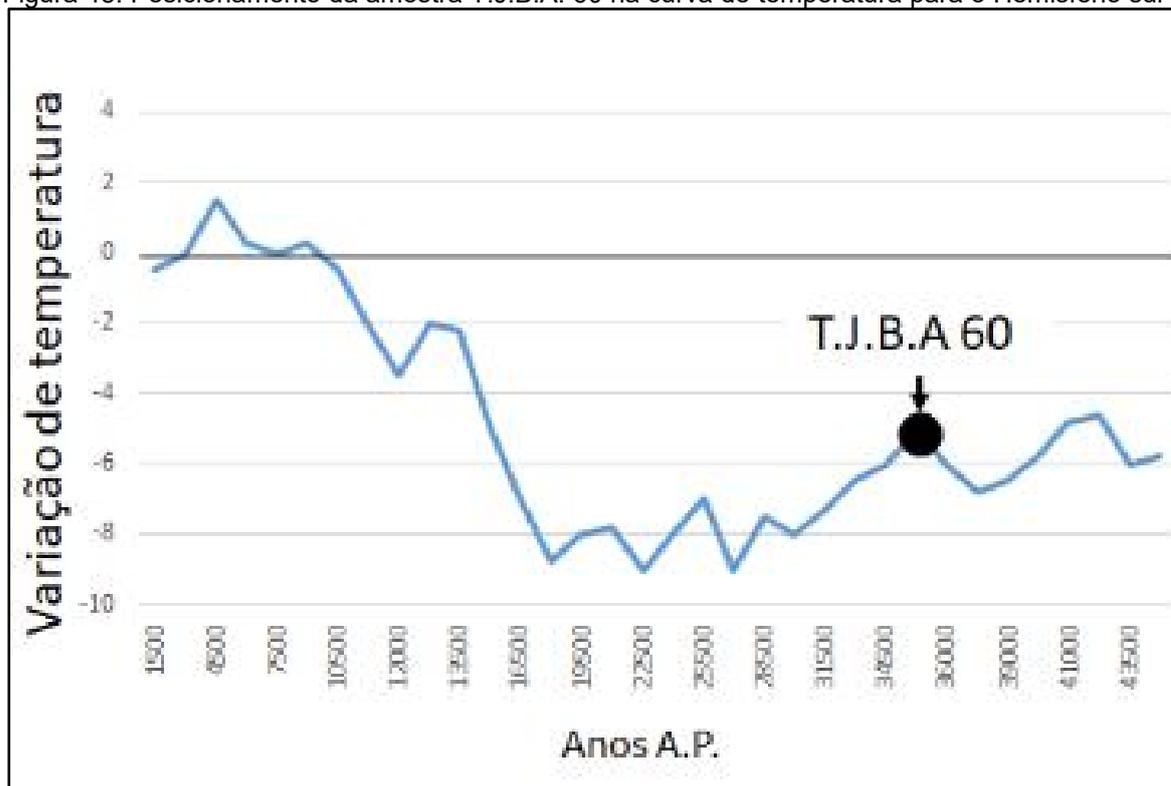
### **Pleistoceno superior: 35.200 anos A.P.**

A datação mais antiga obtida para este trabalho é proveniente dos sedimentos do Sítio da Toca da Janela da Barra do Antonião. Este faz parte do complexo de sítios estabelecidos nos abrigos em relevo cárstico que apresentou características pedogeológicas incompatíveis para a presença de assinaturas fitolíticas. Apesar da ausência desta variável paleoambiental, os dados obtidos neste sítio se configuram como importantes para o entendimento da evolução da dinâmica ambiental do PNSC.

Para esta idade, Behling *et. al.* (2000) analisando sedimentos marinhos da costa cearense, estabeleceram que entre 48.000 e 33.000 anos A.P. a caatinga já ocupava uma distribuição regional no Nordeste brasileiro, sendo então acometida por períodos de aumento do aporte pluvial. Os sedimentos analisados neste trabalho, com idade de 35.000 ( $\pm$  4.400), encontram-se, portanto, no intervalo temporal estudado por esses autores. Após as marcas destes eventos pluviais marcados para o Nordeste iniciar-se-ia segundo Suguio (1999), a partir de 31.000 anos A.P., uma fase seca.

A despeito da idade obtida coincidir com um momento de temperatura em geral mais baixa que a atual, de acordo com a curva de temperatura para o Hemisfério sul (PETIT *et al*, 1999), a idade obtida coincide com um pequeno aumento de temperatura, o que faz fortalecer a relação com os eventos de aumento de precipitação supracitados.

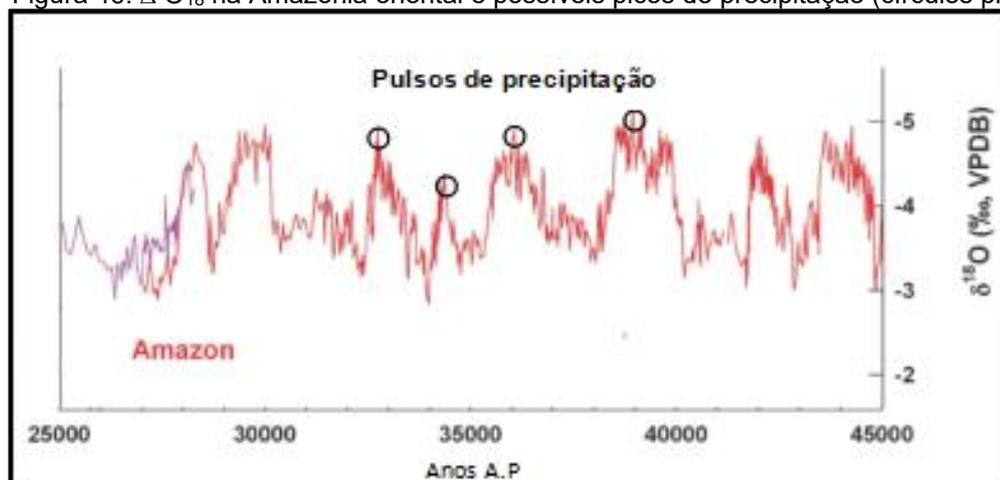
Figura 45: Posicionamento da amostra T.J.B.A. 60 na curva de temperatura para o Hemisfério sul



Fonte: Petit *et. al* (1999) alterado pelo autor.

Apesar de Parenti (2001) indicar um hiato deposicional, para os sítios da Pedra Furada e do Meio, entre 38.000 e 33.000 anos A.P., este comportamento não se repete para áreas da Depressão Sertaneja na borda do PNSC. De fato, sobre essa unidade geomórfica, tanto ocorre a sedimentação encontrada no sítio da Toca da Janela da Barra do Antônio - caracterizada por um depósito de grânulos suportados por matriz siltosa, quanto a sedimentação episódica na calha do rio Piauí, evidenciada por Santos (2007). Estes pulsos pluviométricos capazes de deixar registros ambientais, indicados por Behling *et. al.* (1999), também foram observados nos estudos de Wang (2017), realizados em espeleotemas, e suas concentrações de  $O_{18}$  para a área da Amazônia oriental.

Figura 46:  $\Delta O_{18}$  na Amazônia oriental e possíveis picos de precipitação (círculos pretos).



Fonte: Wang (2017) alterado pelo autor.

Para os estudos paleontológicos, fundamentais na inferência do paleoambiente, o sítio estudado fornece indicadores de ambientes capazes de proporcionar alimento suficiente para mamíferos de grande porte como *Eremotherium*, *Catonyx*, *Haplomastodon* e *Equus*, todos estes exemplares foram agrupados como faunas do Pleistoceno superior (GUERIN *et. al.*, 1999). Assim sendo, a vegetação deveria ser composta por savanas altas e floresta e a drenagem menos intermitente que a atual.

Para Melo (2007) esta configuração ambiental também seria propícia para a subsistência humana, apesar de existir poucas evidências mais complexas desta ocupação para a data em escopo na área do PNSC. Embora as pesquisas na área de estudo apontem para uma ocupação próxima a 50.000 anos AP, as evidências que suportam tal interpretação são provenientes de um sítio localizado no *Front* da cuesta, na Toca do Boqueirão da Pedra Furada.

Segundo Parenti (1992) para o Pleistoceno, foram reconhecidas três fases de ocupação (Pedra furada I, II e III). Os artefatos estudados que ensejaram essa subdivisão, foram retirados de grandes fogueiras circulares e semi-circulares construídas por seixos, que possibilitaram a coleta de carvão em seu interior e permitiram a datação por  $C_{14}$ .

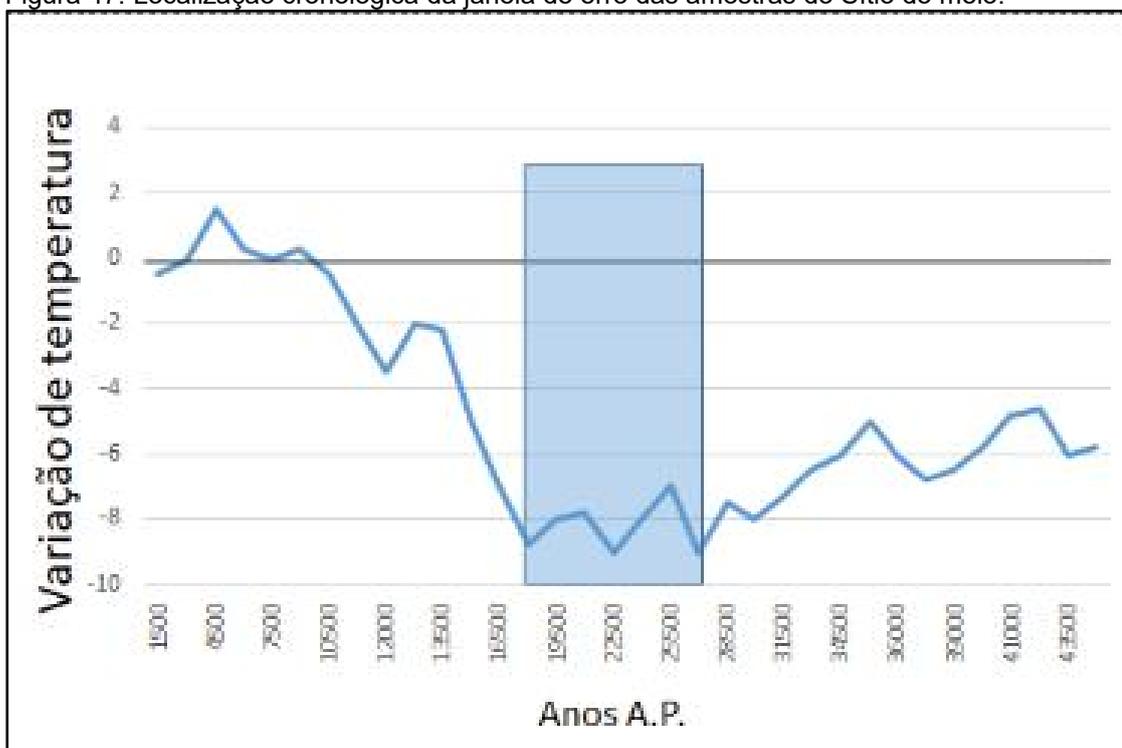
### **Ultimo Máximo Glacial e o estadal Heinrich: 21.760 e 20.400 anos A.P.**

As datações obtidas nesta fase estão inseridas num mesmo perfil estratigráfico proveniente do Sítio da Toca do Sítio do Meio. Localizado no sopé do *front* da cuesta, área de maior concentração de vestígios arqueológicos no PNSC. Os dados obtidos

para o UMG corroboram, em primeira análise, as hipóteses lançadas pela literatura revisada.

