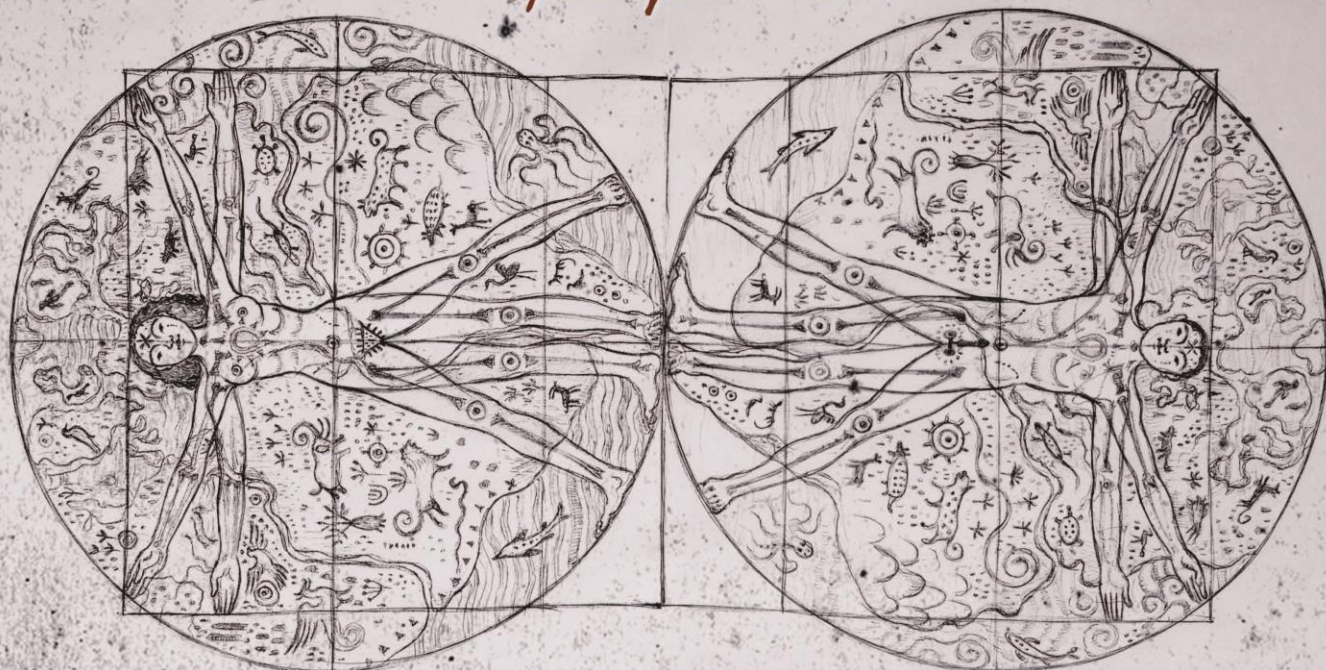


VI ENCONTRO DE GEOARQUEOLOGIA DA AMÉRICA LATINA

GEOARQUEOLOGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
CONTEXTOS, CULTURA MATERIAL E PAISAGEM

VIGEGAL



23 a 27 de Setembro de 2018

Local: Neblina Park Hotel

**Avenida Governador Cesar Cales de Oliveira Filho, s/n - Zona Rural
UBAJARA - CEARÁ - BRASIL**

REALIZAÇÃO:



APOIO:





Análise Mineralógica e Petrográfica de Material Lítico do Acervo do Museu Amazônico (UFAM)

Wagner Santos de SOUZA¹ & Raimundo Humberto Cavalcante LIMA¹

Resumo: A geoarqueologia é uma ciência que integra o conhecimento da arqueologia e da geologia, buscando aprimorar a investigação da história do homem primitivo e entender como este utilizava dos recursos naturais e do meio em que habitava. Hoje, o estudo das cerâmicas e da terra preta arqueológica já são bem desenvolvidos. Entretanto, ainda há uma carência de detalhes quanto às propriedades mineralógicas na análise dos utensílios líticos catalogados dos sítios arqueológicos e na identificação da área fonte destes utensílios. Nos sítios arqueológicos descritos no Amazonas, este material provém de fragmentos de rochas como arenitos, granitos, crostas lateríticas, e ainda de minerais como o quartzo e calcedônia. O objetivo deste trabalho foi descrever e caracterizar amostras líticas do acervo do Museu Amazônico da UFAM, coletadas em sítios no Amazonas. Foram utilizadas 19 amostras que representassem o acervo quanto à variedade de classes (núcleos, lascas, etc) e de litologia apresentada. Primeiramente, fez-se a descrição macroscópica de todas as amostras e, depois, 11 amostras foram analisadas pelo método de DRX e 6 por lâmina delgada e microscopia. Como resultado, obteve-se que a maioria das rochas correspondem a arenitos maciços com boa maturidade mineralógica e textural, e que estas rochas propiciam a fabricação de ferramentas mais desenvolvidas. Viu-se também que ocorre com frequência a utilização de crostas lateríticas como matéria-prima e, mais raramente, utensílios confeccionados a partir de rochas cristalinas. Assim, foi possível perceber que há uma correlação entre as características físicas e químicas das rochas e a fabricação das peças, e ainda que a maturidade física, é uma das propriedades mais relevantes para produção dos artefatos. Portanto, concluiu-se que é de suma importância a relação entre estas ciências, onde a geologia contribui com o fornecimento de subsídios para o desenvolvimento de novos estudos a respeito da descrição e caracterização mineralógica dos artefatos líticos.

Palavras-chave: Geoarqueologia, lítico, sítio arqueológico, mineralogia

Abstract: *Geoarcheology is a science that integrates the knowledge of archeology and geology, seeking to improve the investigation of the history of primitive man and to understand how he used the natural resources and the environment in which he lived. Today, the study of ceramics and black archeology earth is already well developed. However, there is still a lack of details regarding mineralogical properties in the analysis of the lithic tools cataloged from the archaeological sites and in the identification of the source area of these tools. In the archaeological sites described in the Amazon, this*

¹ Departamento de Geociências – UFAM

material comes from fragments of rocks such as sandstones, granites, laterite crusts, and minerals such as quartz and chalcedony. The objective of this work was to describe and characterize lithic samples from the collection of the Museu Amazônico of UFAM, collected in sites in the Amazonas. We used 19 samples that represented the collection in terms of the variety of classes (cores, splinters, etc) and presented lithology. First, a macroscopic description of all samples was made, and then 11 samples were analyzed by the DRX method and 6 by thin slides and microscopy. As a result, it was obtained that most of the rocks correspond to solid sandstones with good mineralogical and textural maturity, and that these rocks allow the manufacture of more developed tools. It has also been seen that the use of laterite crusts as a raw material and, more rarely, utensils made from crystalline rocks occurs frequently. Thus, it was possible to perceive that there is a correlation between the physical and chemical characteristics of the rocks and the manufacture of the pieces, and although the physical maturity, is one of the most relevant properties for the production of the artifacts. Therefore, it was concluded that the relationship between these sciences is of great importance, where geology contributes with the provision of subsidies for the development of new studies on the description and mineralogical characterization of lithic artifacts.

Keywords: *Geoarcheology, lithic, archaeological site, mineralogy.*

1. INTRODUÇÃO

A Geoarqueologia é uma ciência interdisciplinar que realiza uma investigação geológica como subsídio à arqueologia, utilizando de técnicas e conceitos das geociências, cujo objetivo é buscar compreender a relação existente entre os grupos humanos do passado e o ambiente a sua volta (ANGELUCCI, 2003).

A relação entre a Geologia e a Arqueologia começou a estreitar-se a partir da formulação de princípios geológicos que corroboraram a elucidação de diversas problemáticas ligadas ao estudo da pré-história, principalmente no âmbito dos sítios arqueológicos (SILVA, 2005). Estes princípios são o “princípio da superposição de camadas”, de Steno (1669 *apud* ARAÚJO, 1999), segundo o qual dada uma sucessão de camadas geológicas, a que está embaixo é sempre mais antiga do que a que está em cima; e o princípio do

Uniformitarismo, de Hutton, que diz que os processos existentes atualmente na Terra são suficientes para explicar todas as mudanças geológicas que ocorreram ao longo do tempo (ARAÚJO, 1999).

Os sítios arqueológicos, que fornecem a base de dados para o estudo da Geoarqueologia, contêm informações valiosas quanto à evolução do homem e a sua relação com o meio natural, identificadas a partir das peças de cerâmica e de material lítico (ANGELUCCI, 2003). Dentre estes objetos de estudo, o material lítico possui uma característica peculiar, que diz respeito ao reconhecimento, desde os tempos remotos, das propriedades texturais e estruturais de diferentes tipos de minerais e rochas (tais como dureza, fratura, clivagem, etc.), buscando associar estes parâmetros com a fabricação e utilização de ferramentas e utensílios que melhor se adequariam ao dia-a-dia do homem primitivo (GASPAR, 2009).

No Amazonas, inúmeros sítios arqueológicos já foram catalogados e descritos, principalmente, nos municípios de Manaus, Iranduba, Itacoatiara e Presidente Figueiredo, que são fundamentais para o entendimento do processo ocupacional da Amazônia (LIMA, 2013). Entretanto, há uma carência de estudos que visem a caracterização petrográfica do material lítico dos sítios e a determinação das possíveis fontes de matéria-prima. Esta lacuna pode ser suprimida com a atuação integrada da geologia e da arqueologia para a melhor compreensão da problemática.

Assim, para colaborar com os estudos geoarqueológicos da região, foi proposto com esta pesquisa analisar a diversidade de matérias-primas litológicas do acervo do laboratório de Arqueologia da UFAM, vinculado ao Museu Amazônico (Manaus – AM) e procurar compreender sua relação com a indústria lítica, contribuindo, portanto, com o entendimento da evolução da ocupação da Amazônia e da utilização tecnológica das rochas no cotidiano das sociedades primitivas.

1.1. O material lítico nos sítios arqueológicos

Entende-se como material lítico todos os fragmentos de rocha e/ou minerais encontrados em sítios arqueológicos que tiveram alguma empregabilidade na sociedade pré-histórica ou ainda que registrem a manufatura destes materiais para a fabricação de instrumentos ou utensílios. Andrefsky (1998) define ainda o artefato lítico como sendo todo instrumento de materiais de pedra que foram trabalhados culturalmente e que são encontrados em sítios arqueológicos, ou seja, tiveram alguma modificação na sua morfologia a fim de se atribuir um uso funcional ao material.

Paiva (2011) mostrou que para melhor compreensão e análise dos vestígios líticos é necessário classifica-

los e agrupá-los conforme o grau de desenvolvimento do utensílio na indústria lítica. Neste caso, a autora agrupou esta ocorrência em três grandes grupos:

- Naturais ou geofatos: Refere-se aos materiais líticos que não apresentam marcas de uso ou de transformação antrópica;
- Materiais não transformados: mas com marcas de uso: corresponde a fragmentos ou seixos de rocha que não foram modificados pelo homem, mas que registram evidências de sua utilização;
- Antropofatos: estes possuem feições de debitage e manufatura, seja por lascamento ou polimento antrópico.

1.2. O controle da seleção das matérias-primas

No começo da exploração dos recursos líticos como matéria-prima, o homem utilizava das amostras de forma bruta, conforme eram encontrados na natureza. Com o desenvolvimento de sua capacidade cognitiva, este passou a modificar morfologicamente estes recursos e adaptá-los conforme as suas necessidades (ALMEIDA *et al.*, 2005; FIGUEIREDO FILHO, 2015). Assim, pode-se dizer que as comunidades do passado começaram os primeiros passos no estudo geológico dos minerais e rochas, buscando, neste primeiro momento, reconhecer e distinguir propriedades físicas em diferentes tipos de rocha, como dureza, densidade, fratura e resistência física.

Figueiredo Filho (2015) diz que as matérias-primas utilizadas na fabricação de ferramentas na Idade da Pedra eram rochas ou minerais de alta densidade, que facilitavam no lascamento ou polimento, e que a principal característica destas rochas era a fratura conchoidal. Este material era recolhido a partir de blocos, fragmentos ou de seixos encontrados próximos a afloramentos litológicos e destacados por processos de intemperismo e erosão.

Segundo Borges (2008), as matérias-primas mais utilizadas para a confecção de utensílios líticos não polidos na pré-história brasileira foram: sílex, calcedônia, quartzo e quartzo hialino, ou ainda, o arenito e o granito, porém de qualidade inferior, mas que eram utilizados quando da ausência de materiais mais resistentes.

Inizan (1999) estabeleceu uma série de propriedades que controlavam a preferência por determinadas matérias-primas, a saber:

a) Fratura conchoidal: Esta propriedade permitia a produção de lascas na forma de concha e com controle mais definido. Este tipo de fratura pode ser previsto em função da aplicação das forças, e os produtos resultantes apresentam um gume em geral aguçado, cortante e resistente;

b) Estrutura homogênea: Implica em uma maior uniformidade do mineral ou da rocha, sem a presença de inclusões, rachaduras e superfícies de fratura;

c) Textura de grãos finos a muito finos, criptocristalinos ou amorfos, que facilita na manufatura do material;

d) Elasticidade: rochas com esta propriedade são mais resistentes aos golpes durante a fabricação dos utensílios, evitando o fraturamento desordenado;

e) Fragilidade: Minerais e rochas com esta propriedade respondem aos golpes sem o emprego de muita força, facilitando o lascamento e evitando o aparecimento de micro-fendas;

f) Facilidade na produção de arestas: O que garante uma empregabilidade variada da ferramenta produzida, podendo ser utilizada para o corte ou como ponta de projétil;

g) Durabilidade: garantindo a preservação do utensílio, sem a necessidade de constante renovação e fabricação.

Guidon (2007) ainda acrescenta que as propriedades que qualificam as

matérias primas são a homogeneidade, que assegura um controle do efeito dos golpes diante da manufatura, a resistência e a elasticidade, que corroboram a fabricação e funcionalidade dos utensílios. Assim, a autora conclui que minerais e rochas mais silicificados tornam a matéria-prima de melhor qualidade para o lascamento.

A escolha da matéria-prima está condicionada a sua disponibilidade em relação ao *habitat* das comunidades antigas. Vialou (2005) afirmou que o ser humano procurava adaptar-se à geologia da região onde habitava, porém, os grupos poderiam ter ferramentas e utensílios advindos de outras regiões durante a migração, por serem previamente fabricados, terem boa resistência e uma aplicação fundamental no cotidiano. Assim, este autor agrupa a matéria-prima em três grupos essenciais: Rocha local, rocha das proximidades e rochas importadas (material alóctone).

Outra característica de suma importância dos artefatos líticos citada por Silva (2005) é o estudo da proveniência destes materiais. A autora diz que tal estudo está fundamentado no fato de que o artefato final (resultado dos golpes, lascamento, polimento etc.) permanece com características físicas, químicas e/ou mineralógicas da rocha fonte. Assim, a geoarqueologia pode utilizar destes parâmetros com o intuito de inferir possíveis jazidas que forneceram a matéria-prima para a confecção dos artefatos. Segundo a autora, tal informação contribui para construção de modelos que evidenciem sistemas de trocas e rotas de migração, oferecendo ainda a dimensão do território de ocupação e de localização dos recursos.

1.3. A relação entre a litologia e os diferentes artefatos líticos

Prous (1990) fez um importante levantamento referente à intrínseca relação entre os mais distintos tipos de rochas e minerais e os artefatos líticos desenvolvidos a partir da manufatura

destes materiais. O autor menciona que as rochas e minerais são usados principalmente na fabricação de instrumentos para moer (mós, "mãos" de pilão), bater (batedores, martelos), cortar (facas), perfurar (flechas, furadores), talhar (machados, enxós) e na obtenção de corantes minerais. Cada uma destas aplicações relaciona-se com determinados tipos de rochas ou minerais.

No contexto da geoarqueologia, as rochas podem ser divididas em duas categorias, conforme as propriedades de dureza e resistência da matéria-prima quanto à fabricação dos artefatos. Segundo Prous (1990), a categoria das **rochas frágeis** agrega minerais e rochas que, recebendo um golpe em alguma aresta, obtém-se uma lasca, que é utilizada como instrumento de corte. Assim, rochas como o granito, arenitos, quartzitos bem silicificados, sílex e minerais como quartzo são frequentemente a fonte para a produção das lascas. Estas rochas, quando recebem o golpe nas suas margens, evidenciam uma fratura do tipo conchoidal. O autor agrupa rochas como gnaisse, basalto e o esteatito (pedra-sabão) no grupo de **rochas resistentes**, pois estas podem ser picoteadas (marteladas) ou polidas, porém, não geram fragmentos com o lascamento. Todavia, as rochas frágeis também podem ser polidas ou picoteadas, havendo, neste caso, o cuidado para que os golpes não sejam aplicados nas arestas.

1.4. Geologia do Amazonas

A geologia do Amazonas é marcada principalmente por uma extensa cobertura sedimentar de idade fanerozoica que preenche a bacia do Amazonas e também as bacias do Acre, Solimões e Tapajós (REIS *et al.*, 2006). Tais bacias sedimentares sobrepõem o embasamento cristalino pré-cambriano, que é formado por uma vasta diversidade litológica, contendo rochas

ígneas, metamórficas e sedimentares (REIS *et al.*, 2006). Os afloramentos destas rochas cristalinas fornecem a matéria-prima para a produção de diversos tipos de artefatos líticos encontrados em sítios arqueológicos no Estado, como por exemplo os machados feitos a partir de rochas vulcânicas.

Conforme Reis *et al.*, (2006), o constante estudo do Cráton Amazônico (que é a maior unidade tectônica, representado pelos escudos da Guiana ao norte e Brasil-Central ao sul e sobreposto pelas bacias sedimentares supracitadas) permitiu o seu agrupamento e compartimentação em distintos domínios tectonoestratigráficos e províncias geocronológicas. Assim, pode-se estabelecer que o estado do Amazonas abrange as províncias Tapajós-Parima, Rio Negro e Rondônia-Juruena (REIS *et al.* 2006).

1.4.1. Bacia do Amazonas

A Bacia Sedimentar do Amazonas possui cerca de 515.0000 Km² de extensão superficial e mais de 5000 m de espessura; está situada entre os crátons Guiana Central, ao norte, e Brasil Central, ao sul, e é limitada a leste e a oeste pelos arcos de Gurupá e de Purus, respectivamente (Cunha *et al.*, 2007). Dentre as formações que integram a bacia do Amazonas (Figura 1), a mais importante para este trabalho é a Formação Alter do Chão, pois os sítios arqueológicos relacionados a este trabalho localizam-se nos municípios de Manaus e Iranduba, estando inseridos no âmbito desta unidade.

A Formação Alter do Chão, datada do Cretáceo Superior, é a unidade mais representativa da região, por possuir uma extensa faixa de afloramentos na Bacia do Amazonas. Esta formação compreende arenitos finos a médios, vermelhos, argilosos, caulíníticos, inconsolidados, contendo grânulos de seixos de quartzo esparsos, geralmente com estratificação cruzada acanalada. Os sedimentos argilosos são vermelho-tijolo, e ocorre também lentes

de areia irregularmente distribuídas. Os conglomerados são constituídos por seixos de quartzo e arenito silicificado e constituem paleocanais na base de bancos de arenito (CAPUTO, 1984; CUNHA *et al.*, 1994). A formação distribui-se de leste a oeste na bacia do Amazonas, cuja espessura pode alcançar cerca de 1.250m. Essa formação é sobreposta em discordância pela Formação Solimões. O contato com os depósitos quaternários é abrupto, onde tais sedimentos são cobertos por sedimentos finos e bem consolidados.

Albuquerque (1922 *apud* LOURENÇO *et al.*, 1978) usou o termo "Arenito Manaus" para denominar o arenito litificado, comumente avermelhado e com boa compactação da base da Formação Alter do Chão, porém, apesar da denominação própria, este nível não é considerado um membro distinto.

Durante a evolução ao longo do tempo geológico, a região também passou por ciclos de lateritização e bauxitização, principalmente no Cenozóico, que propiciaram a formação de horizontes de crostas ferruginosas e aluminosas e com horizontes cauliniticos sobre as rochas proterozóicas e fanerozóicas (HORBE & COSTA, 1999b; HORBE *et al.*, 2001).

As crostas lateríticas são produtos de intensa ação intempérica de rochas superficiais a subsuperficiais, em que há a predominância de minerais ricos em ferro e alumínio, como goethita, hematita e gibbsita, ocorrendo também caulinita e quartzo, conforme definição de Schellmann (1980). Sua formação ocorre predominantemente em ambiente

tropical, como resultado de uma maior mobilidade dos elementos alcalinos, alcalinos terrosos, sílica e imobilização de ferro e de alumínio (MELFI, 1994). A ocorrência destas lateritas se dá a partir do intenso processo de intemperismo em ambientes de clima sazonal quente e úmido, que ocorreram na região durante o Cenozóico e alteraram a litologia, formando espessos pacotes de perfis lateritizados. Os lateritos que abrangem a área de estudo deste trabalho são predominantemente imaturos, ricos em Fe e Al, de coloração marrom-avermelhada, com a formação de perfis colunares e maciços (HORBE & COSTA, 1991).

1.4.2. Sítio Dona Stella

O sítio Dona Stella em Iranduba (Figura 2) possui grande destaque devido ao conteúdo arqueológico encontrado. Costa (2009) desenvolveu uma importante pesquisa sobre o conteúdo lítico da região, procurando também identificar e caracterizar a matéria-prima litológica utilizada na fabricação dos artefatos.

A caracterização geológica do sítio identificou estruturas e texturas no perfil estratigráfico deste sítio que indicam a ocorrência de diferentes processos deposicionais. Estes depósitos compreendem arenitos da Formação Alter do Chão na base e areias quaternárias no topo. Morfologicamente, a região do sítio ocorre em um vale encaixado nesta formação preenchido por terraços fluviais (BARBOSA, 2005).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material de estudo consiste em 19 (dezenove) amostras de material lítico que pertencem ao acervo do laboratório de Arqueologia do Museu Amazônico da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e que foram coletadas em 5 (cinco) sítios arqueológicos na região de no estado do Amazonas. A metodologia empregada seguiu as seguintes etapas:

2.1 Revisão Bibliográfica

Esta etapa consistiu no levantamento bibliográfico referente a artigos, dissertações e teses encontrados em bibliotecas e em sites especializados sobre o estudo da geoarqueologia, bem como a aplicação da geologia no contexto arqueológico, com ênfase para caracterização morfológica e petrográfica dos conjuntos líticos de sítios arqueológicos.

2.2 Seleção e aquisição das amostras

A seleção das amostras contou com a orientação e supervisão de técnicos do Laboratório de Arqueologia. Foram escolhidas amostras que representassem o acervo quanto à variedade de classes (núcleos, lascas, etc.) e litológica apresentada. Vale ressaltar que a metodologia empregada para análise de cada artefato procurou seguir as recomendações da direção do laboratório, buscando sempre utilizar técnicas menos destrutíveis e que preservassem o valor arqueológico de cada peça.

Para a aquisição das amostras e elaboração das etapas posteriores, foi necessário solicitar, junto ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, a retirada e manuseio das amostras a partir de um formulário de solicitação de movimentação de bens arqueológicos em território nacional.

As amostras foram individualmente embaladas em “plástico bolha” e alocadas em caixas organizadoras. Cada amostra recebeu, na embalagem, a identificação com o nome da amostra, o sítio arqueológico a qual pertence e o código de identificação. As caixas organizadoras foram identificadas com o acervo e a reserva técnica das amostras. As amostras permaneceram armazenadas no Laboratório de Técnicas Mineralógicas (DEGEO-UFAM) durante as etapas de análise petrográfica e mineralógica.

2.3 Descrição macroscópica

A descrição macroscópica considerou aspectos como a dimensão e peso de cada amostra, a morfologia, texturas, estrutura e cor, bem como a descrição mineralógica das rochas, buscando o detalhamento das amostras a partir da confecção de desenhos esquemáticos e croquis. Nesta etapa também procurou-se estabelecer as classes arqueológicas de cada amostra (de acordo com a funcionalidade ou aplicação de cada peça como ferramenta lítica), com base no **Guia para o Estudo das Indústrias Líticas da América do Sul** (LAMING-EMPERAIRE, 1967) e em comparações com a literatura.

As amostras WS18 e WS19 foram descritas apenas nesta etapa da pesquisa, pois suas características morfológicas e de emprego tecnológico são de grande valia para o laboratório devido sua manufatura bem desenvolvida para a confecção de ferramenta, impedindo a aplicação de quaisquer técnicas de análise petrográfica, química e/ou mineralógica.

2.4 Análise petrográfica e mineralógica

Para esta fase, fez-se primeiramente a raspagem de 11 amostras, a fim de coletar a menor

quantidade possível de material a ser analisado no difratômetro de raios-X (DRX) e evitar o desgaste das amostras. Para isso, utilizou-se de uma retífica rotativa da marca Dremel, série 3000.

Para o DRX, foram usadas 11 amostras que possuem caráter mais valioso para a exposição, já que este método é pouco destrutivo, sendo utilizado apenas o pó retirado a partir do método de raspagem com lixa, que fornece uma ínfima quantidade de amostra. O DRX realiza a determinação das fases cristalinas das amostras, pelo difratômetro de marca Shimadzu XRD – 6000 instalado no laboratório de Técnicas Mineralógicas do DEGEO-UFAM. As interpretações qualitativas dos espectros foram feitas por comparação com padrões contidos na base de dados contido no difratômetro de raios-X. As análises mineralógicas foram realizadas no Laboratório de Técnicas Mineralógicas DEGEO/UFAM.

Posteriormente, foram feitas 6 lâminas delgadas para análise em microscópio óptico. A confecção das lâminas petrográficas foi feita com a colaboração do Laboratório de Laminação do DEGEO-UFAM e do Laboratório de Laminação e Preparação de Amostras do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Manaus/AM, e a descrição microscópica ocorreu no Laboratório de Microscopia do Departamento de Geociências (DEGEO – UFAM), utilizando microscópio petrográfico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Laboratório de Arqueologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) possui uma vasta coleção de artefatos líticos coletados em 5 sítios arqueológicos do Estado. Algumas amostras, que possuem caráter valioso quanto à tecnologia lítica e à representatividade, estão expostas no Museu Amazônico, em Manaus (AM). Quanto à litologia, observa-se um

predomínio de arenitos bem silicificados e de quartzo na matéria-prima dos artefatos arqueológicos, ocorrendo também peças de composição granítica, basáltica e de crostas lateríticas, mas com menor frequência. As ferramentas confeccionadas a partir destas rochas e minerais são bem variadas: furadores, cortadores e batedores compostos por arenito; pontas de flechas de quartzo; machados de basaltos; e percutores de granitos.

As peças selecionadas para estudo neste trabalho foram escolhidas pela sua representatividade no laboratório. Destaca-se ainda que os métodos analíticos distintos (confecção de lâminas delgadas e DRX) escolhidos para cada amostra deve-se ao fato de sua importância para o acervo, buscando, assim, dispor da metodologia menos destrutiva e mais apropriada para cada artefato.

3.1 Análise macroscópica

A partir de uma descrição macroscópica já se pode identificar que há uma baixa variedade litológica das peças líticas do laboratório, sendo a ampla maioria representada por arenitos. Do total de amostras analisadas, cerca de 63% correspondem a arenitos que são, em geral, compostos basicamente por quartzo e de coloração variando de avermelhado a acinzentado.

As amostras WS01, WS02, WS03, WS05, WS08, WS12 e WS17 podem ser agrupadas devido suas propriedades mineralógicas e texturais que, mesmo em uma análise macroscópica, indicam bastante similaridade. Estas correspondem a quartzo-arenitos maciços bem silicificados e com baixa alteração intempérica, cuja granulometria varia de areia fina a média, com grãos subarredondados a arredondados e de esfericidade média. As amostras WS01 e WS12 possuem também fraturas irregulares e conchoidais (Figura 3). Nas amostras WS02 (Figura 3), WS03 e

WS05 pode-se verificar a formação de utensílios melhor desenvolvidos, identificando uma manufatura mais proeminente nessas peças líticas.

As amostras WS06 e WS13 são arenitos grossos, maciços, com grãos variando desde angulosos a arredondados e com esfericidade de baixa a alta; destacam-se também por possuírem uma porosidade mais acentuada.

Dentre as amostras de arenito, a WS04 (Figura 3) é a única que possui uma estruturação bem definida.

Este arenito é ferruginoso, com granulometria do tamanho areia fina a média, de cor marrom e possui laminação plano-paralela, com grãos arredondados e esfericidade baixa a média. As peças WS18 e WS19 possuem importância significativa para o acervo do Museu, por isso sua descrição baseou-se apenas no aspecto macroscópico destas rochas. Assim, têm-se que a amostra WS18 (Figura 4A)

é um arenito muito fino, de cor laranja-avermelhado, maciço e com grãos bem arredondados e esféricos. A amostra WS19 (Figura 4B) refere-se a um arenito ferruginoso, com laminação incipiente; apresenta granulometria tamanho areia média a grossa, com grãos subarredondados a arredondados e esfericidade média.

Além das peças de arenitos, utensílios feitos a partir de crosta laterítica ferruginosa (Figura 4) também possuem relevância no acervo. As amostras em estudo correspondem a crostas lateríticas maciças compostas por quartzo e hematita, como nas amostras WS07 e WS09. Entretanto, estas peças diferem-se principalmente na sua geometria: enquanto a WS07 possui uma forma ovoide, a WS09 é planar, com um centro maior e as bordas adelgadas. Há também fragmento de crosta laterítica avermelhada, contendo nódulos (possivelmente de hematita) de até 3 cm (WS11).

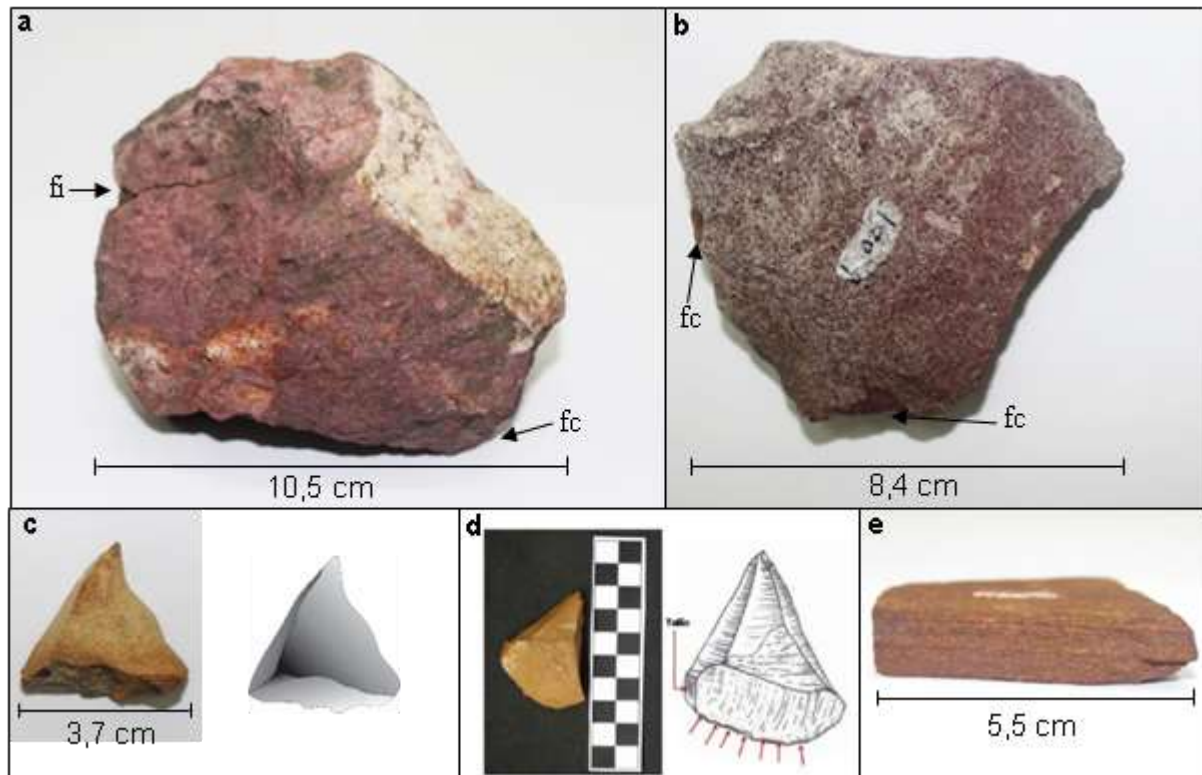


Figura 3: Amostras (a) WS01 e (b) WS12 com fraturas irregulares (fi) e conchoidais (fc); c) Amostra WS02 e croqui mostrando uma maior manufatura para a formação da ferramenta; d) Amostra similar a WS02, com alto grau de retoques (MORAES, 2008); e) amostra WS04 que corresponde a arenito ferruginoso com laminação plano-paralela.