A temperatura para o Último Máximo Glacial no hemisfério sul indica momentos mais frios que o atual para o Nordeste semiárido, além de mais secos também. Com base nesta afirmativa, e devido à proximidade das idades obtidas neste perfil, optou-se por localizar o intervalo entre as mesmas sobre a curva de temperatura por meio de uma janela temporal. Há nesta fase, modificações acentuadas e heterogêneas do ambiente para as diversas regiões do Brasil, assim sendo sugere-se que a interpretação dos tipos de paisagens resultantes também leve em consideração a interferência das condições locais.

Figura 47: Localização cronológica da janela de erro das amostras do Sítio do meio.



Fonte: Petit *et. al.* (1999) alterado pelo autor.

A tendência fria e seca do UMG é assinalada em diversos trabalhos nas porções central e nordeste do Brasil. Em Minas Gerais e Goiás entre 30.000 e 18.000 anos A.P. o resfriamento é unânime, oscilando apenas as fases secas com momentos úmidos, promovendo uma redução na cobertura vegetal (SALGADO-LABOURIAU, 1994). Ainda em Minas Gerais, na serra do Salitre, há evidências do domínio da secura, pois observou-se um hiato de sedimentação entre 28.700 anos A.P. a 17.000 A.P. (SAMPAIO, 2013).

Ainda em escala regional, a noroeste do PNSC, também há registro da tendência fria e seca. Em Carajás (PA) houve redução no nível de água de uma lagoa. Mesmo que esse fato não se configure como uma transição para ambientes secos, o mesmo aponta para a redução da umidade, segundo Sampaio (2013). Para Wang *et. al.* (2017), esta oscilação de umidade também foi sentida na Amazônia oriental, onde os autores observaram uma redução de 60% de precipitação em comparação com a atual, entretanto, não houve registros de mudanças da vegetação. Para a porção central do Nordeste, esta mudança climática, diferentemente do que aconteceu no norte úmido do país, trouxe a necessidade de adaptação da cobertura vegetal, como indicado por Melo (2007) e Ranulpho (2016).

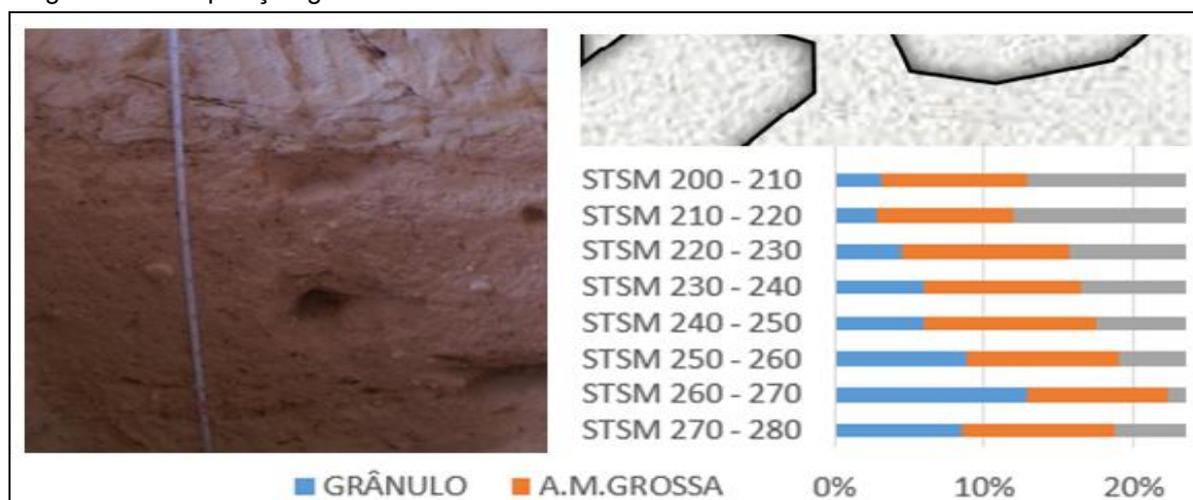
Para a área do PNSC e seu entorno, o UMG apresenta esta diminuição de temperatura e também se configura como um momento seco, apesar de existir evidências geomorfológicas da ação de eventos de grande magnitude e baixa recorrência (MUTZENBERG, 2010; SANTOS, 2007). Tais informações paleoambientais, a saber: clima mais frio e mais seco, adaptação da cobertura vegetal e ocorrência de eventos pluviais de grande magnitude, são passíveis de serem analisadas por meio dos sedimentos provenientes do sítio ora estudado.

A fase de resfriamento e redução das precipitações do UMG no PNSC pode ser recuperada a partir do comportamento deposicional das camadas de sedimentos recobertas por grandes blocos rochosos no sítio. Apesar das estruturas deposicionais indicarem a presença de um fluxo canalizado, a coluna estratigráfica estudada apresentou granulodecrescência ascendente, apontando para a perda de energia gradual nas condições hidrológicas do transporte. Além disso, a diminuição gradativa dos grossos, à medida que se avança para o topo da camada, sugere uma certa estabilidade erosivo/deposicional, não sendo possível indicar a ocorrência de eventos posteriores capazes de truncar o perfil estudado.

Entretanto, acima do evento relacionado ao *rockfall*, *que resultou em um nível de blocos relativamente contínuo abaixo do surplon do abrigo*, são encontrados indicadores da ocorrência de eventos pluviométricos mais intensos, de baixa recorrência, amplamente reconhecidos para o semiárido nordestino (CORRÊA, 2001; SILVA, 2007; MUTZENBERG 2007 E 2010; MISSURA, 2013; TAVARES, 2015). O aumento da deposição dos grânulos mais grossos somado à análise da assinatura

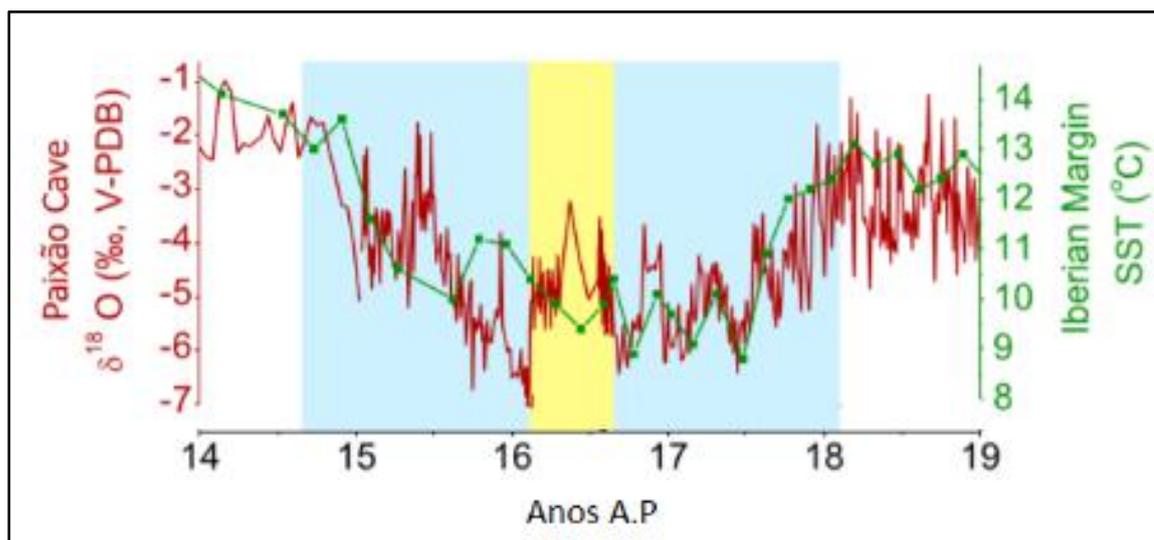
fitolítica nas camadas superiores do Sítio do Meio indicam a persistência de um momento seco, mas com o aumento de energia de transporte sedimentar. Esta aparente disparidade entre condições secas e momentos com maior aporte pluvial se coaduna com o evento estadal Heinrich, onde as chuvas se concentram em escala milenar próximo de 17.000 anos A.P., conforme dados obtidos por espeleotemas na caverna da Paixão- BA (STRIKIS *et. al.*, 2015).

Figura 48: Composição granulométrica das camadas inferiores do sítio do Meio



Fonte: Autor, 2019

Gráfico 3: Gráfico de concentração de  $\delta^{18}\text{O}$ , tendência decrescente e picos negativos indicam aumento de precipitação



Fonte: STRIKIS *et. al.*, 2015

Reforçando a ocorrência de um momento seco, os índices de fitólitos apresentados no capítulo anterior permitem identificar um momento de adaptação/troca da vegetação. Apesar das amostras estarem concentradas sobre os mesmos grupos

classificatórios de cobertura arbórea e adaptação à aridez, os resultados apontam para um recrudescimento da semiaridez, a despeito dos registros dos eventos pluviométricos intensos contemporâneos a esta adaptação.

Quanto à ocupação humana pleistocênica, três principais sítios apresentam cronologia correlata ao período ora analisado. O próprio Sítio da Toca do Meio, exibe idades a partir de 25.170 anos A.P., provenientes de estruturas assimétricas semelhantes a fogueiras e concentração de estilhas e sílex. A Toca do Caldeirão do Rodrigues II, por seu turno, datada de 18.600 anos A.P., traz vestígios de fogueiras circundadas de pedras, líticos, fragmentos de madeira, restos de fauna e ocre em estado bruto. Acrescenta-se ainda o já citado Sítio do Boqueirão da Pedra Furada, no qual a ocupação humana teria resultado em vestígios a partir de aproximadamente 50.000 anos A.P. (MELO, 2007).

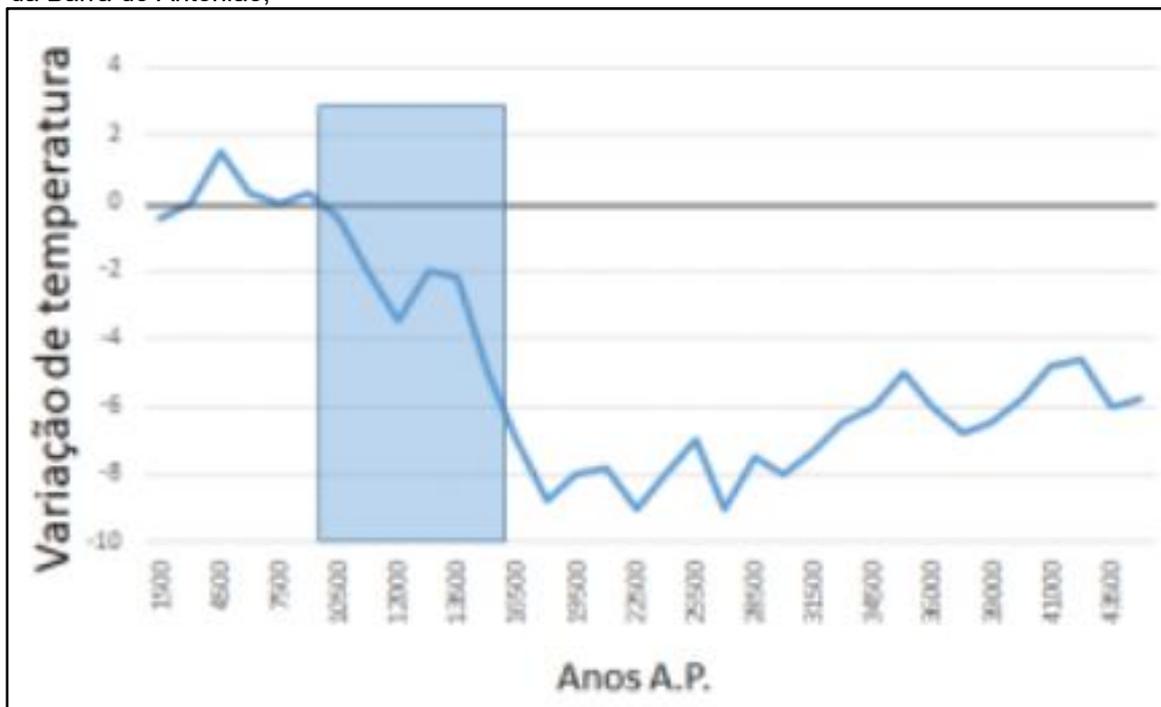
Apesar dos apontamentos paleoambientais encontrados neste trabalho indicarem um momento mais desfavorável à subsistência humana durante o intervalo entre 25.000 e 17.000 anos A.P., seria imprudente correlacionar esta configuração ambiental a uma necessária baixa densidade de sítios. Por ora, esta ausência de informações mais acuradas quanto às ocupações pré-históricas, parece estar mais relacionada à conservação dos vestígios do que à sua real inexistência.

Entretanto, a camada S4 datada em 20.400 anos A.P. foi estabelecida como uma provável paleosuperfície de ocupação/circulação pré-histórica, onde o ambiente tenderia para uma semiaridez sob temperatura aproximadamente 6°C mais baixa que a atual, com perda de vegetação de porte de savana em favor de formações mais abertas e arbustivas, sem inputs pluviais de grande porte.

### **Transição Pleistoceno/Holoceno e o *Younger-Dryas*: 15.700 anos A.P. a 10.000 anos A.P.**

Os depósitos investigados para esta faixa temporal apresentam evidências de um momento mais úmido e quente que o atual, entreposto por alguns eventos que influenciaram na diminuição temporária de temperatura e paleoprecipitação em escala global (Figura 52). Inicialmente, a tendência quente e úmida é inferida na totalidade da literatura consultada para esta tese, cabendo apenas o cuidado com as escalas espaço/temporais das respostas a este *input* de energia generalizado.

Figura 49: Localização cronológica da janela de erro das amostras do Gongo III e Toca da Janela da Barra do Antônio;



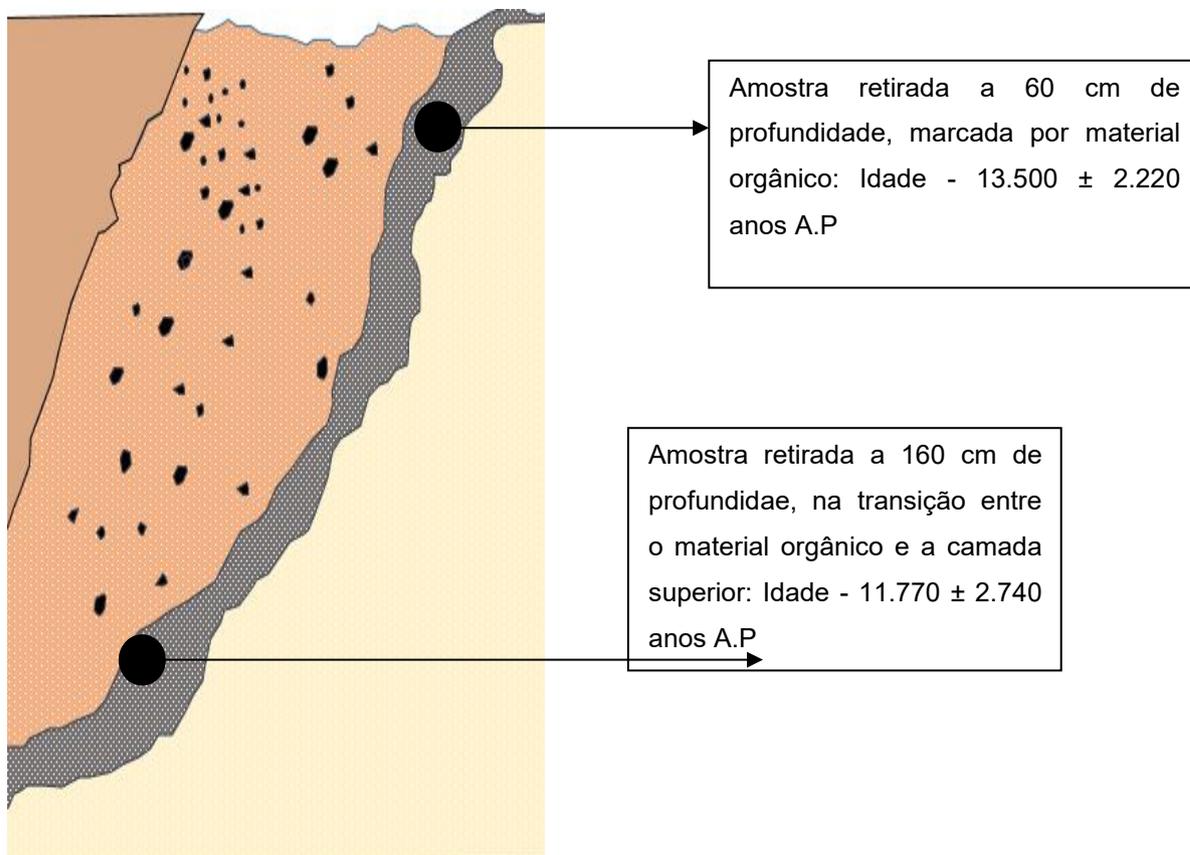
Fonte: Petit *et. al.* (1999) alterado pelo autor.

Os depósitos basais do Sítio do Gongo III apresentam granulometria mais fina que aqueles que os sobrepõem, possivelmente ligados ao clima mais seco e frio do UMG, que como foi observado no item anterior, refletiu no esparsamento da cobertura vegetal. Assim, com a súbita reumidificação da transição Pleistoceno/Holoceno os processos erosivos superficiais tiveram alta eficiência em sua capacidade de retirada de material. Condicionada em parte pela morfologia do *surplomb*, com concentração do fluxo linear no contato entre as coberturas coluviais incoesas e a base rochosa da encosta, a incisão linear evoluiu para uma voçoroca. Este aumento da umidade com resposta sobre o escoamento superficial é encontrado em escala local, também no complexo do vale Boqueirão da Pedra Furada, onde há indícios de deflúvios com maior continuidade temporal e energética (MUTZENBERG, 2010).

Esta característica quente e úmida da transição, fomentou o surgimento de uma vegetação tanto mais densa quanto de maior porte. Para o sítio do Gongo III, o momento de umidade foi responsável por preencher a paleovoçoroca com material mal selecionado e alta concentração de matéria orgânica, o que indica que a umidade se manteve pelo tempo necessário para alterar a configuração da vegetação. O preenchimento por esses sedimentos ricos em matéria orgânica foi

datado em  $13.500 \pm 2.220$  anos A.P., obtido pela amostra Gongo III (Hor)–80/90 como visto na figura 53.

Figura 50: Localização das datações na camada orgânica.



Fonte: Autor, 2019.

A vegetação investigada pelo método fitolítico, na camada orgânica, apresentou variação entre floresta de caatinga alta e floresta ciliar de acordo com as investigações na caatinga realizadas por Coe (2017). Este adensamento vegetal também foi encontrado por Sampaio (2013) na região do rio Icatu (BA), afluente do rio São Francisco, com domínio de vegetação de matas de vereda e florestas de galeria sob condições de clima úmido. Além de Gouveia *et. al.* (2005) e Ledru *et. al.* (2006) que indicam uma expansão de vegetação arbórea e florestas respectivamente, todas estas conexas ao clima quente e úmido já mencionado.

Há uma relação na distribuição da paleofauna com este aumento de umidade e consequente densidade da vegetação. Segundo Melo (2007), existe um consenso de que até 12.000 anos A.P. houve mudanças ecológicas, como a coalescência dos redutos florestais permitindo a circulação entre oásis verdes anteriormente

separados. Além disto, esta condição ambiental também é referida como ponto fundamental para a existência de megafauna, uma vez que há um aumento de datações paleontológicas entre 12.000 a 6.500 anos A.P., o que sugere a relação *sine qua non* entre megafauna e biomassa.

A assinatura do calor e umidade no paleoambiente durante a transição Pleistoceno/Holoceno evidencia certo grau de estabilidade e duração, tendo papel significativo para a elaboração da paisagem, com a expansão de florestas tropicais, unificação de nichos ecológicos e perenização de cursos fluviais. Tais condições mesológicas possivelmente proporcionaram a expansão das ocupações em todo o território centro leste do continente sulamericano.

Quanto à ocupação pré-histórica, há um aumento de sítios encontrados. Na Toca do Garrincho foram encontrados vestígios de dente epariental humano associados à megafauna com datação próxima a 15.000 anos A.P. Já no Sítio do Meio há um conjunto de 8 idades entre 14.300 anos A.P. a 12.200 anos A.P, todos relacionados a carvão e fogueiras. No sítio da Bastiana, localizado no mesmo maciço da Toca da Janela da Barra do Antonião, foram encontrados líticos, cerâmicas, esqueletos, pinturas e gravuras ruprestres com datação em 12.000 anos AP. (MELO, 2007; MUTZENBERG, 2010; LA SALVIA, 2006).

Além do aumento do número de sítios em relação ao Pleistoceno Superior, há um aperfeiçoamento técnico na produção de material lítico, indicado principalmente pelas atividades de retoques. Somado a isto, as estruturas das fogueiras ficam mais diversas e são mais encontradas nas escavações (PARENTI *et. al*, 1996).

A partir de aproximadamente 11.500 anos A.P., o calor e a umidade da transição Pleistoceno/Holoceno são abruptamente substituídos por clima mais frio e seco, este comportamento está relacionado ao evento milenar *Younger Dryas*. A assinatura deste evento está indicada em dois dos sítios estudados.

No Sítio da Toca da Janela da Barra do Antonião a camada produto deste evento apresenta concentração de clastos na fração seixo, provavelmente originados da cobertura em *surplon* do abrigo, o que leva à interpretação de eventos de alta energia de remobilização.

Já no Sítio do Gongo III, a camada contemporânea ao *Younger Dryas*, possibilita uma interpretação mais detalhada. A profundidade de 160 cm faz parte da transição entre o material rico em matéria orgânica e um material mais puramente minerogênico. Como a idade obtida da camada *Gongo III (Hor)80/90*, que corresponde à parte superficial do nível mais enriquecido em matéria orgânica, foi de aproximadamente 13.000 anos A.P., evidencia-se que a idade das amostras a 160 cm (de  $11.770 \pm 2.740$  anos A.P.) corresponde a uma dupla ação, pois apesar do método de datação LOE indicar o momento de sepultamento da amostra, a morfologia da seção vertical possibilita entender que primeiramente a idade em questão faz parte de um sedimento que foi exposto em dois momentos .