Mais raramente, verifica-se no acervo a presença de utensílios e ferramentas confeccionados a partir de rochas cristalinas, como no caso das amostras WS10 (granito) e WS14 (diabásio). O granito analisado (Figura 4F) corresponde a uma rocha de textura fanerítica média e inequigranular. Possui coloração róseo-avermelhada na rocha sã e cinza-esbranquiçada na superfície de alteração, podendo ser classificada como leucocrática segundo o índice de máficos. Quanto à composição, verifica-se a presença de quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita – esta marcando uma orientação preferencial na rocha.

A amostra de diabásio (Figura 4G) possui textura porfírica e matriz afanítica, com pórfiros de até 3mm. A rocha encontra-se com alto grau de alteração, admitindo uma coloração cinza esverdeada. Os pórfiros identificados são de cristais de plagioclásio com hábito tabular, que marcam na superfície da amostra uma orientação preferencial dos minerais.

As amostras WS15 e WS16 correspondem a dois fragmentos distintos com dimensão em torno de 1,5cm, e este tamanho pequeno dificulta a descrição macroscópica. Com o auxílio de uma lupa, foi possível verificar que a amostra WS15 refere-se a um arenito muito fino com alta alteração intempérica, composta basicamente por quartzo e possivelmente contendo caulinita. O fragmento de quartzo em estudo (WS16) é leitoso e apresenta fraturas conchoidais – típicas deste mineral. Nesta amostra, o mineral não possui uma morfologia na qual seja possível a identificação de sua utilização tecnológica, mas este era muito usado pelos povos antigos que habitavam a

região amazônica, principalmente para a fabricação de pontas de flecha.

3.2 Análise mineralógica por DRX

Os resultados obtidos a partir da técnica de DRX evidenciaram pouca variação na composição das amostras de arenito e de crosta laterítica. Observa-se nas amostras WS02, WS05, WS16 e WS17 a presença de quartzo (SiO_2) com picos intensos e simétricos, indicando que este é o mineral predominante nestas amostras (Figura 5). Como este mineral possui altos ângulos de intensidades 2θ , sua concentração elevada na composição das rochas pode mascarar a presença de outros minerais secundários que ocorram em menor quantidade e/ou que possuam ângulos mais baixos. Neste caso, seria viável a análise dos sedimentos mais finos para averiguar esta composição, o que não foi possível devido à pouca quantidade de amostra disponível.

Na amostra WS03 também se pode identificar picos de quartzo bem desenvolvidos. Contudo, também ocorre caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) como mineral secundário. Em WS15, observou-se uma variedade maior de minerais secundários, contendo, além do quartzo, o feldspato potássico (KAlSi_3O_8) e a albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) (Figura 6).

A presença de ferro na composição mineralógica de amostras pode ser marcada pelos picos de goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$) e hematita (Fe_2O_3), que estão presentes nas amostras WS04, WS07, WS09 (esta possuindo apenas a goethita) e WS11 (figura 07). Tais amostras também possuem o quartzo na sua composição. Outros minerais secundários observados são a caulinita (WS04 e WS11) e a muscovita (WS09) (Figura 7).

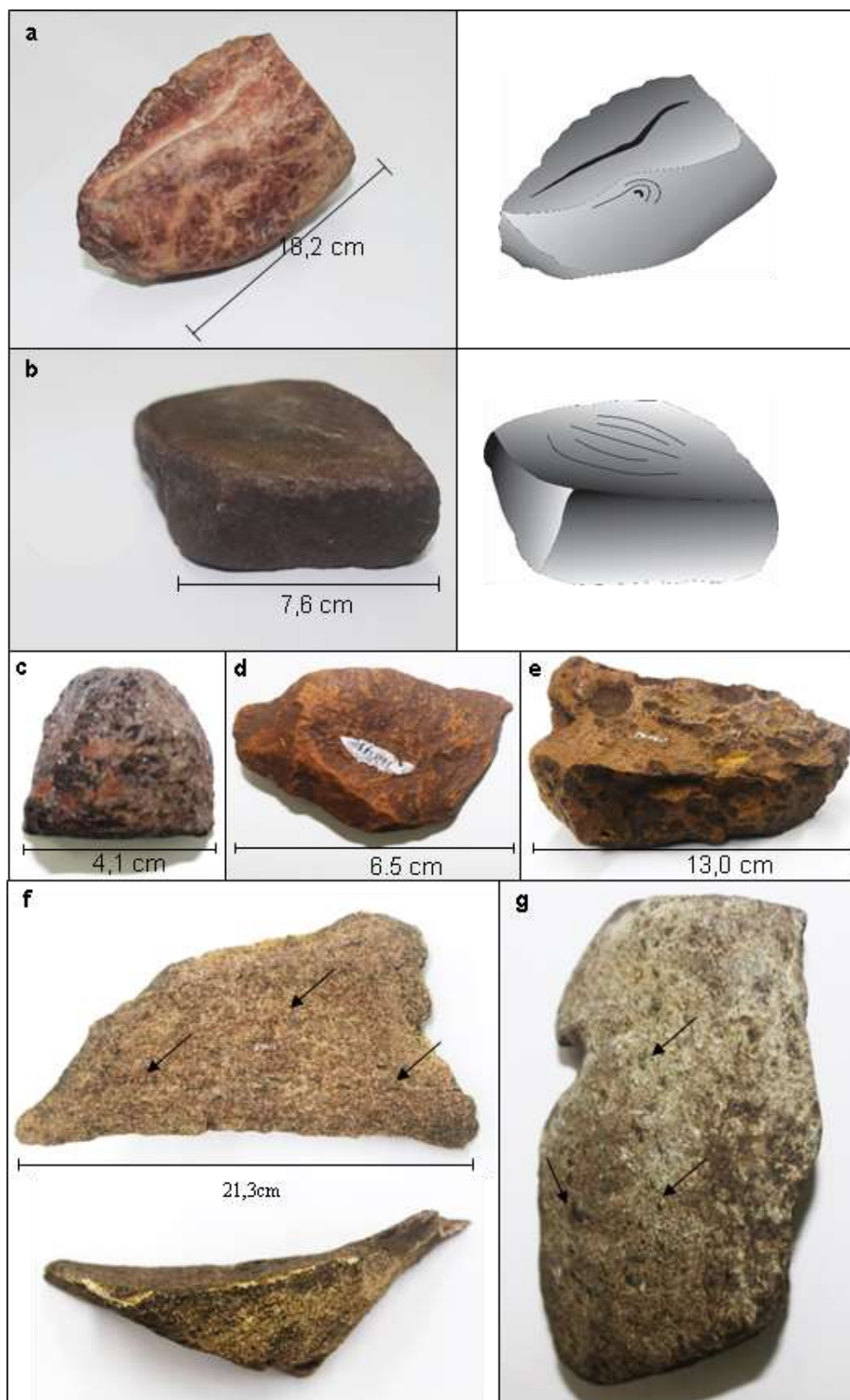


Figura 4: a) amostra WS18 que se refere a um arenito fino; b) amostra WS19, que é um arenito ferruginoso; c) d) e) amostras WS07, WS09 e WS11, respectivamente, que correspondem a crostas lateríticas; f) amostra WS10 de granito, onde as setas indicam uma foliação incipiente marcada por biotita; g) amostra WS14 de diabásio cujas setas indicam ripas de plagioclásio.

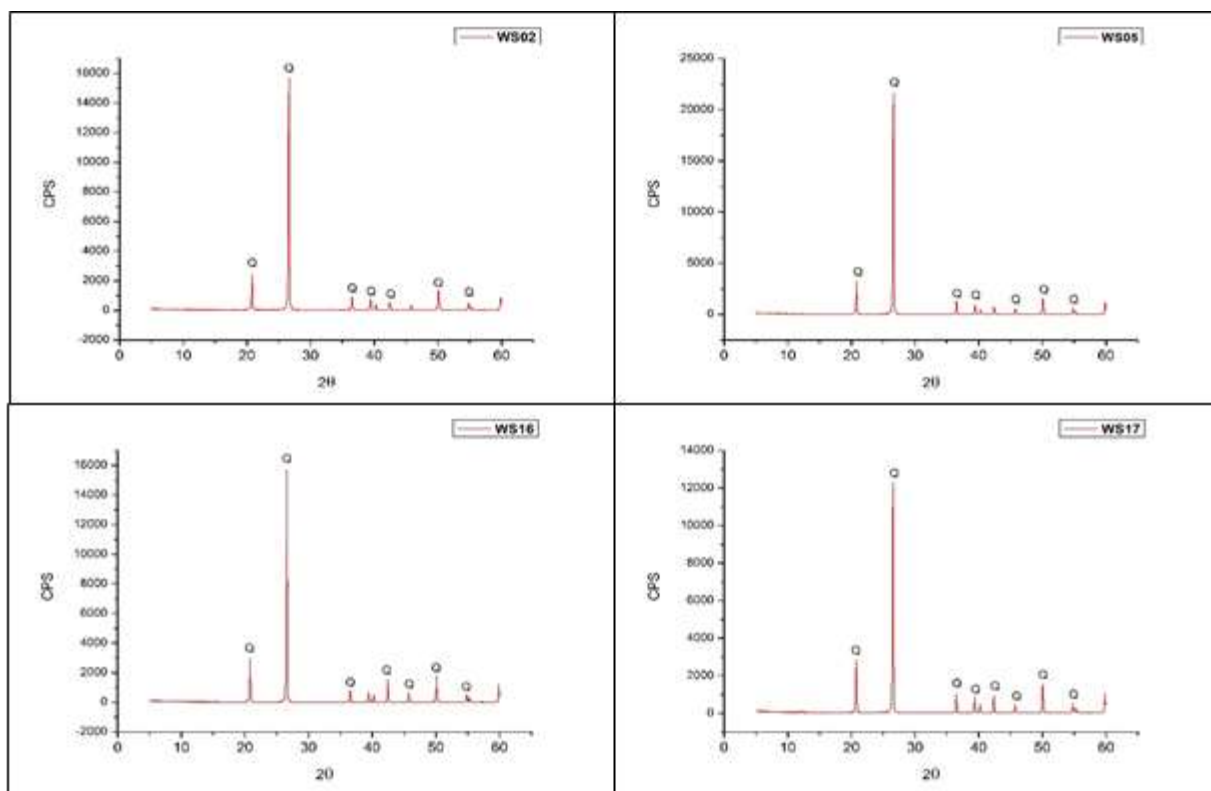


Figura 5: Difractogramas das amostras WS02, WS05, WS16 e WS17, onde o "Q" representa os picos de quartzo; a abscissa representa o ângulo 2θ e a ordenada a intensidade em contagens por segundo (CPS).

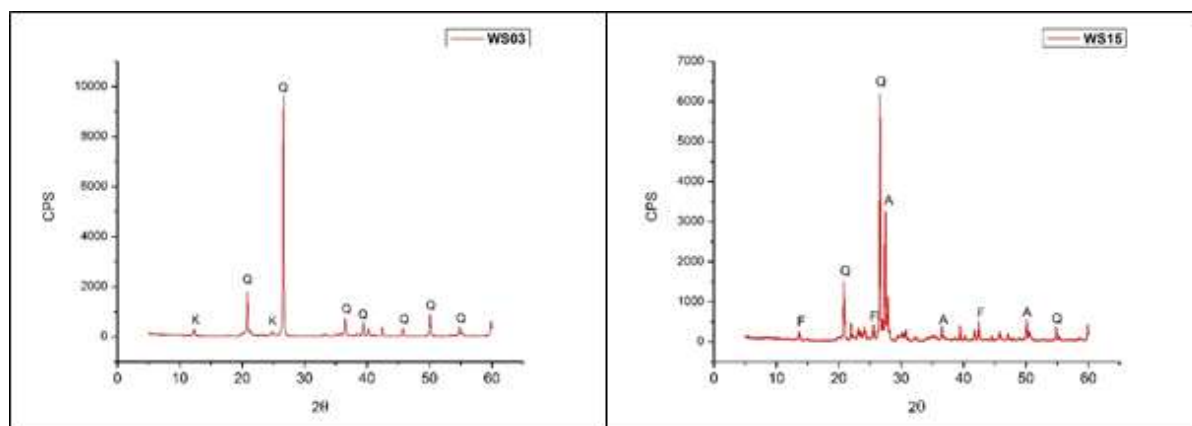


Figura 6: Difractogramas das amostras WS03 e WS15, onde A representa a albita, F o feldspato potássico, K a caulinita e Q o quartzo; a abscissa representa o ângulo 2θ e a ordenada a intensidade em contagens por segundo (CPS).

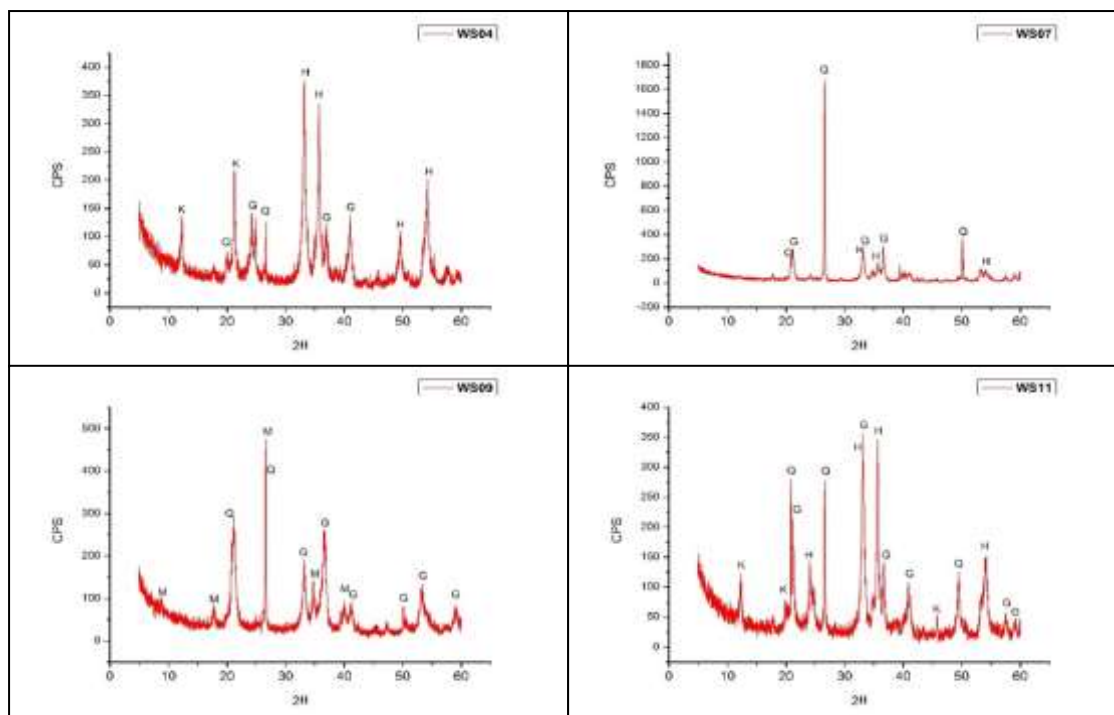


Figura 7: Difratomogramas das amostras WS04, WS07, WS09 e WS11, onde G representa a goethita, H a hematita, M a muscovita, K a caulinita e Q o quartzo; a abscissa representa o ângulo 2θ e a ordenada a intensidade em contagens por segundo (CPS).

A amostra WS14 possui características macroscópicas que permitem inferir que esta corresponde a um diabásio (figura 04). Entretanto, para estabelecer a litologia de forma precisa, seria necessário a descrição e análise microscópica da rocha, o que não foi possível visto a importância desta ferramenta para o acervo do laboratório. Assim, a partir da análise de DRX pode-se constatar a presença de illita (filossilicato de potássio), clorita (aluminossilicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro), hornblenda (aluminossilicato hidratado de cálcio, sódio, ferro e magnésio) e labradorita (aluminossilicato de sódio e cálcio) na composição desta rocha (Figura 8).