Possivelmente, no início deste abrupto esfriamento e *secura*, houve a redução da densidade da cobertura vegetal, o que possibilitou a reativação da voçoroca, removendo praticamente 150 cm de sedimento com concentração de material orgânico.

De tal modo, a idade obtida relativa ao *Younger Dryas* corresponde tanto à exumação do material que colmatara inicialmente a voçoroca, durante a transição Pleistoceno/Holoceno, quanto à nova colmatação sobreposta agora à delgada camada orgânica mantida em posição subvertical como testemunho da parede da paleo-incisão. A última colmatação restou preservada até os dias atuais.

Conforme Amorim (2015) o *Younger Dryas* é um evento ligado à reorganização da circulação atmosférica global, trazendo eventos de precipitação extrema na região tropical, cujas intensidades foram bem superiores aos eventos atuais. As camadas ora analisadas, que se inserem nesta janela temporal, corroboram a presença deste evento, não obstante, o conjunto de dados oriundos do Sítio do Gongo III demonstre que houve grande impacto na vegetação no reverso da *cuesta* no PNSC, enfatizando então que os pulsos pluviométricos ocorreram dentro de uma continuidade de condições secas. A vegetação parece responder regionalmente a este momento seco, uma vez que Ledru *et. al.* (2006) também identificou regressão de arranjo florestal no Maranhão.

No que tange às informações paleontológicas o possível início da aridificação, aponta para uma maior mortandade de espécies da megafauna no PNSC. Entretanto, esta mortandade não se refere à extinção da fauna pleistocênica, uma

vez que, a cronologia de algumas espécies alcança até 6.500 anos A.P. (LA SALVIA, 2006).

Quanto à ocupação pré-histórica, ocorre um hiato arqueológico para a faixa temporal entre 11 a 10 mil anos A.P. Gráficos apresentados por Mutzenberg (2010), evidenciam esta lacuna entre os sítios analisados por ele no complexo do Vale do Boqueirão da Pedra Furada. Além do autor, os dados levantados por pesquisas realizadas em La Salvia (2006), Melo (2007 e 2008) também reforçam este hiato.

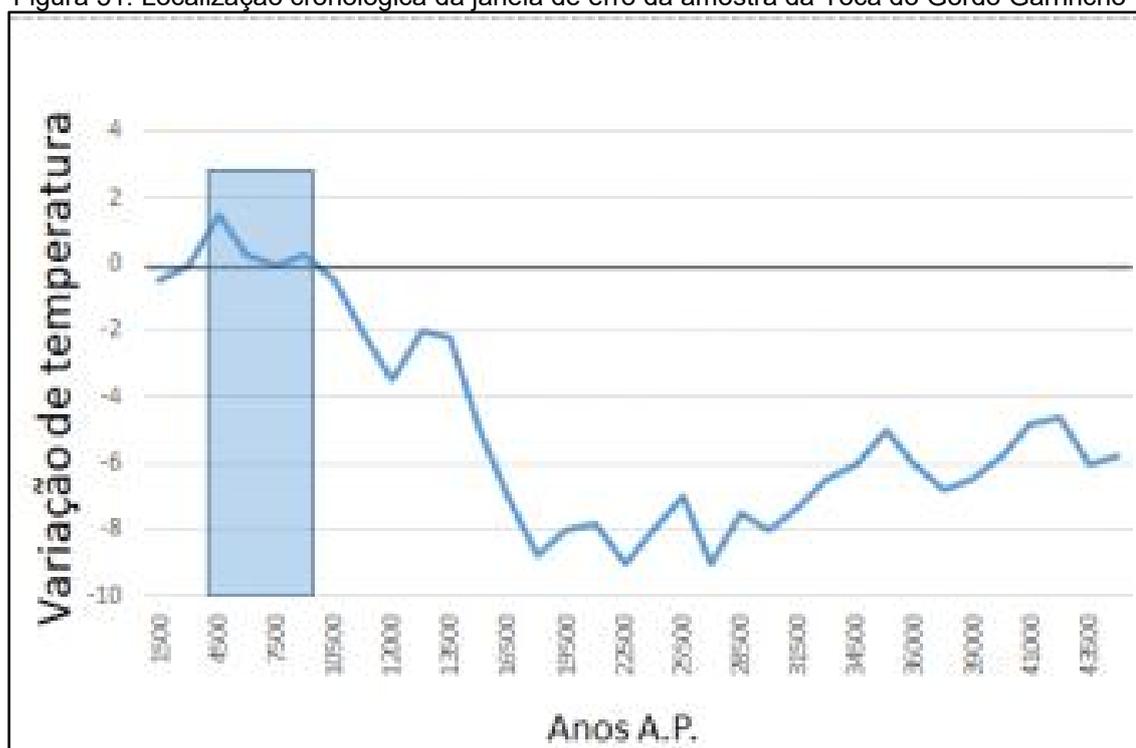
Apesar dos dados oriundos desta tese estarem restritos às variações florísticas a partir de 11.500 anos A.P., apenas para as áreas do reverso dissecado da *cuesta*, as correlações cronológicas entre as evidências (ou suas ausências) de vestígios arqueológicos no PNSC e fósseis da fauna pleistocênica - que demandaria maior consumo de biomassa para sobrevivência no limiar de 10.000 anos A.P. - sugerem que o impacto do *Younger Dryas* teve repercussão tanto na fauna, quanto na densidade de ocupação além do reverso dissecado, atingindo toda a área do PNSC e seu entorno.

Entretanto, não é possível ainda afirmar como teria ocorrido esta diminuição da população pré-histórica. As respostas antrópicas aos inputs climáticos podem conduzir tanto a uma adaptação tecnológica, quanto diminuição demográfica e até mesmo migrações. Logo, faz-se necessário o aprofundamento tanto dos estudos arqueológicos voltados a datações absolutas, na tentativa de preencher este hiato informativo, como refinamento espaço/temporal da distribuição biogeográfica na porção centro norte do semiárido brasileiro.

#### **Holoceno Inferior: 9.500 anos A.P.**

Para o período próximo de 10.000 anos A.P. é constatada uma reumidificação e aquecimento do Nordeste brasileiro, marcada por pulsos mais contínuos de precipitação, entretanto ainda não suficientes para produzir uma paisagem úmida. Sinais da permanência de características semiáridas, indicam a irregularidade da distribuição da precipitação e a manutenção da vegetação esparsa.

Figura 51: Localização cronológica da janela de erro da amostra da Toca do Gordo Garrincho



Fonte: Autor, 2019.

A amostra do Sítio da Toca do Gordo Garrincho que está inserida neste contexto paleoambiental apresentou maior concentração de argila, demonstrando clara transição para a deposição de sedimentos mais finos, reforçando as oscilações para condições mais úmidas. Vale ressaltar que os depósitos deste perfil refletem além da remobilização dos mantos intempéricos originários dos próprios serrotes do calcário metamorfozado, também algumas contribuições dos sedimentos procedentes da Bacia do Parnaíba, denotando a energia destes eventos pluviais.

No sítio da Toca do Deitado, situado no fundo do Baixão da Vaca, um vale da drenagem obsequente do *front*, encontrou-se datações de fogueiras que acompanharam as flutuações dos processos de erosão/deposição fluvial durante o Holoceno. Para a idade de 9.000 anos A.P., as fogueiras se localizavam em patamar mais alto entre todas as datações deste sítio, sugerindo que a ação fluvial neste momento tinha grande capacidade de preenchimento do vale (GUIDON, 2002).

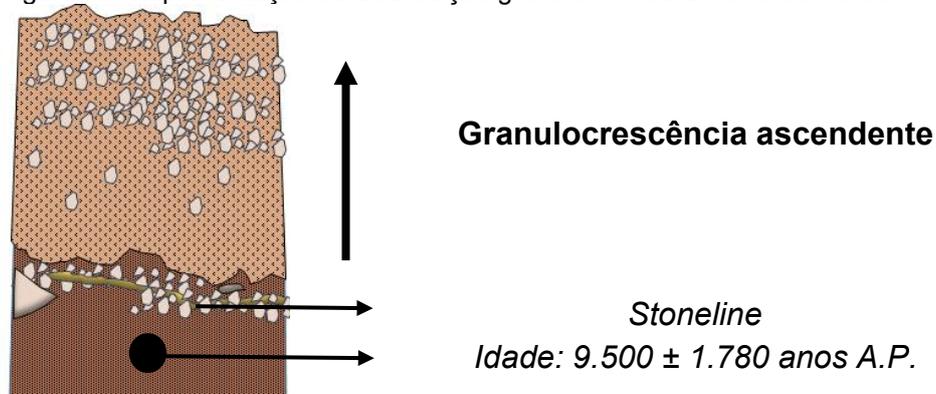
As enxurradas, responsáveis pelos fluxos detriticos e corridas de lama que preencheram as depressões de dissolução do calcário metamórfico da borda do PNSC, estão ligadas também à disponibilidade prolongada de água neste ambiente. Esta evidência reforça a importância estratégica dos ambientes calcários, no modelo

de ocupação da paleobacia do Antônio apresentado por La Salvia (2006), integrando estes ambientes ao complexo Espaço-funcional dos sítios situados no *front* do relevo cuestiforme.

Contudo, para este período, há maiores registros do domínio da semiaridez, com diminuição de florestas e expansão do cerrado e caatinga, abertura da vegetação e aumento de espécies com fotossíntese em C<sub>4</sub> (PESSENDA *et. al.*, 2004; GOUVEIA *et.al.*, 2005), além de ausência de registros de coluvionamento. Tal quadro faz sugerir que os eventos de precipitação tiveram atuação mais localizada, influenciados também pelas particularidades da orografia regional (AMORIM, 2015).

A semiaridez está marcada também no perfil do Sítio da Toca do Gordo Garrincho, pois, sobreposta à amostra que resultou na idade de 9.500 anos A.P., há uma camada de seixos concentrados horizontalmente, formando uma *stoneline*. A granulocrescência ascendente das amostras até a camada superficial, com formação de um pavimento detrítico, sugere que as características de semiaridez continuaram até o presente.

Figura 52: Representação da distribuição granulométrica do Sítio do Gordo Garrincho



Fonte: Autor, 2019

A abundância dos vestígios arqueológicos encontrados para esta faixa temporal indica a presença de grupos de caçadores-coletores. Todavia, vale salientar que a partir do Holoceno inferior surge uma complexificação cultural, refletida nos estilos arqueológicos analisados. A fase Serra Talhada I está cronologicamente correlata à idade da amostra do Sítio do Gordo Garrincho, marcada por técnicas raras de retoque lítico, além de lâminas e lamelas de sílex (GUIDON, 1986:2000).

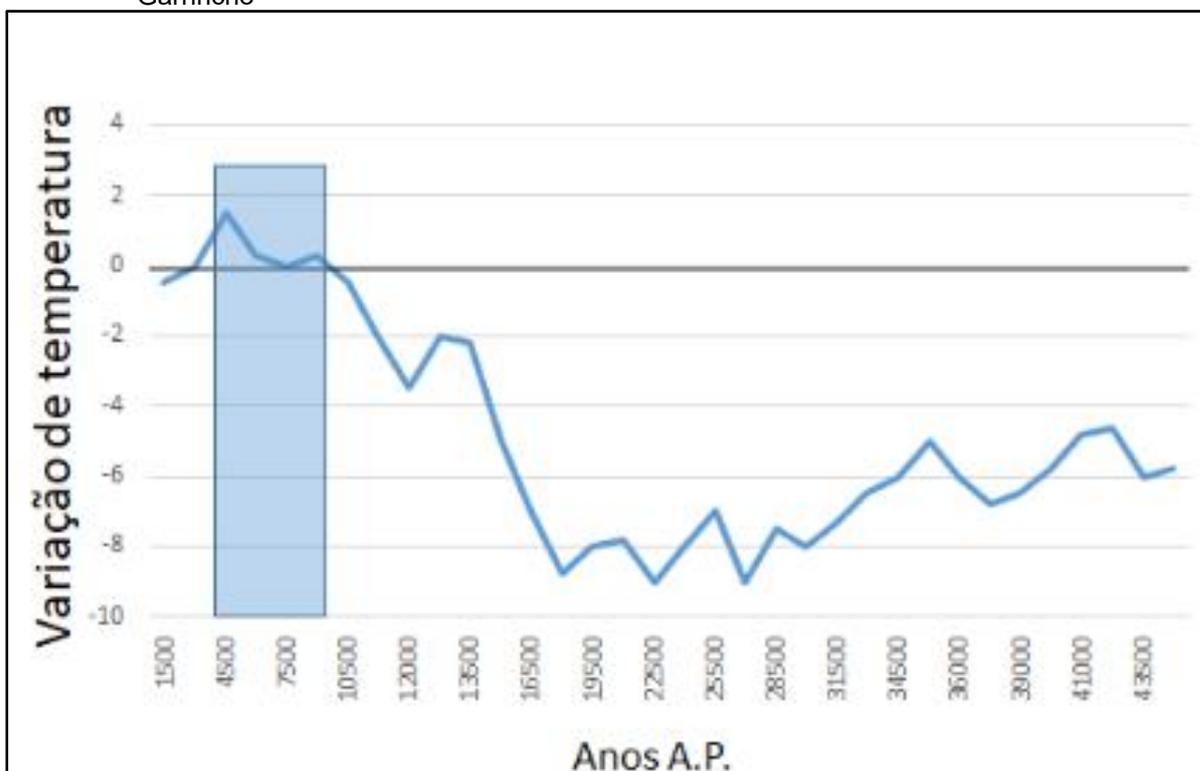
Segundo Martin (2013), na Toca da Janela da Barra do Antônio, em paralelo à idade da camada em tela, foi datado um esqueleto de uma mulher (9.670 anos A.P.)

de aproximadamente 30 anos, sem indicativos de prática funerária. A causa da morte foi relacionada a quedas de blocos do teto do abrigo, o que ambientalmente poderia estar ligado a eventos de grande magnitude assinalados em grande parte do Nordeste.

### **Holoceno Médio: 7.500 anos A.P. e 5.500 anos A.P.**

As amostras Gongo III -60/70 e S.T.G.G - 50/60, datadas do Holoceno médio, estão vinculadas à fase de Hipsitermia ou Ótimo Climático. Esta fase é caracterizada pela ocorrência de maior umidade e eventos torrenciais, bem como, temperaturas mais altas que a atual para o hemisfério sul .

Figura 53: Localização cronológica da janela de erro da amostra da Toca do Gongo III e Gordo Garrincho



Fonte: Petit *et. al.* (1999) alterado pelo autor

Aqui retorna-se para o Sítio do Gongo III, afim de completar a dinâmica de colmatação da páleo-voçoroca. A camada responsável pelo preenchimento da paleo-forma, é formada por pequenas oscilações das concentrações de grânulos mais grossos, sugerindo eventos com certa capacidade de remobilização de material de maior calibre. Estas “pequenas oscilações” granulométricas, se coadunam com a afirmativa de Mutzenberg (2010) que indica certa estabilidade das condições erosivas, mesmo estas sendo marcadas por pulsos pluviométricos. O aumento de

umidade, bem como o maior aporte pluviométrico do Ótimo Climático é observado em escala regional. Corrêa (2001) sugere que os eventos de grande magnitude, na Baixa Verde, Triunfo-PE, foram capazes de remobilizar o regolito, antes de uma provável estabilização da vegetação.

Amorim (2015, p162) traz uma coletânea de eventos erosivos que foram desencadeados a partir do Ótimo Climático, o autor afirma que houve “maior disponibilidade de calor e umidade em todo o planeta e aumento na intensidade da atuação de sistemas produtores de chuva, como a Zona de Convergência Intertropical”. Estas chuvas foram responsáveis por carreamento de grandes pacotes coluviais, expondo a rocha alterada e por transporte de hidrodinâmica alta, a partir do desencadeamento de fluxos de detritos, assim reconfigurando os depósitos nas encostas semiáridas do planalto da Borborema no limite entre Pernambuco e Paraíba.

No que se refere à paleovegetação, as assinaturas fitolíticas indicam uma gradual transição de vegetação arbórea que antecede o *Younger Dryas* para um tipo de menor porte, mais arbustivo e adaptado à semiaridez. Ao atingir a camada com a idade em foco, observa-se o predomínio de uma vegetação com fotossíntese em C<sub>4</sub>, corroborando a adaptação para climas mais quentes.

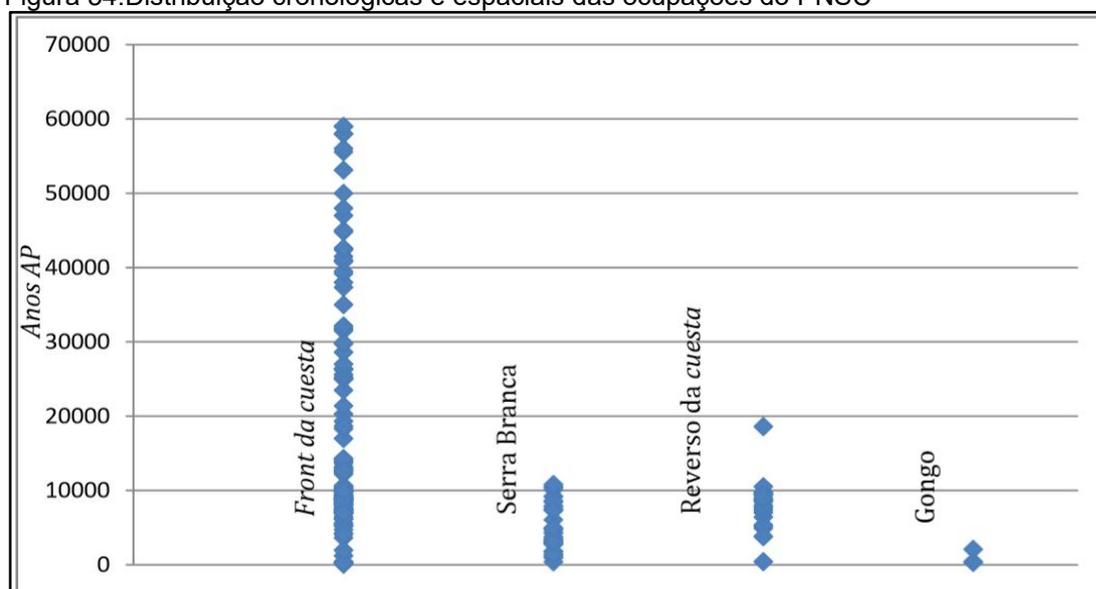
Portanto, apesar do Ótimo Climático estar relacionado ao aumento de umidade e precipitação, o domínio da caatinga já estava configurado antes do Holoceno médio para o reverso dissecado. Contudo, isso não significa que não houve alteração da densidade da vegetação durante as oscilações úmidas. Logo, a resposta florística a momentos curtos de maior umidade estaria refletida apenas no aumento do número de indivíduos, e não na substituição do tipo de cobertura vegetal. Este aumento de densidade vegetal é assinalado no *front* da cuesta por Mutzenberg (2010), onde o autor reivindica à vegetação a capacidade de retenção de material rudáceo nas áreas de cimeira do vale do Boqueirão da Pedra Furada.

Quanto à ocupação pré-histórica, o Holoceno médio é marcado por um aumento exponencial de registros. A partir de 7.380 anos A.P. surgem os fragmentos de cerâmica lisa e com borda na Toca do Fundo do Baixão da Pedra Furada (GUIDON *et. al.*, 2009), além de líticos mais trabalhados tecnicamente, classificados como da fase Serra Talhada (PAGLI, LUCAS E LOURDEAU, 2016).

No Sítio do Gongo III, os traços geoquímicos estudados por Moraes (2016), podem auxiliar a interpretação paleoambiental e correlaciona-los aos enterramentos ali encontrados. Para a autora, a concentração do fósforo neste sítio se deu em dois momentos. Em primeiro lugar, na camada que corresponde ao nível estratigráfico onde jazem os enterramentos, no colúvio, a 30 cm da superfície atual, onde a concentração do elemento estaria associada ao processo de ocupação humana, uma vez que nesse sítio foram encontrados 12 esqueletos enterrados.

O segundo nível com teor elevado em fosforo é encontrado na borda e no interior da voçoroca que corta o colúvio a 60 cm da superfície, profundidade datada. Esta evidência denota que essa forma, sobreposta ao colúvio, pode ser cronocorrelata a momentos de maior utilização do piso da ocupação arqueológica da área. Assim, surge uma possível paleosuperfície de circulação, onde o ambiente do reverso dissecado apresentava boa disponibilidade econômica, o que refletiu na concentração de sítios a partir de 10.000 anos A.P. para a área.

Figura 54: Distribuição cronológicas e espaciais das ocupações do PNSC



Fonte: Mutzenberg, 2010

Para a idade de aproximadamente 5.500 anos A.P., encontrada na camada superficial no Sítio da Toca do Gordo Garrincho, há o indicativo do final do Ótimo Climático no sudeste do Piauí, instalando-se a partir deste momento o clima semiárido, tendo sido entre 4.000 e 3.000 anos A.P. estabelecidas características paisagísticas semelhantes à atual.

A análise realizada nos sedimentos da camada, apresentou uma cascalheira matriz suportada por silte, no limite máximo da granocrescência ascendente do perfil. Entretanto, alguns indícios de alteração mecânica antrópica contemporânea, inviabilizam o aprofundamento de interpretações para a amostra.

Ainda assim, vale indicar que a análise macro e microscópica da camada corroboram a tendência de semiaridez para o final do Holoceno médio. Essa estabilização climática, que culmina na mudança do paleoambiente, apresenta alguns indicadores de extrema *secura* para este momento, sendo um desses os paleoincendios. A distribuição generalizada de carvão em horizontes cronocorrelatos, fomentam a hipótese de que o alcance deste fenômeno teria sido regional, em 4.800 anos A.P. no extremo sul da Amazônia, na região de Humaitá; em Buíque, PE a partir de fragmentos de carvão distribuídos ao longo de toda a superfície explorada; além do Maranhão, que apresenta uma variação temporal maior, entre 9.000 e 1.900 anos A.P. (MELO, 2007).

Quanto às alterações ambientais a partir de 5.000 anos A.P., a autora indica que estas resultaram também em pressão sobre a fauna, caracterizada por escassez de víveres, impulsionando novas formas de organização econômica/cultural. Mais uma vez há correlação entre dados paleoambientais e diminuição/hiatos de vestígios arqueológicos.

## 6.1 SÍNTESE DA EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CAPIVARA

A partir da avaliação dos dados paleoambientais obtidos em três fontes principais, a saber: dados dos 4 sítios investigados diretamente por esta tese; dados resgatados de riquíssimo acervo bibliográfico do PNSC e da literatura científica acerca da temática paleoambiental da região Nordeste e Norte, foi possível estabelecer uma compreensão multiescalar do processo formativo da paisagem do PNSC a partir do Pleistoceno final.