3.3 Análise petrográfica por microscopia

Os resultados da análise petrográfica indicam que há ao menos 4

variedades de arenitos dentre as amostras estudadas.

As rochas representadas pelas amostras WS01 e WS12 (Figura 9) correspondem a arenitos contendo matriz fina, compostos majoritariamente por quartzo (monocristalino e policristalino), mas raramente pode-se identificar muscovita (aluminossilicato hidratado de potássio) e inclusões de minerais pesados, como o zircão. Quanto aos grãos de quartzo, são inequigranulares, angulosos a subarredondados e com esfericidade variando de moderada a alta para os grãos menores, enquanto os sedimentos maiores possuem esfericidade baixa. Ocorrem contatos granulares pontuais e lineares, e também cimento silicoso. Na amostra WS01 vê-se ainda cimento ferruginoso, mas em porções isoladas e de forma irregular. Assim, pode-se

classificar estas rochas como quartzarenitos.

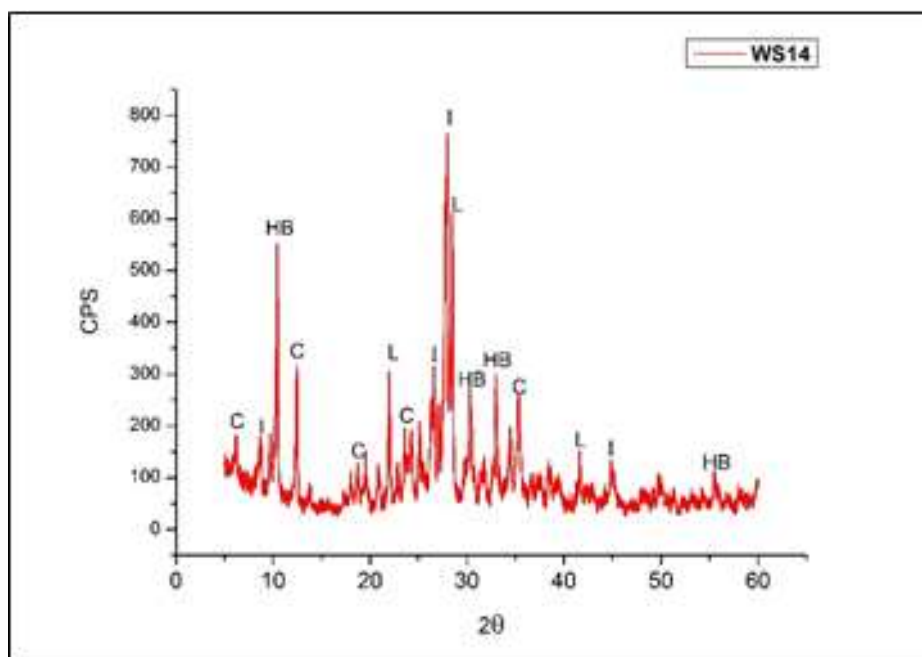


Figura 8: Difractogramas das amostras WS14, onde C representa a clorita, HB a hornblenda, I a illita e L a labradorita; a abscissa representa o ângulo 2θ e a ordenada a intensidade em contagens por segundo (CPS).

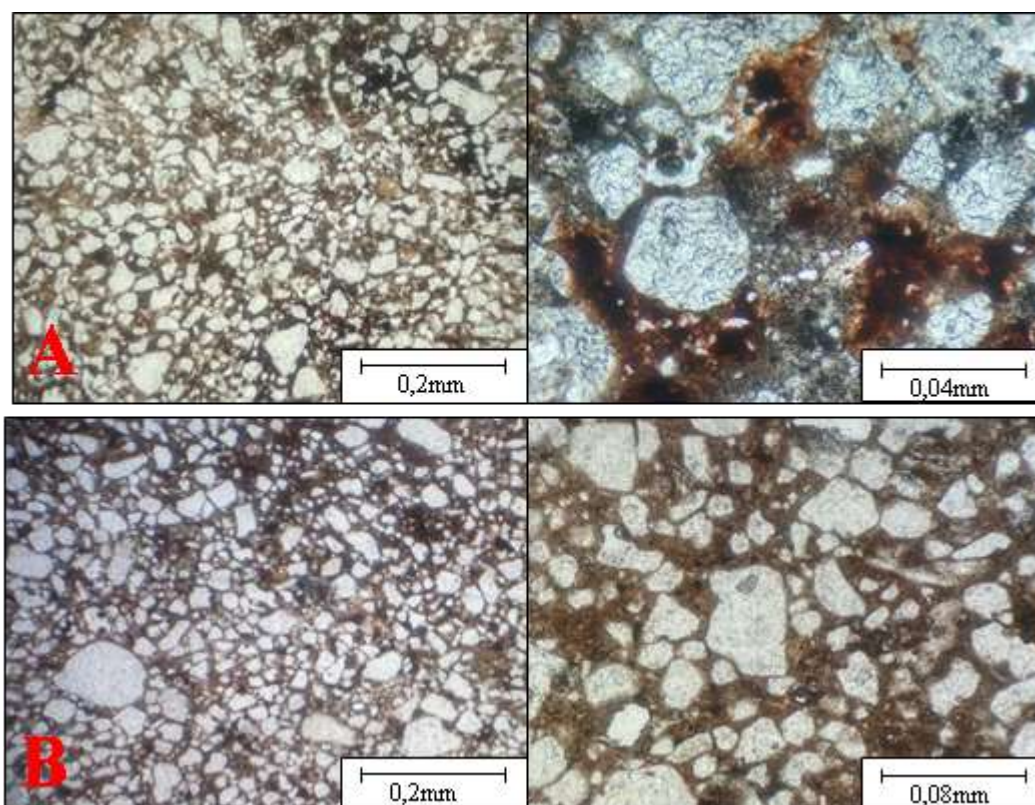


Figura 9: A) Amostra WS01, com destaque para a cimentação ferruginosa; B) Amostra WS12, mostrando a variação granulométrica e textural.

Na amostra WS06 (Figura 10A) observa-se um arenito composto por quartzo e fragmento de rocha (arenito), mais raramente encontra-se muscovita, e contém cimento ferruginoso. Assim como na rocha anterior, esta possui matriz quartzosa, porém é sustentada pelos clastos que compõe o arcabouço. A maturidade textural é baixa, onde observa-se grãos inequigranulares e com arredondamento e esfericidade bastante variada.

A amostra WS08 (figura 10B) refere-se a um arenito ferruginoso composto basicamente por quartzo e com muita matriz quartzosa e, mas ocorre também matriz ferruginosa. Os grãos de quartzo possuem uma ampla variação granulométrica: são inequigranulares, subangulosos a

arredondados, com esfericidade baixa a moderada. Observa-se que há uma gradação granulométrica na rocha, onde há porções na lâmina com sedimentos mais finos, cujos contatos são raros ou eventualmente pontuais, e em outras ocorrem sedimentos mais grosseiros, com contatos pontuais e lineares.

A amostra WS10 (Figura 11) corresponde a uma rocha ígnea plutônica holocristalina de textura fanerítica (variando de fina a média), com cristais inequigranulares. Quanto ao desenvolvimento de faces dos cristais, observa-se uma textura hipidiomórfica granular, onde os contatos entre os cristais são predominantemente irregulares, mas também ocorrem contatos poligonais (principalmente entre cristais de plagioclásio e feldspato potássico).

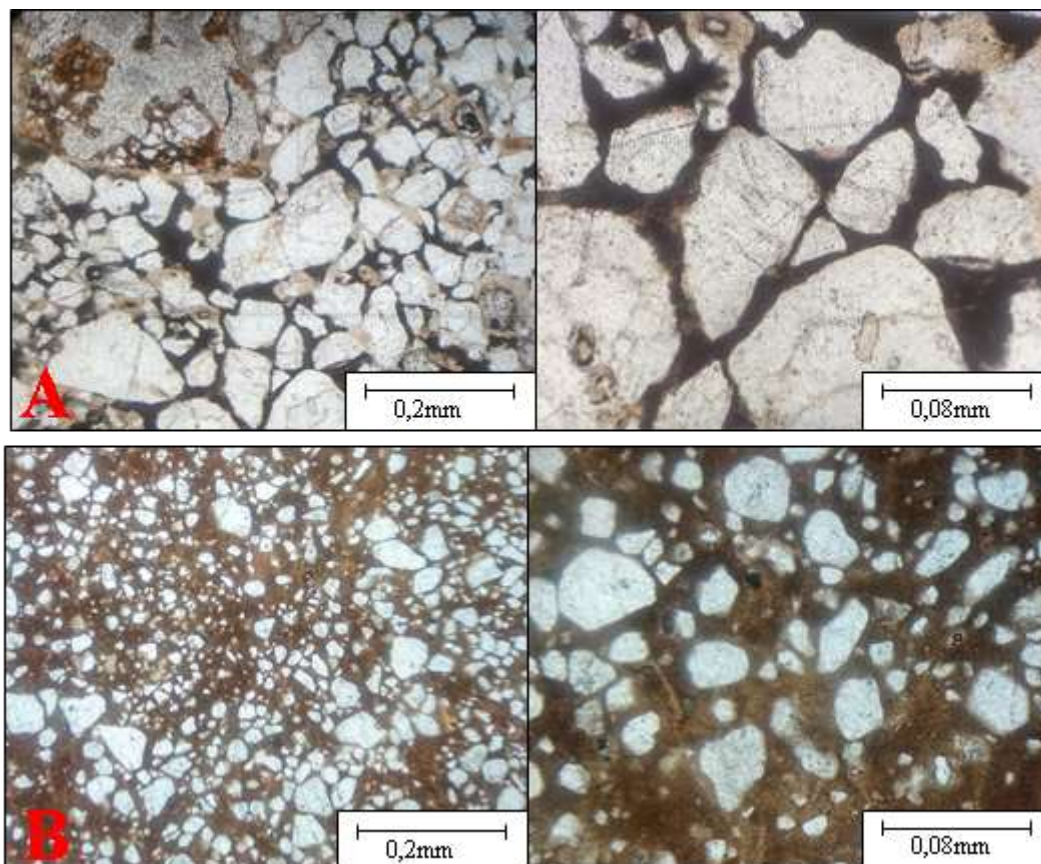


Figura 10: A) Amostra WS06, com grãos angulosos e fragmento de rocha e biotita; B) Amostra WS08, com alta porcentagem de matriz fina.

A paragênese mineral desta rocha corresponde a cristais de quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, hornblenda, biotita (aluminossilicato hidratado de potássio, ferro e magnésio), epidoto (silicato de cálcio, ferro e alumínio hidratado) e minerais opacos.

Observa-se a presença de biotita no plano de clivagem da hornblenda, e este mineral apresenta-se bastante alterado. A partir da classificação de rochas plutônicas e com base no diagrama de Streeckeisen (1976), esta amostra pode ser definida como um sienogranito.

A amostra WS13 (figura 12) é um arenito grosseiro, que possui uma granulometria muito variegada. É composta por quartzo e fragmentos de arenito. A rocha possui arcabouço fechado, ocorrendo contatos lineares e pontuais. A cimentação é ferruginosa e ocorre em toda a rocha, inclusive recobrendo parte dos sedimentos. Quanto à textura, este arenito é bastante imaturo, pois os grãos variam desde angulosos até arredondados e a esfericidade varia de baixa a moderada.

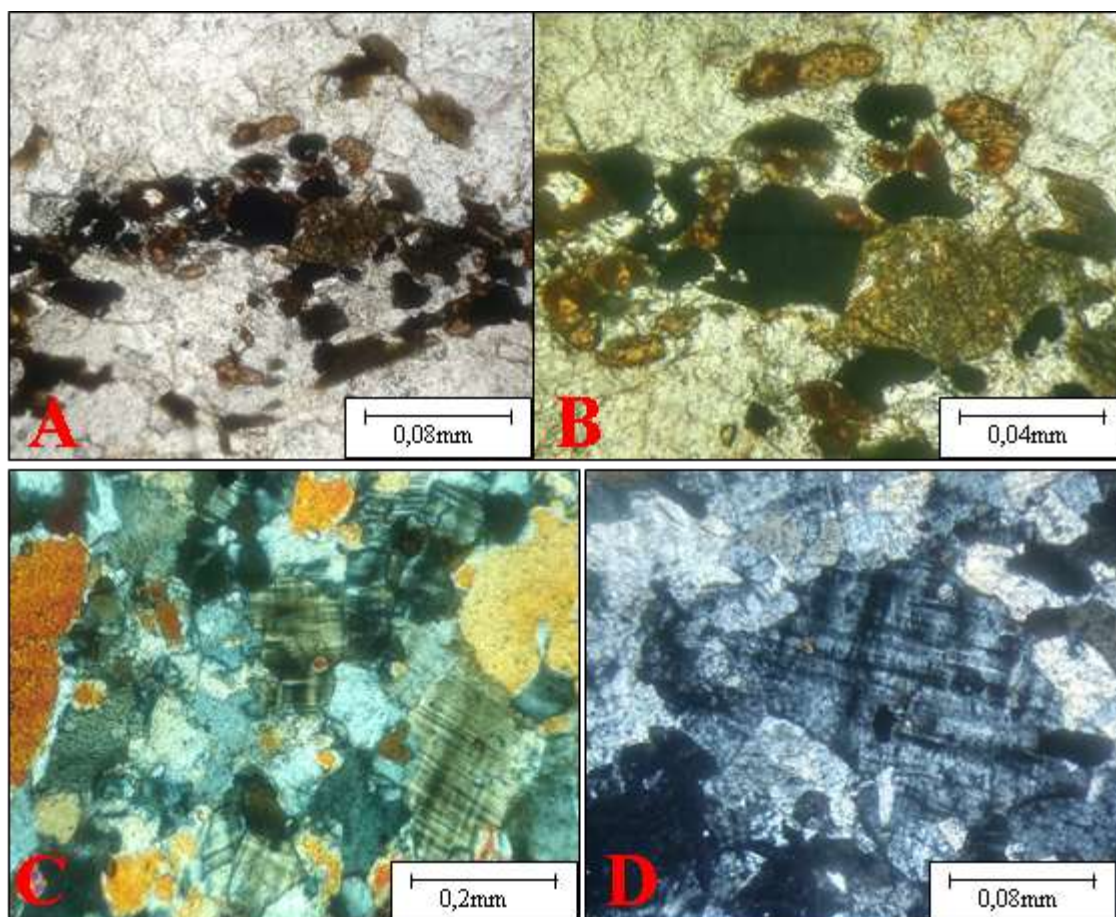


Figura 11: A) e B) Cristais de anfibólio bem alterados, além de biotita e minerais opacos; C) cristais de feldspato potássico, plagioclásio e quartzo; D) cristal de feldspato potássico com geminação polissintética.

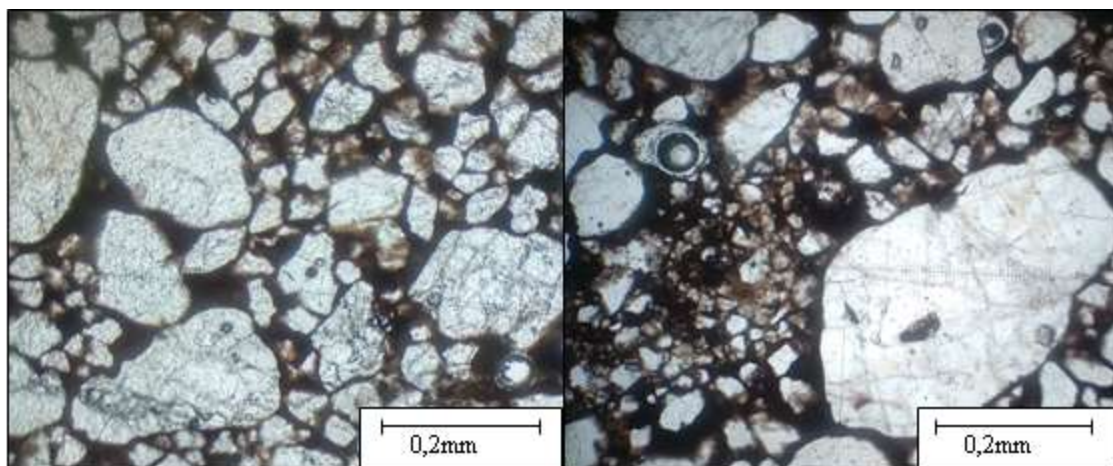


Figura 12: Amostra WS13, evidenciando grãos de quartzo angulosos e com baixa esfericidade.