É importante ressaltar que não há como propor para toda área Norte/Nordeste uma generalização paisagística/ambiental em qualquer faixa temporal, visto que os fenômenos, momentos, oscilações e/ou fases climáticas abordados nesta pesquisa foram responsáveis por sistemas territoriais processos-respostas em distintas

escalas espaço-temporais altamente condicionadas pelas singularidades geográficas de cada contexto. Logo, as caracterizações paleoambientais propostas neste trabalho apresentam um limite intimamente relacionado ao alcance interpretativo dos parâmetros geomorfológicos elegidos para fins da reconstrução. A síntese ora apresentada então será descrita a partir do máximo alcance que os dados obtidos podem fornecer.

Para o **Pleistoceno superior**, sob uma temperatura aproximadamente 6°C mais baixa que a atual, a precipitação estaria associada a pulsos de umidade com energia suficiente para remobilizar colúvios do relevo cárstico e gerar acumulações cascalheiras fluviais no rio Piauí. A biomassa era capaz de manter a megafauna pleistocênica, o que também indicaria a possibilidade de ocupação pré-histórica, que estaria concentrada no *front* da Cuesta.

**Ultimo Máximo Glacial** apresenta uma redução da temperatura em relação ao período anterior, chegando mesmo a menos de 8°C em relação ao presente. Inicialmente há uma certa estabilidade da aridez, refletida na deposição de fácies mais grossas e perda do porte da vegetação. Entretanto, foram detectados eventos pluviais de grande magnitude e baixa recorrência estabelecidos possivelmente durante o **estadial Heinrich**. Vale ressaltar a redução de vestígios de ocupação para este momento, subordinada ao ambiente climaticamente hostil.

Na **Transição Pleistoceno/Holoceno** o aumento acentuado de temperatura e a reumidificação proporcionaram, a partir de uma estabilidade de clima úmido, a ampliação do porte e da densidade da vegetação no reverso dissecado da cuesta. Entretanto, todo o ambiente do PNSC parece responder com certa uniformidade. Surge uma conexão florística entre os nichos ecológicos, o retorno dos vestígios da ocupação pré-histórica e certo aperfeiçoamento da técnica de produção lítica, o que sugere uma relação entre disponibilidade econômica e aumento demográfico/cultural. Já a partir de aproximadamente 11.000 anos A.P. o *Younger-Dryas* traz uma transição drástica de temperatura e umidade, responsável pela reativação da erosão linear e perda de horizontes orgânicos, o que refletiria em uma transição fitofisionômica para um porte arbustivo. Para esta faixa temporal milenar, mais uma vez observou-se um hiato arqueológico. Tendo como premissa o volume de vestígios com idade mais antiga, bem como o aperfeiçoamento técnico, esta

ausência de dados antropogênicos somada a dados paleoambientais, foram interpretados como uma pressão ambiental sobre a demografia do PNSC.

Foi identificado para o **Holoceno Inferior** mais uma vez, a tendência de reumidificação, todavia, esta estaria mais voltada a eventos episódicos de precipitação. As assinaturas de depósitos de materiais mal selecionados e a presença de vegetação com características de ambiente semiárido fomentam esta interpretação. Os vestígios de ocupação retornam a aparecer, sendo os enterramentos do Gongo III um dos mais importantes.

Por fim, o **Holoceno Médio** está vinculado ao primeiro Ótimo Climático, que proporcionou um aumento de umidade e precipitação, com possível incremento da densidade vegetal, mas sem evidências de uma substituição da tipologia predominante, se mantendo a configuração florística relacionada ao ambiente semiárido brasileiro. Há uma tendência de estabilização destas condições até o presente.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados expostos, conclui-se que os depósitos coluviais do Parque Nacional da Serra da Capivara têm como origem eventos climáticos de diversas escalas (globais e regionais). Contudo, até as assinaturas dos eventos globais, sempre estão subordinadas a particularidades locais dos compartimentos geomorfológicos da bacia sedimentar soerguida do Parnaíba.

O PNSC apresenta riquíssimo material arqueológico e juntamente com a configuração ambiental, possibilita a interpretação paleopaisagística que pode significar um grande passo para o entendimento da relação homem x natureza na pré-história sulamericana. Esta relação produz ao final a paisagem, o espaço onde ocorreu fatores sociais e econômicos diferenciados pelas combinações ambientais dos diversos assentamentos. Esta é então uma produção possibilista, resultante da disposição espacial de matéria prima para subsistência e de dispositivos técnicos que permitiram a transformação dessa oferta pelos diversos tipos de uso. Assim, reafirma-se que, a reconstrução fisionômica da paisagem se constitui em elemento imprescindível para a arqueologia moderna e para a compreensão da relação dialética e temporalmente condicionada entre o homem e o mundo físico.

A abordagem usada nesta tese, como em todo método, apresentou certa limitação: uma vez que as áreas assentadas no domínio carstico não possibilitaram a utilização do método de extração e classificação de fitólitos. Todavia, o uso do fitólito foi imprescindível para alcançar a interpretação do paleoambiente no PNSC, as variações florísticas encontradas proporcionaram o entendimento quanto a capacidade de alteração do ambiente/paisagem que os eventos registrados nos colúvios tinham.

Logo, as áreas que forneceram dados fitolíticos, juntamente com os outros métodos *multiproxys* subsidiaram a interpretação da paisagem, como resultado das tendências climáticas ou eventos de grande magnitude que ora se prolongavam e modificavam características mais perenes do ambiente, ora era episódicos e apenas tinham a capacidade de remobilização de material superficial.

O front, área de maior concentração de sítios do PNSC, tem como particularidade a incidência de registro rupestre, claramente dependentes da proximidade dos

paredões desnudos, locais de suas representações. Some-se esse fato, os espessos depósitos de tálus que proporcionavam matéria prima para a produção de líticos entre outras economias. No Sítio da Toca do Sítio do Meio, os depósitos estudados indicaram inicialmente um momento de semiaridez continua que posteriormente foi intercalada por eventos de grande magnitude e baixa recorrência. As idades relacionadas a esta aridez foi contemporânea a perda de cobertura vegetal e ausência de vestígios arqueológicos.

O Reverso, apesar de representar a maior extensão espacial do parque, tem sítios confinados às áreas de dissecação da drenagem consequente, indicando a grande dependência da localização desses à disponibilidade hídrica. O sítio do Gongo III foi duplamente importante para esta pesquisa, uma vez que apresenta grande número de enterramentos e por apresentar em sua configuração geomorfológica uma possível paleovoçoroca preenchida, que em si já constitui um elemento interpretativo das dinâmicas pretéritas do ambiente.

Neste sítio foi possível aventar que a paisagem se apresentava mais densa e verde durante a transição Pleistoceno/Holoceno, onde os nichos ecológicos se conectaram por corredores florestais, reforçando as afirmativas da teoria dos refúgios de Ab'saber. Foi contemporâneo dessa idade, que os vestígios das ocupações pré-históricas apontaram para uma maior distribuição de áreas ocupadas e o primeiro aperfeiçoamento técnico de produção lítica na área do entorno do PNSC.

Posteriormente, os dados indicam mais uma reviravolta climática e a semiaridez surge a partir de pulsos climáticos com grande capacidade, como o *Younger Dryas*. A resposta ambiental é de redução da cobertura vegetal e a resposta antrópica e de redução de vestígios de atividades, o que sugere mais uma vez a subordinação entre o homem em detrimento ao ambiente.

A terceira unidade, a depressão dissecada, constitui a unidade de paisagem à margem do Parque caracterizada pelos grandes pedimentos dissecados e áreas de exceção de grande importância para a reconstituição das formas de distribuição e economia pré-históricas. Por se tratarem de áreas de boa capacidade de retenção de água, configuram-se em pontos gravitacionais não só para dos povos pré-históricos como também para a paleofauna.

Como indicado anteriormente, não foi possível extrair informações da paleovegetação destes sítios. Contudo, os dados geomorfológicos e sedimentológicos foram de suma importância para a avaliação do complexo paisagístico que se manteve entre o Pleistoceno superior até o Holoceno. Por fazer parte do complexo espaço-funcional dos sítios do *front* da cuesta, a integração entre essas áreas se mostram bastante benéficas para a interpretação paleoambiental.

Portanto, a partir das análises dos atributos físicos (...) e dos atributos antrópicos, observou-se que há certo paralelismo entre oscilações climáticas/ambientais e vestígios de ocupação pré-histórica. Esta condição está estabelecida para as ocupações Pleisto/Holocênica onde se reconhece o momento que existia baixa capacidade técnica de intervenção humana na paisagem.

Toda a pesquisa que se debruçou sobre o paleoambiente do relevo Cuestiforme no PNSC e seu entorno, encontrou alguns impeditivos metodológicos e/ou poucos dados disponíveis, principalmente relacionada a variável de fitólitos. Apesar de ser método consagrado, o uso de fitólitos em amostras especificamente de colúvios com características de ambientes semiáridos apontou para alguns ruídos nas informações, entre os quais valem ressaltar:

- O elevado percentual de fitólitos alterados fisicamente, impossibilitando algumas vezes sua classificação;
- Por apresentar mesma fração granulométrica que o silte, os fitólitos provavelmente são carregados para fora do pacote coluvial de origem ou há migração vertical entre os poros entre os sedimentos inconsolidados.

Além destes problemas de cunho metodológico, há ainda poucas pesquisas relacionadas ao bioma caatinga, o que tolhe a obtenção de características florísticas contemporâneas, dificultando as correlações entre o passado e presente. Assim, é de grande valia a iniciativa de novas pesquisas relacionadas ao método em tela, o que tanto trará subsídios para estudos paleoambientais, quanto estudos paisagísticos/ambientais contemporâneos.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. A teoria dos refúgios: origem e significado. **Anais** - 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. 1992.
- AB'SÁBER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida **Estudos Avançados**, nº13 vol 36, p. 7-59. 1999. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9474>. Acessado em: maio de 2017.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 159p. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ADAMS, J., MASLIN, M.; THOMAS, Ellen. Sudden climatic transitions during the Quaternary. Progress: In **Physical Geography**, Vol 23, p. 1 – 36. 1999.
- ALEXANDRE, A.; Meunier, J.D.; LÉZINE, A.M.;VICENS, A.; SCHWARTZ, D. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.136, n.1-4, p.213-229, 1997.
- AMORIM, R. F. **Integração entre dinâmicas geomorfológicas multitemporais no planalto da borborema, semiárido do ne do brasil. 194P**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós graduação em Geografia, 2015.
- ANGELUCCI, D.E. **A partir da terra: a contribuição da geoarqueologia**. Laboratório de geoarqueologia. 2003. Disponível em: <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/trabalhosdearqueologia/29/5.pdf>. Acessado em Julho de 2017.
- ARAUJO, A. G. M.; NEVES, W. A. & PILÓ, L. B. Eventos de seca no holoceno e suas implicações no povoamento pré-histórico do brasil central . **Anais** "II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa; IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. 2007.
- AZAMBUJA, R.N. **Dinâmica superficial em uma bacia de drenagem semiárida: um estudo de caso da bacia do riacho Salgado-PE**. 247 P. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós graduação em Geografia, 2012.
- BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.152, p.87–100, 1999.
- BARRETO, A. M. F. **Interpretação Paleoambiental do Sistema de Dunas Fixadas do Médio São Francisco, Bahia**. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996, 174p.
- BEHLING, H.; ARZ, H.W.; PATZOLD, J.; WEFER, G. Contribuição ao estudo da paleogeografia da área do Parque Nacional Serra da Capivara. *Clio* - Série

arqueológica – UFPE, v. 3, n. 8, p. 137-144, 2002. **Quaternary Science Reviews** 19, p. 981-994, 2000.