3.4 Descrição dos vestígios líticos

A partir dos grupos apresentados por Paiva (2011), pode-se agrupar as amostras analisadas neste trabalho conforme mostra o gráfico da Figura 13.

O gráfico mostra que a maioria dos vestígios correspondem a líticos lascados. Deste total, pode-se subdividi-los em núcleos, lascas, estilhas e peças retocadas.

Os núcleos (Figura 14) são blocos de rocha que são preparados para que a partir deles sejam retiradas as lascas (LAMING-EMPERAIRE, 1967). As amostras WS01 e WS06 são, assim, denominadas como núcleos, pois apresentam na sua superfície cavidades e “cicatrices” do lascamento.

As lascas são, portanto, os fragmentos obtidos pelo processo de lascamento da rocha, e aqui são representadas pelas amostras WS05, WS08 e WS09. A manufatura destas lascas forma as peças retocadas e as ferramentas líticas, seja na produção de pontas de flechas ou furadores, formação de gumes para lâminas e raspadores, bem como confecção de machados, amoladores, mãos-de-pilão etc. As amostras WS03 e WS12 possuem a morfologia de lâmina (Figura 15) e raspador (Figura 16), respectivamente, dada a forma de gume produzida nestes materiais. Quando observadas a partir de uma lupa, pode-se ver, no gume, um leve desgaste serrilhado, evidenciando sua utilização.



Figura 13: Representação dos vestígios líticos conforme classificação de Paiva (2011).

As amostras WS02 e WS04 são furadores (Figura 15), pois apresentam uma ponta fina mais destacada. Entretanto, na amostra WS02 é possível ver as evidências de debitage, caracterizando-a como uma peça retocada, enquanto a amostra WS04 é natural, mas sua geometria corrobora a sua utilização como furador.

Outras peças retocadas encontradas no laboratório são amoladores (WS18), polidores manuais (WS19) e bases de forno de composição granítica (WS10).

Neste grupo de lascas também se encontram as estilhas, cujo termo refere-se ao conjunto de lascas em que não se observa nem um trabalho secundário e nem de utilização (amostras WS15, WS16 e WS17).

Outra categoria encontrada no acervo é a de percutores (Figura 20), representada pelas amostras WS07 e WS13, cuja função é dar golpes para afundar, esmagar ou lascar (LAMING-EMPERAIRE, 1967). Observa-se nas amostras que estas ferramentas são arredondadas, o que é fundamental para seu uso, pois a presença de arestas pode dificultar o manuseio. As superfícies das amostras possuem marcas que identificam o seu uso, porém a ausência de marcas de modificação aparente faz com estas se agrupem como vestígios líticos sem modificação, mas com marcas de uso.

No acervo, encontra-se ainda ferramentas polidas, como o caso da amostra WS14, cuja configuração morfológica assemelha-se a de um machado. A análise dos resultados obtidos mostra que os artefatos líticos dos sítios em estudo são predominantemente de arenitos bem silicificados, os quais correspondem a

cerca de 63% do total de amostras analisadas. Esta propensão está associada a diversos fatores, que variam desde a presença de matéria-prima lítica até o grau de relevância destas rochas para a fabricação de utensílios e ferramentas. Para a região de Manaus e Iranduba (amparado também com a localização dos sítios arqueológicos listados neste trabalho), pode-se inferir que a escolha destes arenitos se relaciona intimamente com a disposição desta rocha na região, que dispõe de uma restrita diversidade litológica, formada principalmente por arenitos, argilitos e crostas lateríticas da Formação Alter do Chão.

Costa (2009) identificou que os artefatos líticos produzidos no Sítio Dona Stella (Iranduba – AM) tiveram como matéria-prima rochas aflorantes nas proximidades do sítio. As amostras deste sítio aqui analisadas mostram uma variedade que contém arenito fino (WS18), arenito avermelhado de granulometria tamanho areia fina a média (WS05 e WS08), arenito ferruginoso com laminação plano-paralela (WS04) e arenito grosso acinzentado (WS06), bem como amostras de crosta laterítica. Apesar dos resultados mostrarem uma variedade de arenitos, ainda é possível inferir que todas as rochas usadas como matéria-prima pertencem a mesma unidade litológica (Formação Alter do Chão), haja vista a variação que tal formação apresenta e sua distribuição ao longo de uma extensa área na região.

Em relação ao Sítio Boa Sorte, localizado em Iranduba, neste trabalho foram analisadas duas amostras: uma amostra de granito (WS10) e um fragmento de crosta laterítica com

nódulos de hematita (WS11). A presença deste granito como artefato lítico indica que os povos antigos que habitavam o local podem ter coletado amostras de outras regiões mais distantes, principalmente em corpos graníticos localizados na porção norte do estado. Uma outra alternativa seria considerar que esta rocha passou por processos de erosão e transporte até as proximidades

do sítio. Contudo, o fato de a amostra ser angulosa corrobora a ideia de que o homem coletou e transportou a rocha para a região. Além disso, caso a amostra passasse por um longo transporte, esta provavelmente ficaria arredondada e sua aplicação tecnológica seria diferente (seria usada como um percutor, por exemplo).

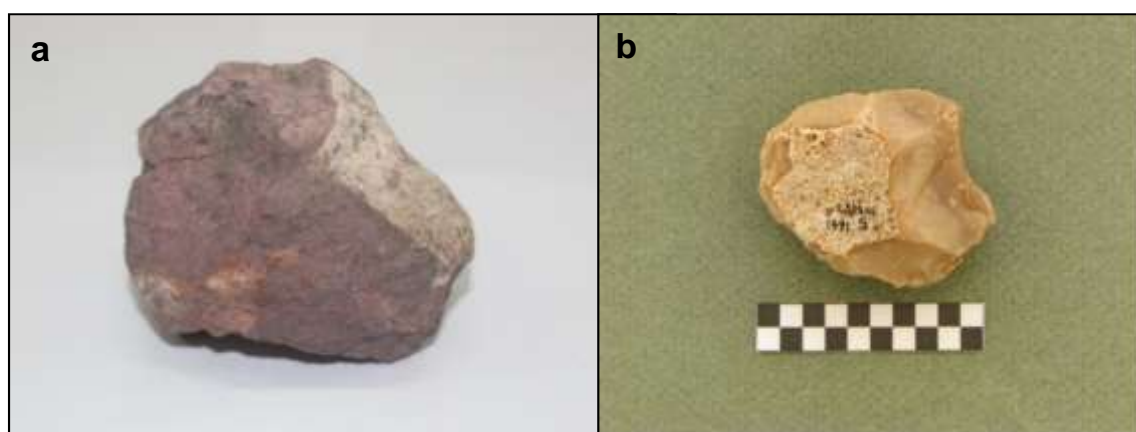


Figura 14: A) Amostra WS01, que corresponde a um núcleo de arenito; B) Núcleo similar composto por sílex (JORDÃO, 2010).

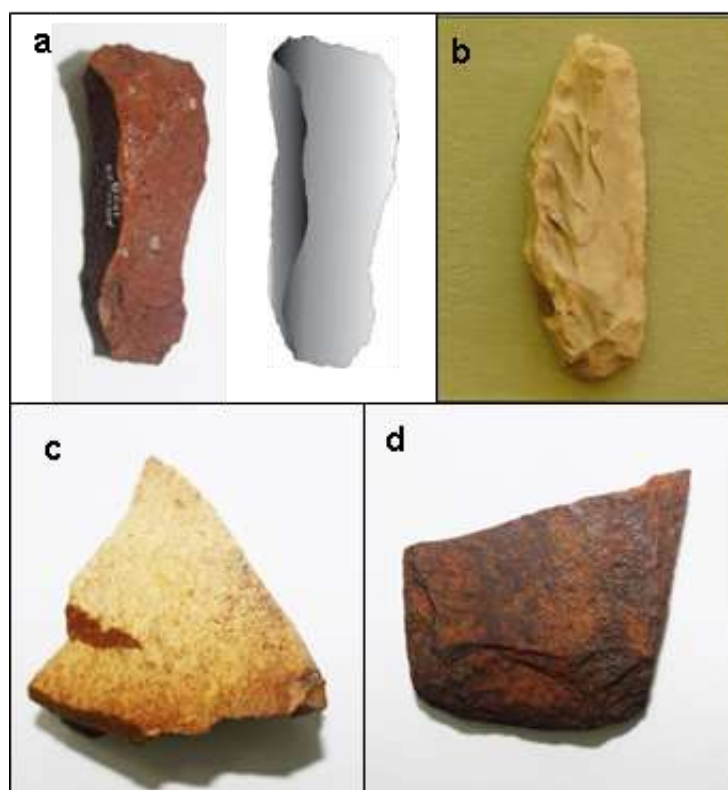


Figura 15: a) Amostra WS03 e seu croqui, representando uma lâmina; b) lâmina de sílex (JORDÃO, 2010); Furadores representados pelas amostras WS02 (peça com retoque) e WS04 (matéria-prima natural).

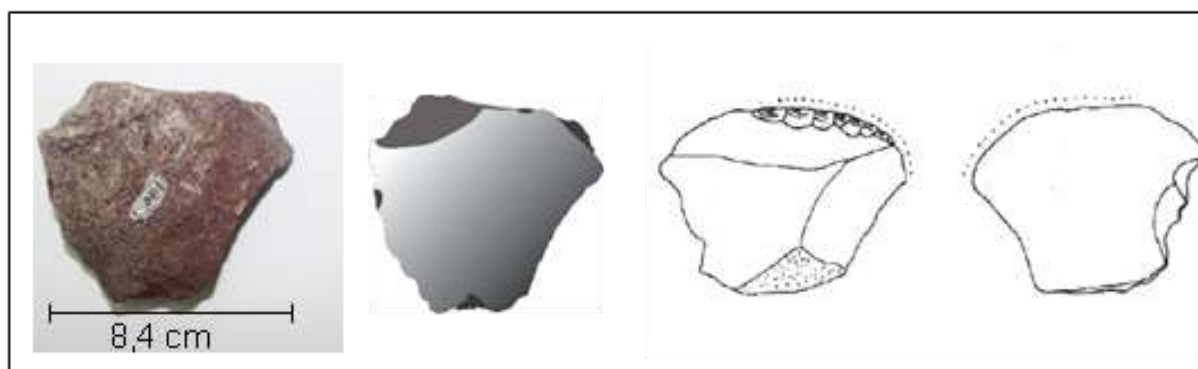


Figura 16: Amostra WS12 e seu respectivo croqui, que representam um raspador. Ao lado, modelo de raspador de Cura (2014).

Silva (2016) e outros trabalhos desenvolvidos sobre a arqueologia na Amazônia mostraram que povos antigos que habitavam a região estavam em constante migração pelos rios utilizando-se com canoas e cascos. Neste processo, é possível que estes povos encontravam fragmentos de rochas cristalinas (como o granito) no leito dos rios e carregavam consigo esta matéria-prima oriunda de áreas longínquas para a fabricação das ferramentas em suas indústrias. Assim, pode-se compreender a presença de objetos com matéria-prima cristalina em sítios tão distantes do embasamento litológico da bacia.

As amostras WS14 e WS19 não possuem uma proveniência exata, pois foram doadas ao acervo sem as especificações pertinentes. A determinação de uma possível área fonte destas rochas torna-se difícil mediante suas características obtidas a partir das análises efetuadas. Para o arenito ferruginoso (WS19), a ampla ocorrência desta rocha no estado impede a possibilidade de se estabelecer com certa precisão a fonte da matéria-prima. Outrossim, os métodos de identificação e descrição adotados para estas amostras não são suficientes para sua classificação e correlação.

Conforme vários autores destacam, a escolha das rochas utilizadas como matéria-prima vai além da disponibilidade; densidade, dureza, fraturamento e resistência são alguns

outros fatores determinantes nesta seleção. Para a variedade tecnológica encontrada no acervo, observa-se que as amostras WS02, WS03 e WS05 possuem uma manufatura melhor desenvolvida, o que ocorre principalmente devido a estrutura homogênea da rocha (maturidade textural) e a facilidade na produção de arestas. Em outros casos, como nas amostras WS09 e WS12, é possível observar marcas de lascamento, porém não houve um talhe mais refinado das peças, o que pode ter ocorrido devido à variedade granulométrica das rochas, que dificulta a quebra controlada e produz mais fraturas irregulares.

A amostra WS10 possui uma geometria similar de base de fornos (Figura 17), mas que na nossa região são produzidas mais frequentemente com cerâmica. A abundância de sílica no granito resulta em uma alta dureza da rocha, garantindo maior resistência. A baixa permeabilidade é um fator importante para o emprego desta peça como base de forno. A presença deste

artefato no sítio arqueológico pode identificar uma migração das sociedades antigas que ali habitavam, que traziam este tipo de utensílio cuja matéria-prima não está disponível na região.

A amostra WS18 é um amolador (Figura 18), e é identificado devido à presença de um sulco no centro da rocha, que evidencia o uso. A densidade, a homogeneidade e a dureza são as propriedades que mais se destacam para que a utilização desta rocha como um amolador seja eficaz. Além disso, arenito fino e síltico e com boa

maturidade mineralógica e textural corrobora o processo de amolar outras ferramentas, pois evita que ocorra a quebra deste utensílio.

A amostra WS19 é um polidor portátil (Figura 15b), que não é tão comum de ser encontrado nos sítios. Sua superfície formando uma ligeira concavidade destaca o emprego da ferramenta. Neste caso, além da dureza, a granulometria maior da areia nesta amostra favorece a utilização para o polimento.

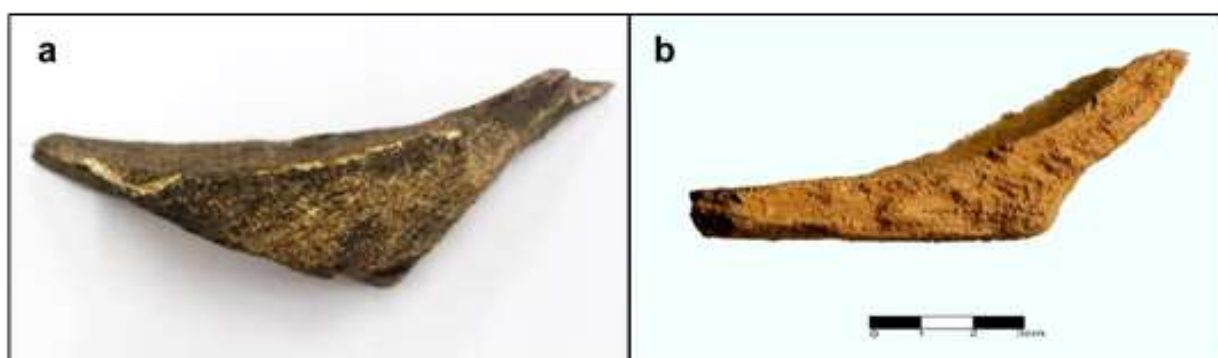


Figura 17: Amostra WS10, de composição granítica e que corresponde a base de forno; B) base de forno similar feita de cerâmica. Foto: Souza, 2008 (in FIGUEIREDO, 2008).

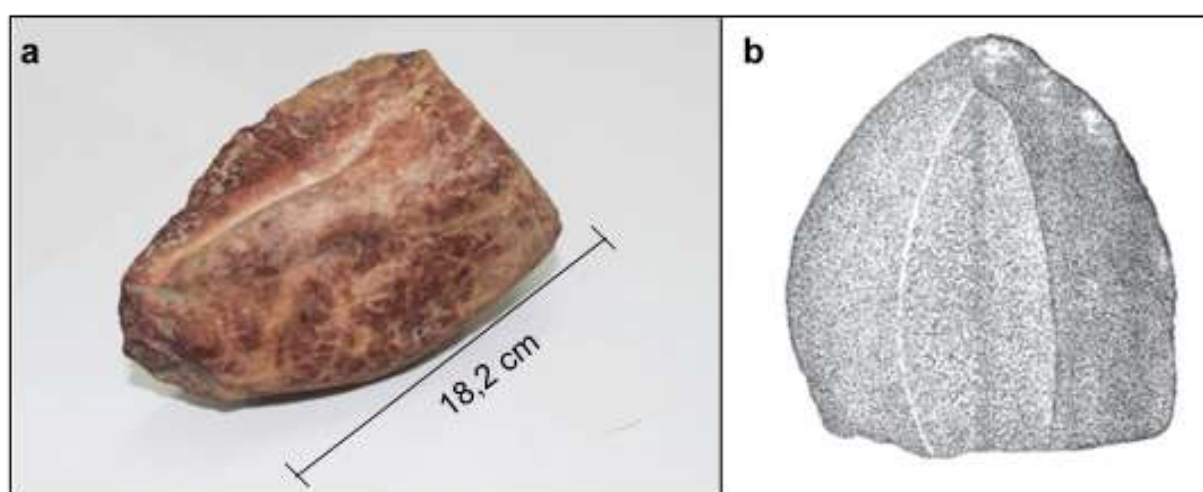


Figura 18: Amolador portátil (WS18) em comparação com amolador do Sítio Ponta da Cabeça, Arraial do Cabo (TENÓRIO, 2003).

A amostra de diabásio (WS14) possui evidências de polimento na sua superfície (Figura 19). A possibilidade de se utilizar esta técnica de produção está relacionada a não produção de fraturas conchoidais, como as que ocorrem em rochas silicosas, por causa da homogeneidade da rocha e da granulação muito fina, que é intensificada pelo intenso intemperismo apresentado (aumentando a cominuição dos minerais constituintes). Assim, era possível produzir o machado e efetuar o polimento sem que houvesse a quebra da rocha quando da aplicação dos golpes na indústria lítica.

Nesta análise de empregabilidade das rochas vale destacar ainda que, por mais que as modificações antrópicas nas amostras não sejam tão evidentes, não se pode descartar sua importância como um artefato. Algumas ferramentas aqui analisadas não possuem muitas evidências de debitage, porém fazem parte da indústria lítica, pois sua forma já se assemelha a de algum objeto e por isso há a utilização no dia-a-dia. É o caso das amostras WS04, que é um furador, WS06, WS07 e WS12, como percutores,

e também a amostra WS11, que possivelmente era usada para a obtenção de tinta a partir dos óxidos de ferro da crosta laterítica.

É interessante notar que o homem primitivo já avaliava as características intrínsecas dos minerais e das rochas para a sua implicação. Reconhecer e distinguir propriedades como dureza, densidade, tipo de fratura e homogeneidade era fundamental para a debitage das matérias-primas na indústria lítica e, conseqüentemente, conseguir produzir um material de qualidade. Esta importância diz respeito a dois aspectos principais: o benefício que esta ferramenta, quando gerada, poderia proporcionar (seja para o cortar, furar, polir etc.) e também saber se tais propriedades permitiriam o talhe e com que técnica de manuseio isso seria possível (lascamento, picoteamento, polimento etc.). Assim, pode-se perceber que desde o princípio o homem buscou compreender e analisar os minerais e rochas, afim de classifica-los, agrupá-los e poder atribuir a eles uma aplicação no seu dia-a-dia.



Figura 19: Ferramenta polida (WS14) em comparação com machadinhas polidas de diferentes tipos. (PAIVA, 2011).

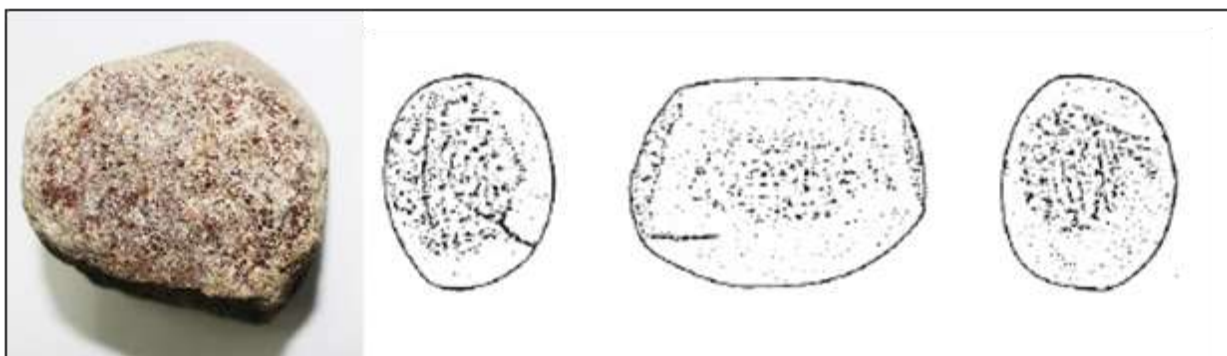


Figura 20: Percutor da amostra WS13 e modelo de percutores de Cura (2014).

4. CONCLUSÕES

O estudo de artefatos líticos a partir de um enfoque petrográfico ainda é escasso. Contudo, pesquisas neste âmbito são de suma importância para o entendimento da confecção de ferramentas e utensílios à base de rochas e minerais, fornecendo ainda subsídios para o avanço do conhecimento geoarqueológico sobre provisionamento e manufatura da matéria-prima litológica.

Quanto a variedade litológica observada no acervo do laboratório, é possível verificar que há uma relação com a geologia apresentada na região, com artefatos produzidos principalmente a partir de arenitos bem silicificados, e também ocorrendo com frequência nos sítios ferramentas feitas com quartzo e crostas lateríticas. Mais raramente, vê-se a utilização de rochas cristalinas na indústria lítica, estas possivelmente relacionadas ao embasamento cristalino da bacia do Amazonas, resultado do transporte de matéria-prima feito pelas sociedades antigas a partir dos processos de migração.

A análise química e física das rochas aqui estudadas evidencia que há uma estreita relação entre as

propriedades físicas como dureza, densidade e homogeneidade e a produção dos artefatos líticos. O emprego de técnicas de lascamento e polimento geravam resultados distintos de acordo com a matéria-prima, de modo que a manufatura e a qualidade de uma ferramenta dependiam destas propriedades e da técnica que o artesão adotava na indústria lítica.

Para a arqueologia, as peças do acervo guardam informações significativas sobre as sociedades antigas, seus costumes, estratégias de fabricação das ferramentas e suas aplicações, etc. Tais informações ficam registradas nas rochas e são identificadas nas marcas de talhe e evidências de debitage. Assim, a preservação integral das amostras faz-se necessário a fim de preservar o conhecimento nelas conservado.

Neste caso, é preciso adotar métodos analíticos pouco destrutivos para a descrição e caracterização mineralógica e textural das rochas. O emprego destes métodos, como por exemplo a Difractometria de Raios-X, é eficiente para a identificação das fases mineralógicas que constituem a rocha. Contudo, torna-se difícil estabelecer com precisão uma correlação litológica com o

intuito de definir a possível área-fonte do material, principalmente na região dos sítios de onde foram coletadas as amostras em estudo neste trabalho, haja vista a similaridade química e textural dos arenitos que afloram nas proximidades.

Com a elaboração deste trabalho, vê-se que a geoarqueologia ainda é um ramo científico pouco aprofundado e que carece de pesquisas, e que carrega consigo a “missão” de contribuir e agregar conhecimento em duas áreas aparentemente tão distintas: a geologia e a arqueologia. Outrossim, esta pesquisa mostra ainda que a geologia pode fornecer subsídios inovadores para o desenvolvimento de pesquisas arqueológicas na nossa região, como por exemplo, na descrição mais detalhadas de minerais e rochas usados na fabricação de artefatos líticos e também no estudo da proveniência destas matérias-primas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e ao Departamento de Geociências (DEGEO) pela disponibilização da estrutura, principalmente os laboratórios de Laminação e de Técnicas Mineralógicas; ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e Laboratório de Arqueologia pela liberação das amostras para os procedimentos analíticos; ao prof. Dr. Raimundo Humberto Cavalcante Lima, pela orientação e constante apoio ao longo da pesquisa; a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.; ARAÚJO, A. C.; AUBRY, T. (2005) Paleotecnologia Lítica: dos objetos aos comportamentos. *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa multidisciplinar para a arqueologia sob a tutela da cultura.* Lisboa, pp. 299-349;
- ANDREFSKY, JR. W. *Lithics* (1998): *Macroscopic Approaches to Analysis.* New York: Cambridge University Press. 302 p.;
- ANGELUCCI, D. E. (2003) A partir da terra: a contribuição da Geoarqueologia. *In: José E. MATEUS & Marta MORENO-GARCÍA, Eds. Trabalhos de Arqueologia 29 – Paleoecologia Humana e Arqueociências: Um programa multidisciplinar para a arqueologia sob a tutela da Cultura.* Cap. II;
- ARAÚJO, A.G.M. (1999) As Geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, Suplemento 3: 35-45;*
- BARBOSA, R. C. M. (2005) Avaliação estratigráfica e arqueológica do Sítio Dona Stella, Iranduba, AM. Relatório final de Iniciação Científica. UFAM/FAPEAM. Manaus;
- BORGES, C. C. L. (2008) Uma narrativa pré-histórica: o cotidiano de antigos grupos humanos no sertão do Seridó/RN. Tese apresentada à Faculdade de Ciências e Letras de Assis-UNESP, Assis, São Paulo, 182 p.;
- CAPUTO, M. V. (1984) Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil. 586 f. Tese (Doutorado em Geologia) – University of California, Santa Barbara, USA;
- COSTA, F. W. S. (2009) Arqueologia das Campinaranas do Baixo Rio Negro: Em busca dos Pré-ceramistas nos Arredores da Amazônia Central. 195 f. (Tese de Doutorado em Arqueologia) -Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo: São Paulo;
- CUNHA, P. R. C.; GONZAGA, F. G.; COUTINHO, L. F. C.; FEIJÓ, F. J. (1994) Bacia do Amazonas. *Bol. Geoc. Petrobras, [Rio de Janeiro], v. 8, n. 1, p. 47-55;*
- CUNHA, P. R. C.; MELO, G. H. J.; SILVA, B. O. (2007) Bacia do Amazonas Vol.15 n.2 Rio de

- Janeiro: Boletim de geociências da Petrobrás, mai./nov. p 227-251;
- CURA, S. R. M. (2014) Tecnologia lítica e comportamento humano no Pleistocénico Médio Final do Alto Ribatejo: estudo da indústria lítica da Ribeira da Ponte da Pedra. Tese de Doutoramento apresentada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vol. 1, 331p., Vol. 2, 100p.;
- FIGUEIREDO, M. T. (2008) Estudo da cultura material lítica e cerâmica dos sítios Silva Serrote e Menezes: análise das cadeias operatórias dos vestígios de culturas pré-coloniais do alto Parnaíba, Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Arqueologia. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo. 145p.;
- FIGUEIREDO FILHO, O. A. (2015) Que pedra é essa? A natureza do material lítico na pré-história do Rio Grande do Norte. Monografia de Especialização em Arqueologia do Nordeste Brasileiro, UFRN, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de História, Natal, RN, 209 p., *no prelo*.;
- GASPAR, R. (2009) Estudo petroarqueológico da utilização lítica do sítio arqueológico Lajinha 8 (Évora, Portugal). Análise de Proveniências. Tese de mestrado em geoarqueologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;
- GUIDON N.; G. AIMOLA; E. MEDEIROS; A. BITTENCOURT; G. FELICE. (2007) Na Pré-história uma mina de sílex, hoje uma mina de níquel, FUMDHAMENTOS VI, pp.74 - 91, maio;
- HORBE, A. C & COSTA, M. L. (1991). Caracterização mineralógica do minério laterítico da Serra do Madeira- Mina pitinga AM. In: Simp. Geol. Amaz., 3, 1991, Belém. Anais... Belém, SBG, p. 541-548;
- HORBE, A.M.C. & COSTA, M.L. (1999b) Relações genéticas entre latossolos e crosta lateríticas aluminosas e alumino-ferruginosas na região de Paragominas, Pará. Rev. Bras. Geoc., 29(4):497-504;
- HORBE, A.M.C, NOGUEIRA, A.C.R., HORBE, M.A., COSTA, M.L., SUGUIO, K. (2001) A laterização na gênese das superfícies de aplainamento da região de Presidente Figueiredo, Balbina, nordeste do Amazonas. In: Contribuições à Geologia da Amazônia. Vol. 2. VI Simpósio de Geologia da Amazônia. Manaus-AM. p.145-176;
- INIZAN, M.L., REDURON-BALLINGER, M., HÉLÈNE ROCHE, H., TIXIER, J. (1999) Technology and Terminology of Knapped Stone, translated by Jehanne Féblot-Augustins. Nanterre: 191 pages, 80 il.; (Préhistoire de la Pierre Taillée; 5), C.R.E.P.;
- JORDÃO, P. A. P. S. (2010) Análise de proveniência de matérias-primas líticas da indústria de pedra lascada do povoado calcolítico de S. Mamede (Bombarral). Mestrado em Geoarqueologia, Depto de Geologia – Faculdade de Lisboa. 229 p.;
- LAMING-EMPERAIRE. A. (1967) Guia para o estudo das Indústrias Líticas da América do Sul. Manuais da Arqueologia, nº 2, 174p.;
- LIMA, H. P. (2013) Fronteiras do Passado: Aportes interdisciplinares sobre a Arqueologia do Baixo Rio Urubu, Médio Amazonas, Brasil. / Organizadora, Helena Pinto Lima. – Manaus: Edua;
- LOURENÇO, R.S.; MONTALVÃO, R.M.G.; PINHEIRO, S.S.; FERNANDES, P.E.C.A.; PEREIRA, E.R.; FERNANDES, C.A.C. e TEIXEIRA, W. (1978) Geologia das Folhas SA.20 Manaus. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL, Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra, Vol. 18, DNPM, Rio de Janeiro, p.19 - 164;
- MELFI, A.J. (1994) Lateritas e processos de lateritização. Aula Inaugural de 1994, Departamento de Geotecnia, USP-São Carlos, 29pg.;
- PAIVA, B. C. (2011) Tecnologia lítica dos grupos ceramistas da área arqueológica de São Raimundo Nonato - PI : um estudo de caso aplicado ao sítio Canabrava / UFPE-Recife. 217 folhas;
- PROUS, A. (1990) OS artefatos líticos: elementos descritivos classificatórios, Arq. Mus. Hist. Nat.UFMG, BeloHorizonte. V.II:I-88 - 1986/1990;
- REIS, N.J., ALMEIDA, M.E., RIKER, S.L., FERREIRA, A.L. (2006) Geologia e Recursos Minerais do Estado do Amazonas. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Amazonas. Escala 1:1.000.000. Manaus: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 125 p.;

- SCHELLMANN, W. (1980) Considerations on the definition and classification of laterites. In: INT. SEMINAR ON LATERIZATION PROCESSES, I. Trivandrum, 1979. Proceedings... Trivandrum, Oxford & Ibh. p. 1-10;
- SILVA, C. A. (2016) Área de Interfaces Ceramistas Pretéritas: a coleção Arqueológica José Alberto Neves. Tese de doutorado em Sociedade e Cultura da Amazônia. UFAM. Manaus. 211 f.;
- SILVA, V. C. F. (2005) A exploração dos recursos litológicos na região da Cidade de Pedra, Rondonópolis – MT. Dissertação de mestrado em Arqueologia. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo;
- TENÓRIO, M. C. (2003) Os amoladores-polidores fixos. **Revista de Arqueologia**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 87-108, jun.;
- VIALOU, A. V. (org.). (2005) Pré-História do Mato Grosso. Vol. 1: Santa Elina, São Paulo: Editora da USP, 256p.



Estudos Geo-Arqueológicos Aplicados a Sítios Conhecidos no Estado de São Paulo

Alcídio Pinheiro RIBEIRO¹

Resumo: Foram analisadas as posições georreferenciadas, no Estado de São Paulo, de sítios arqueológicos, pré-coloniais, cerâmicos, líticos e rupestres, independentes de filiação cultural, cadastrados no Iphan, correlacionando-as com espaços geológicos, geomorfológicos e pedológicos ocupados. O objetivo do trabalho foi encontrar características indicativas de casualidade das posições desses sítios com elementos do meio ambiente tomado. Assim, um universo da ordem de 1.500 sítios fora analisado e correlacionado. Para tanto, foram feitas superposições das posições dos sítios já cadastrados com bases cartográficas vetoriais, portanto igualmente georreferenciadas, relativas a elementos do meio ambiente onde se inserem. O objetivo foi entender melhor, do universo conhecido de zonas de ocupações humanas pré-históricas, os motivos de seus estabelecimentos, dessas ocupações.