BENEDETTI, M.M. **Soils, sediments, and geoarchaeology: Introduction**. In: *Catena* 85, 83- 86, 2011.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global R. RA´E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR

BERTRAND, G.; BERTRAND, C.a **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. 332p. Maringá: Massoni, 2004.

BESSE, J.M. **Ver a Terra: seis ensaios sobre a paisagem e a geografia**. 108p São Paulo: Perspectiva. 2006.

BICHO N. F. 2006 **Manual de arqueologia pré-histórica**, Edições 70, Lisboa.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. & RIEHS, P.J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 47: 412-464, 1975.

BINFORD, L. R., J. Sabloff.. Paradigms, systematics, and archaeology. **J. Anthropol. Res.** 38:137-153, 1982.

BOADO, F. **Del terreno al espacio: planteamientos y perspectivas para la arqueología del paisaje**. CAPA, 6, 1999.

BOZARTH, S. R. Classification of opal phytoliths formed in selected dicotyledons native to the Great Plains. In G. Rapp, Jr., & S. C. Mulholland (Eds.), **Phytolith systematics: Advances in archaeological and museum science** (pp. 193–214). New York: Plenum Press.1992

BREMOND, L; ALEXANDRE, A.; PEYRON, O; GUIOT, J. :Grass water stress estimated from phytoliths in West Africa, **Journal of Biogeography** (J. Biogeogr.) (2005) 32, 311–327

Butler, B. E. 1959. Periodic Phenomena in Landcapes as a Basisfor Soil Studies, **CSIRO Soil Publication** N 14, Canberra.

CALEGARI M.R. **Ocorrência e Significado Paleoambiental do Horizonte A Húmico em Latossolos**. 2008. 256 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ/USP. Piracicaba/SP. 2008.

CALEGARI, M.R.; MADELLA, M.; VIDAL-TORRADO, P.; PESSENDA, L.C.R.; MARQUES, F.A. Combining phytoliths and <sup>13</sup>C matter in Holocene palaeoenvironmental studies of tropical soils: An example of an Oxisol in Brazil . **Quaternary International**. v. 287. P. 47-55. 2013a.

CALEGARI, M.R.; MADELLA, M.; VIDAL TORRADO, P.; OTERRO, X.L.; MACIAS, F.; OSTERRIETH, M. Opal phytolith extraction in oxisols. **Quaternary International**, 287, p.56-62, 2013b.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/pdf/index.php>>. Acessado em: Janeiro de 2017.

CAVALCANTE, A.M.L.N. **Interferência de Doses Crescentes de Silício na Absorção de Nutrientes e na Matéria Seca de *Brachiaria decumbens* Stapf**. 43p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2013.

CAVALCANTI, L.C.S. **Cartografia de Paisagens: Fundamentos**. 95 p. Ed. Oficina de textos, Recife. 2014

CHAVES, S. A. M. Estudo Palinológico de Coprólitos Pré-Históricos Holocênicos Coletados na Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada. Contribuições paleoetnológicas, paleoclimáticas e paleoambientais para a região sudeste do Piauí – Brasil. **Anais do IX Congresso da SAB**. Recife. 2001.

COE, H. H.G. **Fitólitos como Indicadores de Mudanças na Vegetação Xeromórfica da Região de Búzios / Cabo Frio, RJ Durante o Quaternário**. Tese (Doutorado em Geologia Marinha). Universidade Federal Fluminense – UFF. Rio de Janeiro, 2009.

COE, H, H, G.; RICARDO, S.F.; SOUSA, L. O .F.; DIAS, R. R. Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais in **Quaternary and Environmental Geosciences** n°08, vol 2. p.09-21. 2017

COE, H.H.G.; ALEXANDRE, A.; CARVALHO, C.N; SANTOS, G.M.; SILVA, A.S.; SOUSA, L.O.F.; LEPSCH, I.F. Changes in Holocene tree cover density in Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brazil): Evidence from soil phytolith assemblages. **Quaternary International**. p. 63-72, 2013.

CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. 2001. 386 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001

CORRÊA. A. C. de B. Os geossistemas como modelo para a compreensão das mudanças ambientais pretéritas: uma proposta de Geografia Física como ciência histórica. In: Á, A. J. & CORRÊA, A.C. B. (Orgs). **Regionalização e análise regional: perspectivas e abordagens contemporâneas**. p. 33-45. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006.

DAMUTH, J. E. & FAIRBRIDGE, R. W. Equatorial Atlantic deep-sea arkosic sands and Ice-age aridity in tropical South America. **Bulletin of the Geological Society of America**, v.81, p. 189-206, 1970.

DIESTER-HASS, L.; SCHRADER, H.J.; THIEDE, J. Sedimentological and paleoclimatological investigations of two pelagic ooze cores off Cape Barbas, North-West Africa. **Meteor Forsch. Ergebnisse**, Berlin, v.16, p.19-66. 1973.

Erhart, H. **La theorie bio-rexistasique et les problèmes biogéographiques et paleobiologiques**. Soc.Biogeogr. França, CNRS (288):43-53, 1956.

- FELICE, G. D. **Contribuição para estudos geoarqueológicos e paleoambientais: proposta metodológica (estudo de caso: Maciço Calcário do Garrincho, Piauí, Brasil)**. 2006. 208 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, História, Recife. 2006.
- FOLK, R. L. & WARD, W. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 1957. p. 27: 3-26.
- FRICKS S.D. COE H. H. G. SOUSA L. O. F. DIAS, R.R. GOMES E. **Produção de fitólitos em plantas características da caatinga**. 139 – 160p. In: Botânica Aplicada. Org. Atena Editora. 2018
- FRYE, J. C. & WILLMAN, H. B. Morphostratigraphic units in Pleistocene stratigraphy. *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v.46, p.112-113, 1962.
- GALE, S. J. & HOARE, P.G. **Quaternary Sediments: Petrographic Methods for the Study of Lithified Rocks**. London: Bethaven Press, 318p, 1991.
- GALVÃO, D.C. **Reconstrução paleoambiental a partir dos colúvios do entorno da lagoa do puiú, município de Ibimirim – Pernambuco**. 129 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós graduação em Geografia, 2012.
- GOES, A.M. & FEIJÓ, F. A Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro**, v. 8, p.57-67. 1994.
- GOLDMAN, M. J; LOVELL, E. **International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology**. AAG, 2017
- GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; RIBEIRO, A.S.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J.A.; SAIA, S.E.M.G.; VEDOVETO, M. Palaeoenvironmental reconstruction (vegetation and climate) in the northeastern region of Brazil during late Pleistocene and Holocene using carbon isotopes of soils. In: **5th International Conference on Isotopes, Bruxelas**. vol 1. p. 341-346. 2005
- GUÉRIN, C. A fauna Pleistocênica do Piauí (Nordeste do Brasil) Relações paleoecológicas e biocronológicas. **Fundamentos**, vol. 1, n°1, p55 – 104. 1996
- GUÉRIN, C. FAURE, M. SIMÕES, P.R. HUGUENEY, M. MOURER-CHAUVIRE, C. **Toca da Janela da Barra do Antônio São Raimundo Nonato, PI: Rica Fauna pleistocênica e registro da Pré-história brasileira**. 1999. Disponível em <http://sigep.cprm.gov.br/sitio069/sitio069.pdf>. Acessado em Julho 2018.
- GUIDON, N. A sequência cultural da área de São Raimundo Nonato, Piauí. In **CLIO**, Recife, n° 8, p. 137-144, 1986
- GUIDON, N.; PEYRE, E.; GUÉRIN, C.; COPPENS, Y. **Resultados da datação de dentes humanos da Toca do Garrincho, Piauí-Brasil**. *CLIO Série Arqueológica* n°14. Anais da X Reunião Científica da SAB UFPE, 2000. p. 75-83.
- \_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo da paleogeografia da área do Parque Nacional Serra da Capivara. **Clio - Série arqueológica** – UFPE, v. 3, n. 8, p. 137-144, 2002.

- GUIDON, N.; PESSIS, A-M.; MARTIN, G. Pesquisas arqueológicas na região do Parque Nacional da Serra da Capivara e seu entorno (Piauí 1998-2008). In: **FUMDHAMentos – Revista do Museu do Homem Americano**, vol 1. n° 8, p.1-61. 2009
- GUTIÉRREZ, M. **Climatic Geomorphology**. Elsevier Science & Technology, 2005.
- HAFFER, J. Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, n° 165, p. 131-137. 1969.
- HARRIS, S. A. & FAIRBRIDGE, R. W. Ice-age meteorology. In FAIRBRIDGE, R. W. **The Encyclopedia of Atmospheric Sciences and Astrogeology**. New York: Reinold, 1967. v.2, p. 454-461. 1967.
- ISACHENKO, G.A.; TEREKHOVA, T.; KORESHEVA, O.; YOZHNIKOV, I.; VOLKOV, I.; CAVALCANTI, L.C.S. **Mapping of geocomplexes for northeastern of Ladoga Field Station**. 12p. 2010.
- JONES, J.G; JUNIOR, V.M.B; **Phytolith taxonomy in selected species of Texas cacti**. In Phytolith Systematics. p215. Ed Springer Science, New York. 1992
- KAMPF, N.; MARQUES, J.J.; CURI, N. Mineralogia de Solos Brasileiros. In: Ker, J.C.; Curi, N.; Schaeger, C.E.G.R.; Vidal-Torrado, P. eds. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.1. p.81-143. 2012
- KOHLER, Heinz Charles. A Escala na Análise Geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. p. 21-33. V. 2, n°1. 2001.
- LA SALVIA, E. S. **A Utilização das Áreas Cársticas de São Raimundo Nonato/PI pelos Grupos Pré-Históricos que ocuparam a Serra da Capivara**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de pós graduação em História. Recife, 1998.
- LA SALVIA, E.S. **A reconstrução da paisagem da paleo-micro Bacia do Antonio e a sua ocupação pelo homem no pleistoceno**. Tese (doutorado) Programa de pós-graduação em História, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 255p. 2006.
- LEDRU, M.P. Millennial-scale climatic and vegetation changes in a northern Cerrado (Northeast, Brazil) since the Last Glacial Maximum. **Quaternary Science Reviews**. n° 25, p 1110-1126. 2006.
- MABESOONE, J. M. **Sedimentologia**. Recife: Editora Universitária, 1982.
- MARTIN, G. **Pré-história do Nordeste do Brasil**. 5°ed. Ed. Universitária, UFPE. Recife, 434p. 2013
- MELO, P.P. **A transição do Pleistoceno ao Holoceno no Parque Nacional da Serra da Capivara – Piauí – Brasil: uma contribuição ao estudo sobre a antiguidade da presença humana no sudeste do Piauí**. Tese (doutorado), Universidade Federal de Pernambuco, Programa de pós graduação em história. 368p. 2007.
- MELO, J. S. **Dinâmica geomorfológica do ambiente de encosta em Belo Jardim –PE: Uma análise a abordagem a partir da perspectiva morfoestratigráfica**

**aplicada aos depósitos coluviais**, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Ed. 2. Oxford: Clarendon, v. 3, p.82-97. 2004

MISSURA, R. **Bacia do riacho Pioré-PE., análise morfotectônica e morfoestratigráfica**. 196p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós graduação em Geografia, 2013

MONTEIRO, K. de A. **Superfícies de aplainamento e morfogênese da bacia do rio Tracunhaem, Pernambuco**. Recife: 110 P. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Geografia, 2010.