Palavras-chave: sítios arqueológicos, geo-arqueologia, Estado de São Paulo, Brasil.

Abstract: *In this work was analyzed the distribution in the State of São Paulo of the archaeological sites, pre-colonial, ceramic, lithic and rupestrian sites, made available as georeferenced shapes on the IPHAN site, federal department responsible for the protection of the archaeological heritage and, additionally, presented in academic works, seeking to correlate their positions with geographical elements conditioned by geological, geomorphological and pedological domains. The objective was to find characteristics indicatives of casuality of site locations with elements of the environment. Thus, a universe of the order of 1,500 sites, of the aforementioned natures, regardless of their cultural affiliation, had their positions analyzed with specific characteristics of the physical environment, relative to the substrate geology, derived soil textures, local and regional terrain geomorphology. So done, it is possible to identify some casuistic relationships between the sites and the environment where they are inserted, from the overlapping of bases (shapes, layers), products generated by state organs of the correlated areas. And so, from what we have to date, better understand the motives of settlements here and there.*

Keywords: *archaeological sites, geo-archeology, São Paulo State, Brazil.*

¹ Pós-doutorado pelo MAE – Museu de Arqueologia e Etnologia da USP

Autor para correspondência: Alcídio Pinheiro Ribeiro

Plagemma-Planejamento e Gestão de Proj. de Mineração e Meio Ambiente Ltda..

R Francisco Lucas de Almeida, 262 - Parque São Jorge- Itapeva, SP - Brasil, E-mail: alcidiopr@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Aglomerados humanos se formam em ambientes supridores de necessidades de proteção, abrigo, sobrevivência, contendo recursos naturais, ambientais, suficientes para o desenvolvimento de suas atividades essenciais. Assim, os povos se concentraram, se distribuíram, avançaram na busca, ou manutenção, desses espaços. Com as pesquisas arqueológicas vão se acumulando produções, registros de achados materiais e imateriais, cujas disposições espaciais ganham contornos cada vez melhor definidos, cada vez mais esclarecedores dos motivos que levaram os povos, a eles relacionados, na eleição desses espaços que ocuparam. Assim, relações de ambientes físicos com as populações que os habitaram, vão sendo conhecidas, compreendidas,

assimiladas, como aqui se procura caracterizar.

2. CONTEXTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

O relevo de um terreno tem relação direta com sua base geológica, de causa e efeito; assim como compõem fontes de recursos minerais e espaços físicos para atendimento de necessidades humanas, assim como se procura demonstrar na Figura 1.

2.1 Geologia do Estado de São Paulo

A geologia do Estado de São Paulo, o espaço que aqui se trabalhou, está ilustrada em planta e seção nas Figuras 2 e 3. Seus contextos, dividindo-se por Eras Geológicas, são discutidos a seguir.



Figura 1: Relação entre o terreno geológico com as necessidades humanas.

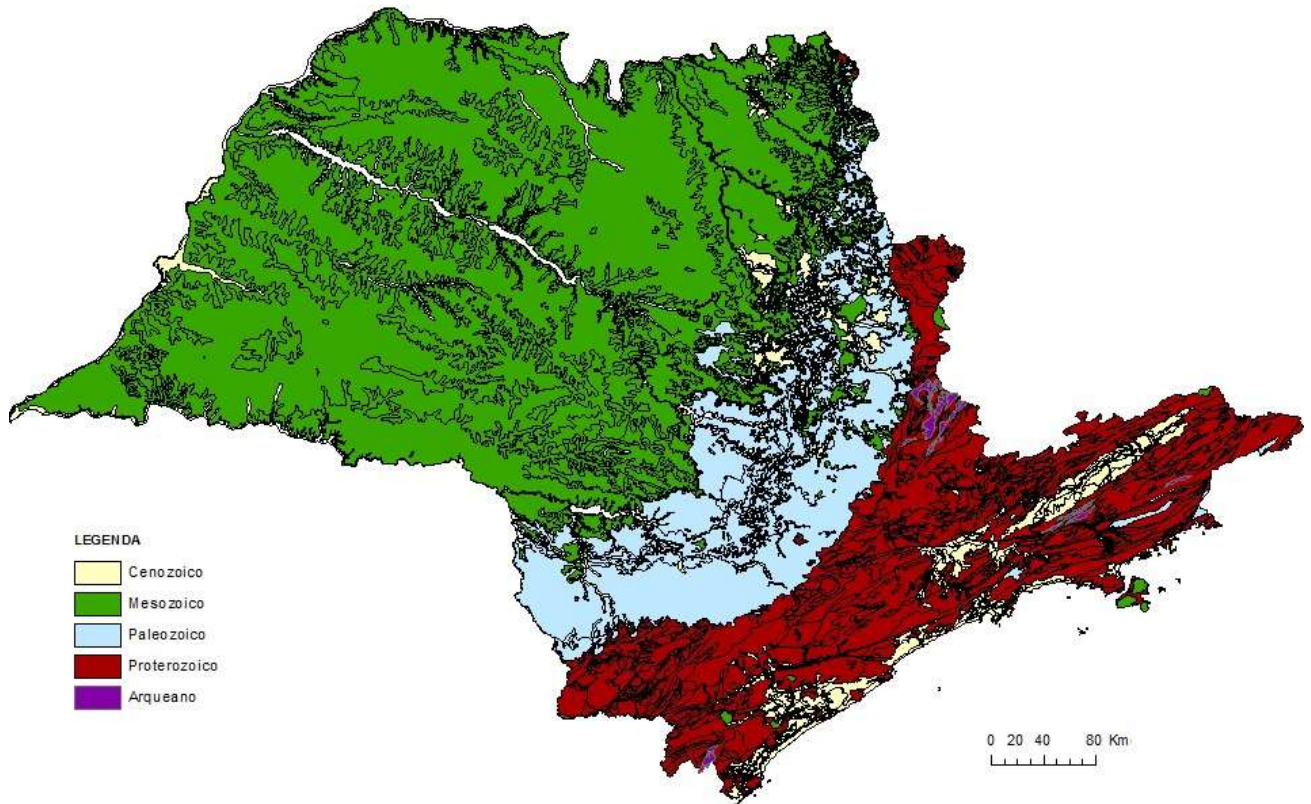


Figura 2: Mapa geológico do Estado de São Paulo. Fonte: CPRM (2006)

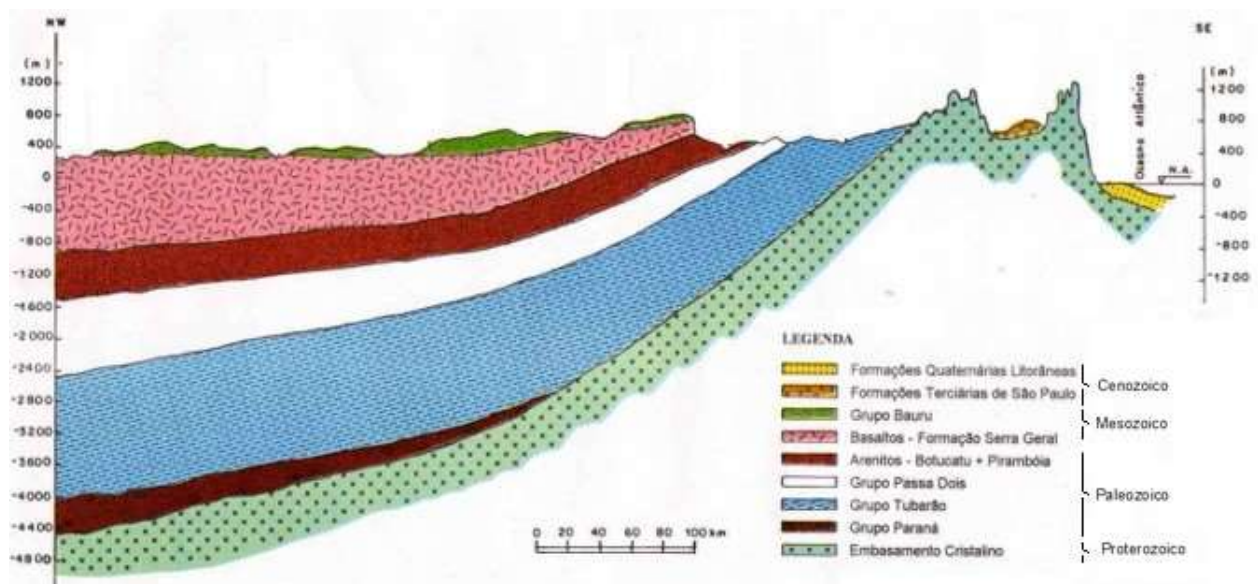


Figura 3: Seção geológica NW-SE do Estado de São Paulo. Fonte: IPT (1981).

2.1.1. Pré-cambriano

Constitui o **embasamento cristalino**, contendo tipologias com idades do Arqueano ao Proterozoico. Abriga rochas de graus metamórficos

diversos, tais como: quartzitos, xistos, calcários, gnaisses e milonitos, associadas com rochas ígneas de complexos graníticos tardi-orogênicos

Revista de Geologia 32 (2), 2019.

intrusivas. Nesse ambiente, de interesse arqueológico, podemos destacar fontes de:

- a) **Matérias primas**, para produção de artefatos líticos, como são os granitos e quartzitos.
- b) **Ambientes de abrigos**, como as grutas e cavernas comuns em rochas calcárias, abundantes no Vale do Ribeira, SW do Estado.

Dentro desse ambiente, pré-cambriano, lascas de rochas quartzíticas, intensamente fraturadas, podem ser interpretadas, ou confundidas por suas semelhanças, como, por exemplo, **artefato lítico bifacial**. Por outro lado, marcas de atividades de

organismos, como são os icnofósseis de estromatólitos em rochas carbonatadas, podem também gerar dúvidas com relação a **incisões rupestres (Figura 4)**.

2.1.2 Paleozoico

O Paleozoico, em São Paulo, está representado por espessa coluna sedimentar que completa a denominada Bacia do Paraná, similar a outras bacias brasileiras que lhe são contemporâneas (Figura 5).

A Bacia do Paraná engloba unidades depositadas sob condições climáticas e ambientais muito variadas, desde depósitos marinhos até continentais (Quadro 1).

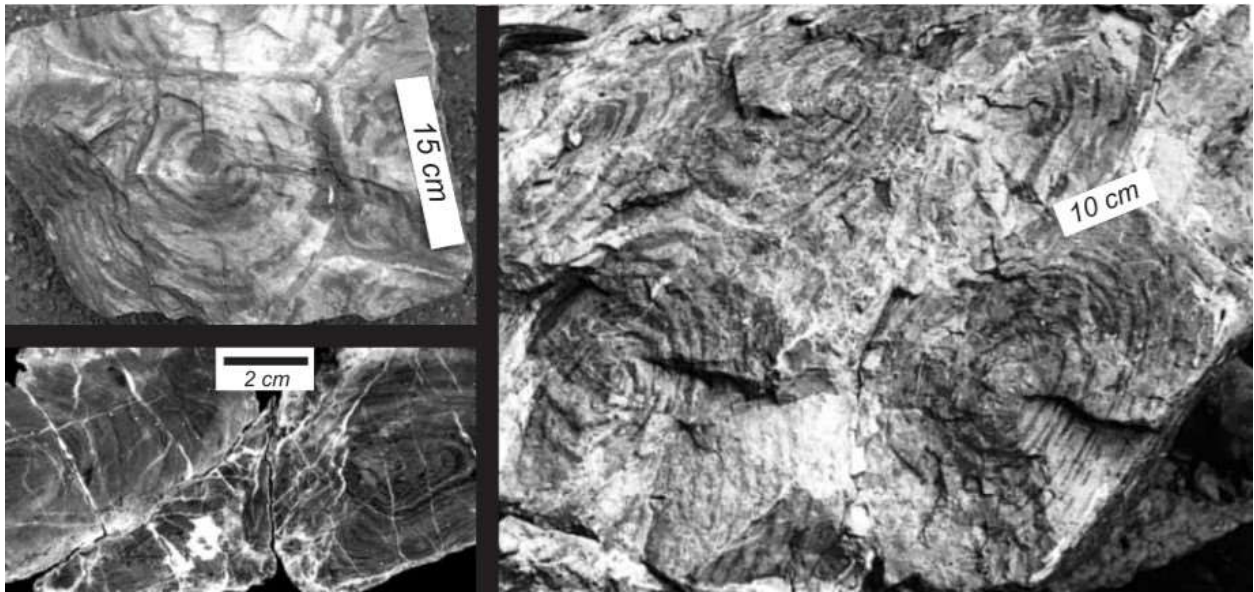


Figura 4: Estromatólitos de formação geológica calcária no SW do Estado de São Paulo. Fonte: Sallun & Fairchild (2004).

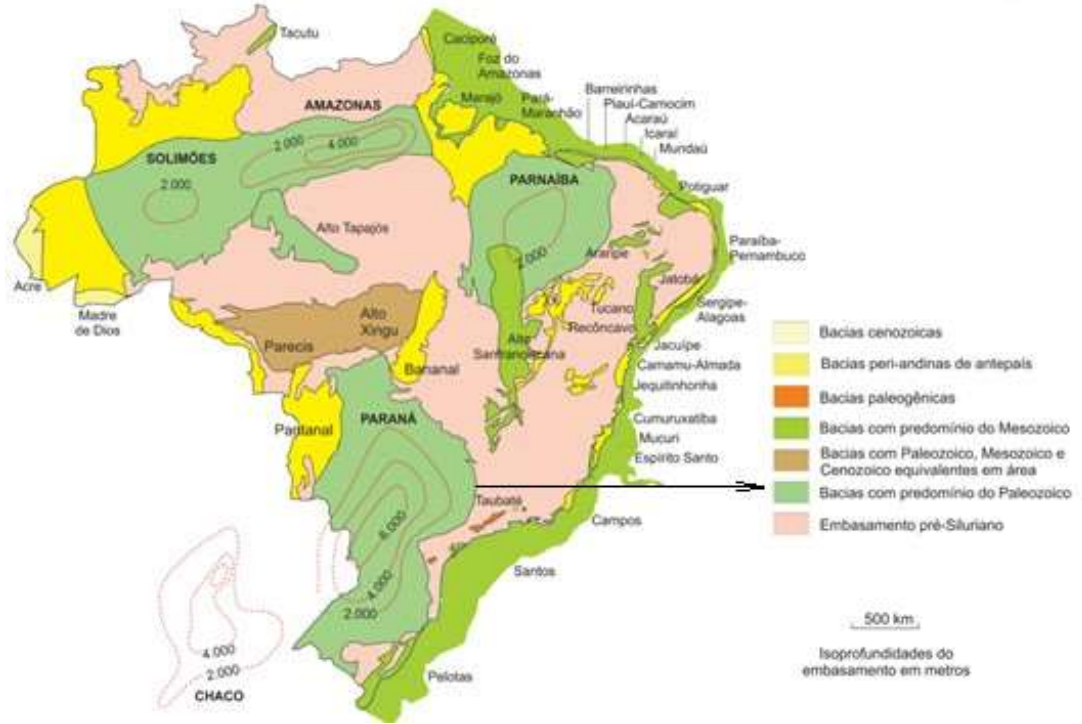
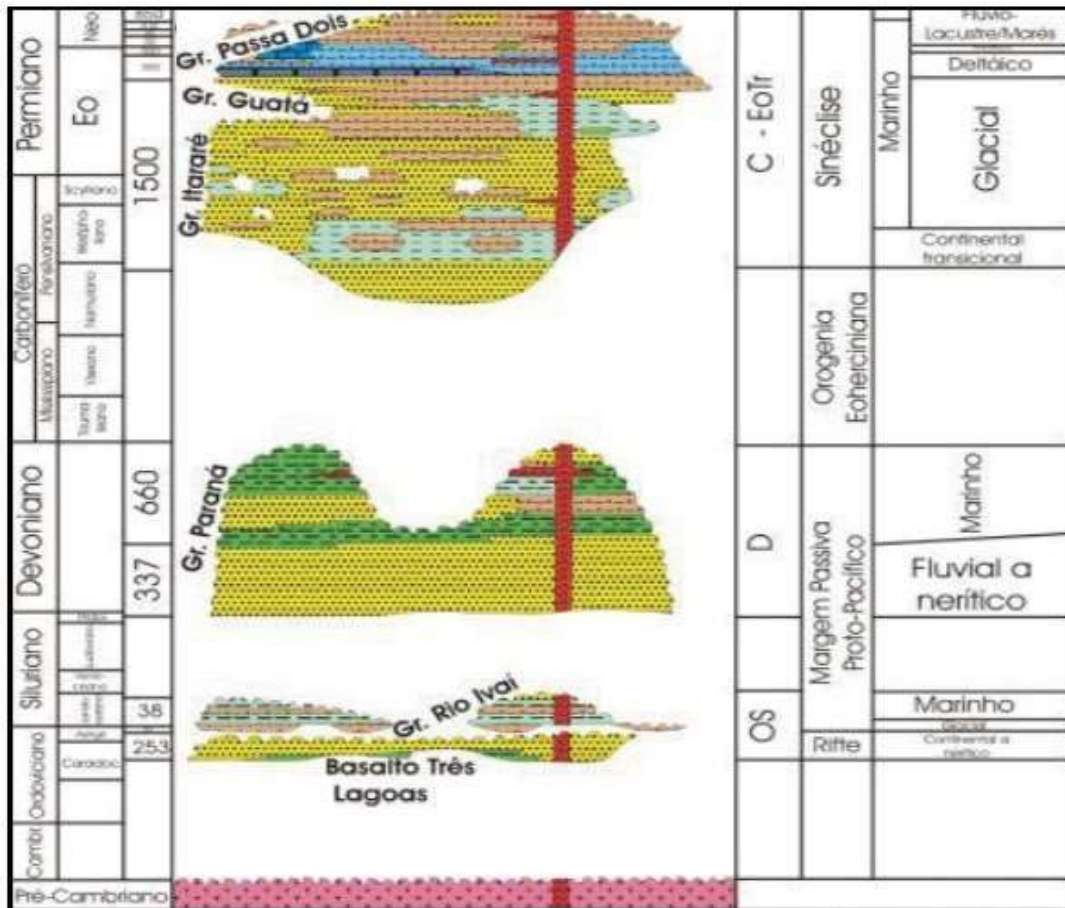


Figura 5: Mapa das bacias sedimentares brasileiras, com indicações de isopfundidades, para as bacias paleozoicas (Hasui, Carneiro, Almeida, & Bartorelli, 2012).