MORAES, B.C. **Geoquímica e Geomorfologia de Sedimentos Arqueológicos como Fundamentos na Indicação de Níveis de Ocupação Humana Pré-histórica no Parque Nacional Serra da Capivara - Piauí, Brasil**. 173 p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de Pós graduação em Geografia, Recife. 2016.

MORAIS, J.L. A Arqueologia e o fator geo. **Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, 9: 3-22, 1999.

MOURA, J. R. S. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. p. 335-364. 5º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MOTA, L.A. **Paleoambiente e arqueologia no nordeste do brasil: uma Proposta de Estudo Antracológico do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí, Brasil)**. Dissertação (mestrado). Instituto Politécnico de Tomar – Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro. Tomar – Portugal. 2012.

MUTZENBERG, D. S. **Ambientes de ocupação pré-histórica no boqueirão da pedra Furada, Parque nacional Serra da Capivara – PI**. 2010. 256 p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de Pós graduação em Arqueologia, Recife. 2010.

MUTZENBERG, D. S & CORRÊA, A.C.B. Parque Nacional Serra da Capivara: Geomorfologia e dinâmica da paisagem. p 96 in: GUIDON, N. (org). **Os biomas e as sociedades humanas na pré-história da região do parque nacional Serra da capivara, Brasil**. São Paulo. Ed. A&A Comunicação, 2014.

MUTZENBERG, D. S. **Gênese e ocupação pré-histórica do Sítio Arqueológico Pedrado Alexandre: uma abordagem a partir da caracterização paleoambiental do Vale do Rio Carnaúba – RN**. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

NACSN. North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. 1983. **AAPG Bulletin**, v. 89, no. 11p. 1547–1591. 2005. Disponível em: [https://ngmdb.usgs.gov/Info/NACSN/05\\_1547.pdf](https://ngmdb.usgs.gov/Info/NACSN/05_1547.pdf). Acessado em: Julho de 2018.

NASCIMENTO, L. R. da S. L.; **Dinâmica Vegetacional e Climática Holocênica da Caatinga, na Região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE**; Dissertação

de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de pós graduação em arqueologia. 2008.

NEVES, W. **Antropologia ecológica**. 2º edição, 87 p. Ed. Cortez, São Paulo. 2002.

OLIVEIRA, P.E.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene / Holocene Climatic and Vegetation History of the Brazilian Caatinga: The fossil Dunes of the Middle São Francisco river. **Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology**, n° 152. p. 319-337, 1999.

OLIVEIRA, J. C. L. Ecologia e Arqueologia da Paisagem. **Revista de Arqueologia**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 177-178, 2007. Disponível em: <<https://revista.sabnet.com.br/revista/index.php/SAB/article/view/235>>. Acesso em: Janeiro de 2017.

OLIVEIRA, A. L. do N. **O sítio arqueológico Alcobaça**: Buíque, Pernambuco. Estudo das Estruturas Arqueológicas. Tese de Doutorado Universidade Federal de Pernambuco. Programa de pós graduação em arqueologia; Recife, 2001.

PAGLI, M.; LUCAS, L. O; LOURDEAU, A. **Proposta de sequência tecnocultural da Serra da Capivara (Piauí) do Pleistoceno final ao Holoceno recente**. Estudos arqueológicos regionais – v. 29, n. 45. 2016. Disponível em: <<https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc/article/view/3414>> Acessado em: 10 de Maio de 2019.

PAISANI, J.C.; **Utilização de diagrfias granulométricas no estabelecimento da lito e pedoestratigrafia de rampa arenosa costeira – o caso praia mole (ilha de santa catarina)**. **Geografia**, vol 13, n° 2. 2004 Disponível em: <<http://www.geo.uel.br/revista>> Acessado em: 26 de Junho de 2018.

PAISANI, S. D. L. ; PAISANI, J. C. ; Osterrieth, M.L. ; PONTELLI, M. E. . Significado paleoambiental de fitólitos em registro pedoestratigráfico de paleocabeceira de drenagem - superfície de Palmas/Água Doce (Sul do Brasil). **GEOCIÊNCIAS (SÃO PAULO. ONLINE)** , v. 35, p. 426-442, 2016.

PARENTI, F. **Le gisement quaternaire de la Toca do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí, Brésil), dans le contexte de la préhistoire americaine. Feuilles, stratigraphie, chronologie, evolution culturelle**. Tese (doutorado). Ecole de Hauts Etudes em Sciences Sociales, Paris. 4v. 1992.

PARENTI, F. **Le gisement Quaternaire de Pedra Furada (Piauí, Brésil): stratigraphie, cronologie, évolution culturelle**. Édition Recherche sur lês Civilisations, Paris. p. 312, 2001.

PARENTI, F. Problemática da Pré- História do Pleistoceno superior no Nordeste do Brasil: o abrigo da Pedra Furada em seu contexto regional, **Anais da Conferência Internacional sobre o Povoamento das Américas**, São Raimundo Nonato.PI, Brasil (1993). FUMDHAMENTOS- Revista da Fundação Museu do Homem Americano, n.1, p. 15-54. Recife.1996.

PELLERIN, J. Les bases physiques. In: GUIDON, N. (Org). **L'aire archéologique du sud estdu Piauí**. Ed. Recherche Sur lês Civilisation, Paris, p 11-22. 1984.

PESSEDA, L. C. R. ; BOULET, R ; ARAVENA, R ; ROSOLEN, V. ; GOUVEIA, S.E.M. ; RIBEIRO, A. S. & LAMOTTE, M. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest transition zone, Brazilian Amazon region. In: **The Holocene**, 11, nº 2: 250-254. 2001

PESSEDA, L.C.R.; RIBEIRO, A.S.; GOUVEIA, S.E.M.; ARAVENA, R.; BOULET, R; BENDASSOLLI, J.A.; Vegetation dynamics during the late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão State, northeastern Brazil, based on carbon Isotopes in soil organic matter. In: **Quaternary research**. nº 62, vol 2. p. 183-193. 2004

PETIT, J. R. et al. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. **Nature**, v.399, 429-436, 1999.

PEYRE, E., Nouvelle découverte d' un Homme préhistorique américain une femme de 9 700 ans au Brésil, C. R. Acad. **Sci.** Paris. v. 316. série II. p. 839-842. 1993.

PEYRE, E., GRANAT, J., GUIDON, N. Dentes e crânios humanos fósseis do Garrincho (Brasil) e o povoamento antigo da América. **FUMDHAMENTOS VIII** : publicação da Fundação Museu do Homem Americano, nº 8. São Raimundo Nonato - PI. p.63-69. 2009.

PIPERNO, D. R. Phytoliths Analysis: In **archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press, 1988.

PIPERNO, D. R.; BECKER, P. Vegetational History of a Site in the Central Amazon Basin Derived from Phytolith and Charcoal Records from Natural Soils. **Quaternary Research**, v.45, n.2, p.202-209, 1996.

RANULPHO, R. **Fitólitos em depósitos de colúvio do quaternário superior na face nordeste da Bacia sedimentar do Araripe/CE**: Significado paleoambiental. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de pós graduação em geografia, Recife. 2016.

SALGADO-LABOURIA U, M. L. **História Ecológica da Terra**. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.

SAMPAIO, F.J. **Geologia, geocronologia e paleoclima do quaternário continental da região Sul da Chapada Diamantina-Bahia**. Tese (doutorado) em Geologia. Programa de pós graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências. 259p. 2013.

SANJUAN, L. G. **Introducción al Reconocimiento y Análisis Arqueológico del Territorio**. Barcelona. Ariel, 2005.

SANTOS, J.C. **O quaternário do Parque Nacional Serra da Capivara Piauí, Brasil: Morfoestratigrafia, sedimentologia, geocronologia e paleoambientes**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de pós graduação em geografia, Recife. 2007.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. 136 p. 6 ed. São Paulo: Edusp. 2008.

SAUER, C. O. The morphology of landscape. In: WIENS, J.A.; MOSS, M, R.; TURNER, M. G.; MLADENOFF, D.J. **Foundation papers in landscape ecology**. Nova York: Columbia University Press, p. 36-70. 2006.

SCHUMM, S. A. - **Explanation and extrapolation in Geomorphology: seven reasons for geologic uncertainty**. *Transactions*. p. 1-18. Japanese Geomorphological Union 6(1). 1985

SENDULSKY, T.S. & LABOURIAU, L.G. Corpos silicoso de gramineas dos cerrados - 1, p. 159-170. In Labouriau, L.G. (cd.). II. Simpósio sobre o Cerrado. **Anais Acad. bras. Ci.** 38. 1966.

SILVA, D.C. **Similaridades e diferenças nas pinturas rupestres pré-históricas de contorno aberto no Parque Nacional Serra da Capivara – PI**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós Graduação de Arqueologia, 322p. 2008

SILVA, D.G. **Evolução Paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus - Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco. 2007.

SILVA, D. G. da. **Reconstrução da dinâmica geomorfológica do semiárido brasileiro no Quaternário superior a partir de uma abordagem multiproxy**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flórea brasileira baseado em APGII**. Nova Odessa: Plantarum, 2005.

SOUZA, J. O. P. **Modelos de evolução da dinâmica fluvial em ambiente semiárido – bacia do açude do saco, Serra Talhada, Pernambuco**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais (presente + passado= futuro?)**. São Paulo: Paulo. 1999.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**, 400p. Edgard Blucher. São Paulo, 2010,

STRIKIS, N.M.; CHIESSI, C.M.; CRUZ, F.W.; VUILLE, M.; CHENG, H.; BARRETO, E.A.S.; MOLLENHAUER, G.; KASTEN, S.; KARMANN, I.; EDWARDS, R.L.; BERNAL, J.P.; SALES, H,R. **Timing and structure of Mega-SACZ events during Heinrich Stadial 1**. *Geophysical Research Letters*, n 42.p 5478-5484. 2015.

TAVARES, B.A.C. **Evolução Morfotectônica dos Pedimentos Embutidos no Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. 251p. Tese (Doutorado). Programa de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.

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

TRIGGER, B. G. **História do pensamento arqueológico**. Editora Odysseus, 629 p. São Paulo, 2004.

TUCKER, M. **Techniques in Sedimentology**. London: Blackwell, 1995.

TWISS, C. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. In: G. Rapp, J.; Mulholland, S. C. (Ed.). **Phytolith Systematics**. New York: Plenum Press, 1992

WANG, X.; EDWARDS, R.L.; AULER, A.S.; CHENG, H.; KONG, X.; WANG, Y.; CRUZ, F.W.; DORALE, J.A.; CHAING, H. Hydroclimate changes across the Amazon lowlands over the past 45,000 years. **Nature** , vol 541. p. 204-220, 2017.

ZHAO, Z. AND PEARSALL, D.M. Experiments for improving phytolith extraction from soils. **Journal of Archaeological Science**, 25:587-598. 1998.