Quadro 1: Coluna estratigráfica do Paleozoico na Bacia do Paraná. Fonte: Petrobrás (1994).



Os depósitos glaciais, do Grupo Itararé, como ilustrado no Quadro 1, contém as mais espessas exposições representativas do Paleozoico no Estado de São Paulo. Antiga pedreira de Varvitos, dessa unidade, situada em Itu, hoje um *parque geológico*, é mostrada na Figura 6.

São comuns nessas sequências a ocorrência de seixos arredondados, facetados, destacados entre suas camadas deposicionais, de granulometria mais fina, entre argilitos e arenitos, com formas parecidas aos chamados “percutores”, como são alguns artefatos líticos, pré-históricos, de interesse arqueológicos, empregados nas indústrias líticas (Figura 7).



Figura 6: Vista aérea de parte do Parque do Varvito em Itu. Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ITU, 2018



Figura 7: A esquerda, “seixo “pingado” deformando camadas de varvitos em Itu, SP (Leinz, 1978). A direita imagem de laje, piso, com moldes vazios e preenchidos, formados com a queda de “seixos pingados” na região de Araçoiaba, SP (Registro do Autor, 2016).

A origem desses seixos está associada a dinâmica deposicional do ambiente glacial. Blocos de gelo em movimentação nas laterais dos lagos, carregam, na base, materiais rochosos sendo trabalhados, arredondados nos seus deslocamentos. Uma vez se despreendendo da geleira, vindo para o leito do lago, derrete e deixa “cair” no fundo do lago os fragmentos rochosos, incluindo seixos, de tamanhos diversos.

Nesse conjunto sedimentar encontram-se vários cenários

resultantes da ação diferencial de processos erosivos sobre os diferentes tipos rochosos e ambientes onde se assentam, que podem gerar zonas de abrigos, cavernas (Figura 8).

Assim, no Paleozoico podem ser encontrados elementos que podem ser confundidos com bens culturais materiais e imateriais, e espaços que podem ter se constituídos em típicos abrigos para nossos antepassados.



Figura 8: Contato de arenitos do Grupo Paraná com o embasamento cristalino no sudoeste do Estado de São Paulo, em estrada vicinal no município de Nova Campina (Fonte: registro do autor, 2010).

2.1.3 Mesozoico

Da Era Mesozoica temos rochas sedimentares de ambientes continentais interiores, depositadas sob climas mais quentes, áridos, inclusive desérticos. Associativamente temos, nessa Era, as intrusões vulcânicas, predominan-

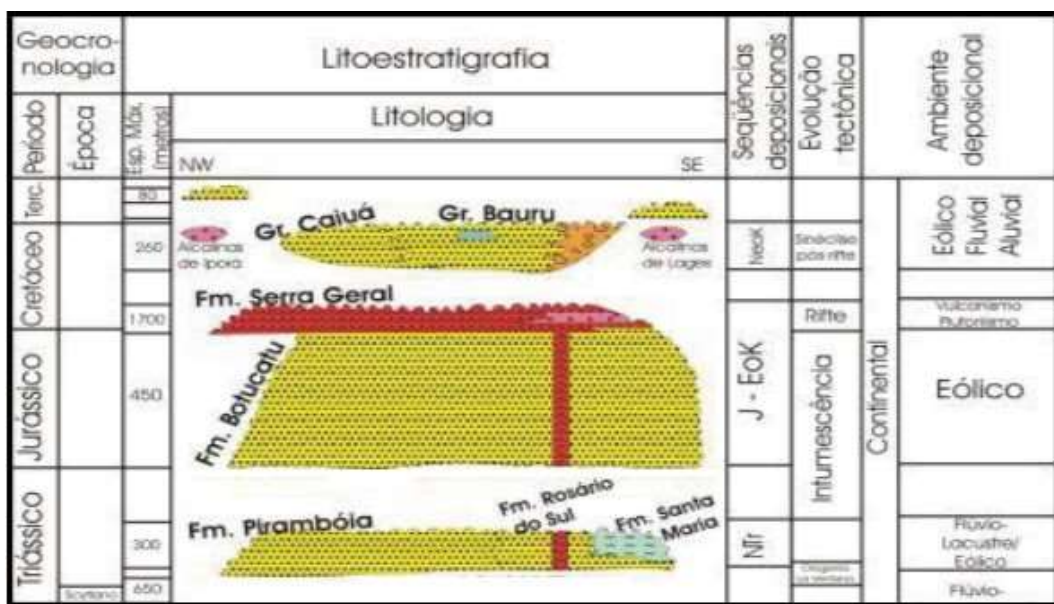
temente basálticas, relacionadas aos extensos falhamentos e fraturamentos que atingiram a crosta terrestre durante a separação continental e formação do Oceano Atlântico. Essas intrusões ígneas têm formas diversas de contatos com o ambiente geológico que

atravessaram, as vezes se alojando entre suas camadas, outras vezes as cortando na ascensão do magma como diques, criando também, nesses contatos, ambientes e abrigos naturais (Quadro 2).

De interesse arqueológico, as ígneas basálticas foram tradicionalmente utilizadas como matérias primas para

produção de artefatos líticos (PROUS e FOGAÇA, 2017). Os contatos entre os arenitos, sejam paleozoicos, ou mesozoicos, mais friáveis que as camadas e diques dos derrames, geram, por processos de erosões diferenciais, cavidades com dimensões para terem servido como abrigos para nossos antepassados pré-históricos.

Quadro 2: Coluna estratigráfica do Mesozoico, que encobre a Bacia do Paraná. Fonte: Petrobrás (1994).



2.1.4 Cenozoico

Do Cenozoico, temos principalmente as rochas sedimentares inconsolidadas que ocupam as bacias atuais, preenchendo vales e planícies, calhas de rios ativos e meias encostas, em constante transporte; depósitos eólicos, pluviais e fluviais, a nível continental e marítimo. Se apresentam como dunas, cunhas, camadas alternadas de termos que vão desde conglomerados, a arenitos e argilitos, assim como depósitos salinos, evaporíticos.

Na borda leste, na plataforma continental, causado pelas variações dos níveis do mar, se deram processos de

erosão e deposição determinados, direta e indiretamente, nos períodos interglaciais e de glaciações, das chamadas “Eras do Gelo”, resultando na geração de morros elevados de superfícies planas marcando níveis anteriores das águas do mar na costa brasileira como um todo (Figuras 9 e 10). Alguns sambaquis podem ser, em verdade, depósitos clásticos de borda de plataforma.

Essas dinâmicas passaram a constituir platos, planícies, naturais, cenários propícios à ocupação humana, inclusive os que formaram os verdadeiros sambaquis.



Figura 9: Setores do litoral brasileiro cujas variações dos níveis do mar ficaram bem marcadas na costa (Suguio et al, 1985).

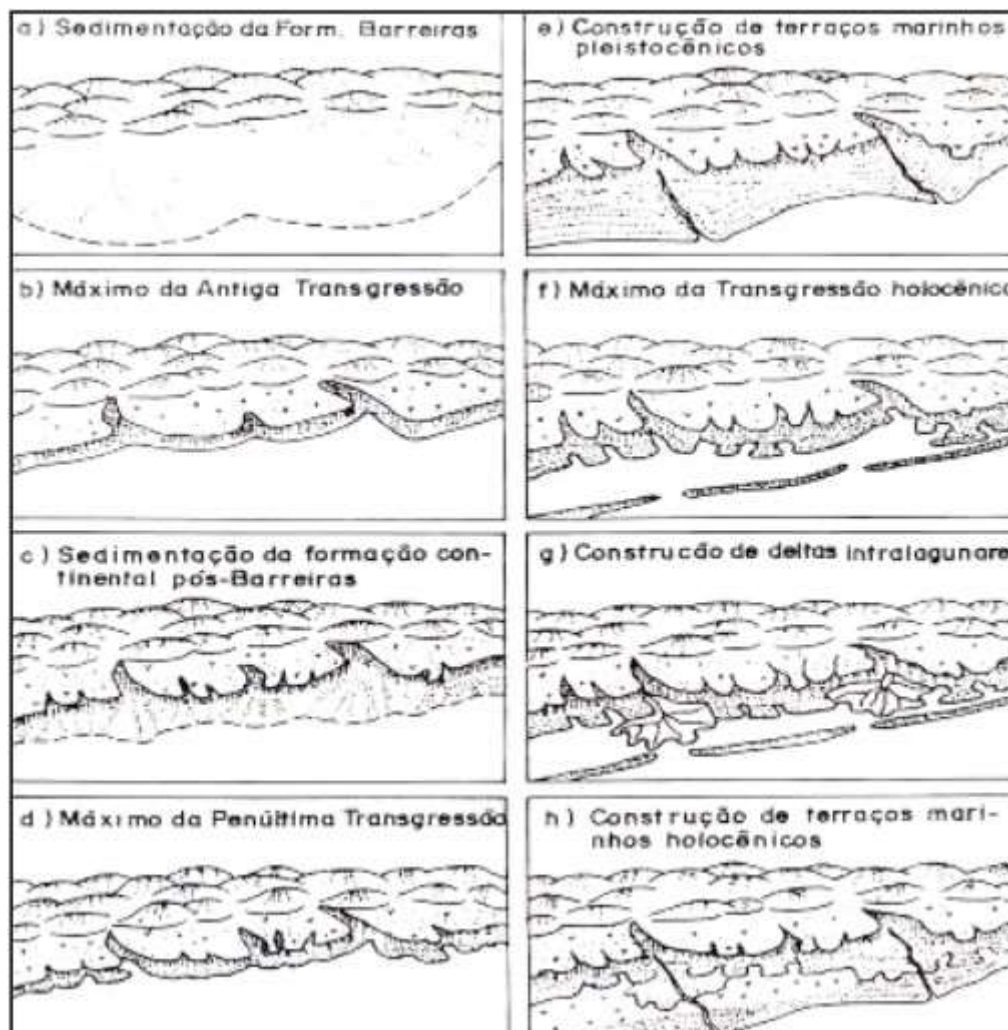


Figura 10: Evolução paleogeográfica de grande parte do litoral brasileiro desde o Terciário Superior até hoje. Fonte: Suguio et. al. (1985).

SUGUIO *et al.* (1985, 1988) realizaram aproximadamente 700 datações de rádio carbono nos sedimentos destes terraços holocênicos. Isto permitiu construir uma curva de variação do nível do mar válida para

vários pontos do litoral brasileiro (Figura 11).

Acredita-se até que o aquecimento global de que se fala na atualidade, holocênico, represente ainda um intervalo interglacial.

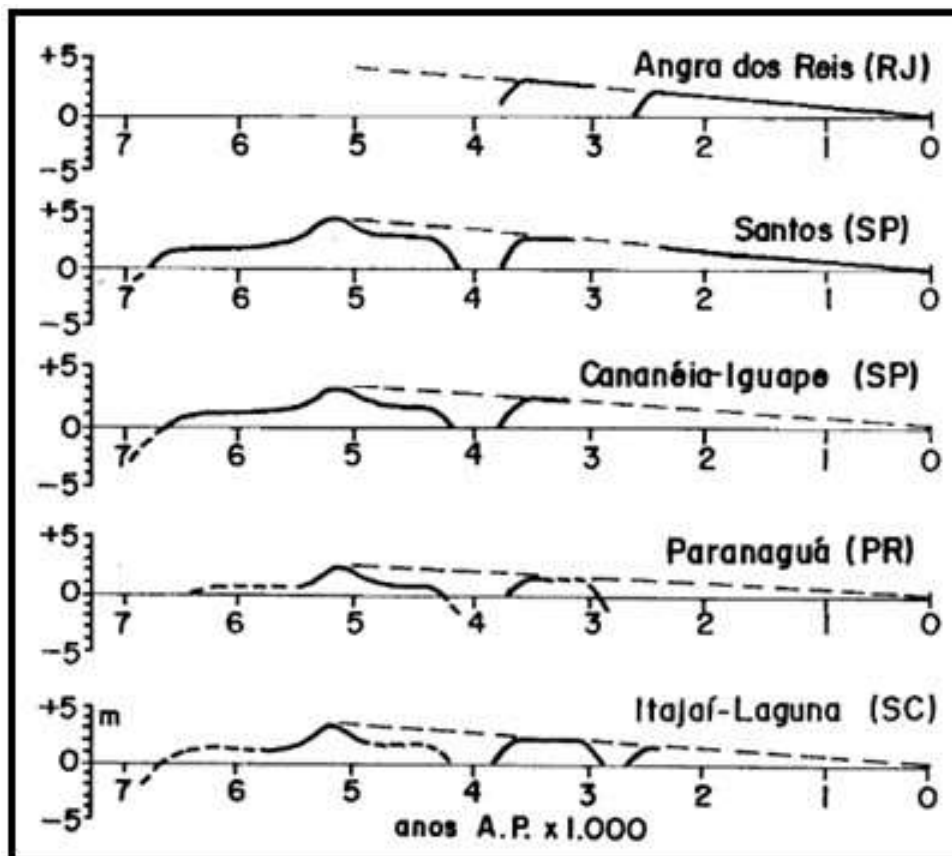


Figura 11: Variações do nível do mar do litoral brasileiro (Suguió, 1985).

Os sistemas de drenagens interiores apresentam-se com todas as variações de formas desde suas condições de nascentes, ordens baixas, até sua maturidade, no sistema de senilidade, com seus canais mais profundos em zonas baixas sujeitas a enchentes. Bom exemplo de rio com segmentos típicos de maturidade, sinuoso, meandrante, é o Rio Paraíba do Sul (Figura 12).

A situação mostrada na Figura 12

é recorrente em quase todas bacias interiores no Estado de São Paulo. A evolução para essa condição tem um sequenciamento como é mostrado na Figura 13.

Todos esses “trabalhos” e “retrabalhos”, relativos a oscilações nos níveis de erosão, sobre as jazidas que se constituíram na Era Cenozoica, formaram e destruíram “ambientes naturais”, como ainda assim se dá no presente.



Figura 12: Imagem aérea de trecho do Rio Paraíba do Sul com seus meandros em formação e abandonados. (Suguio, 1980).

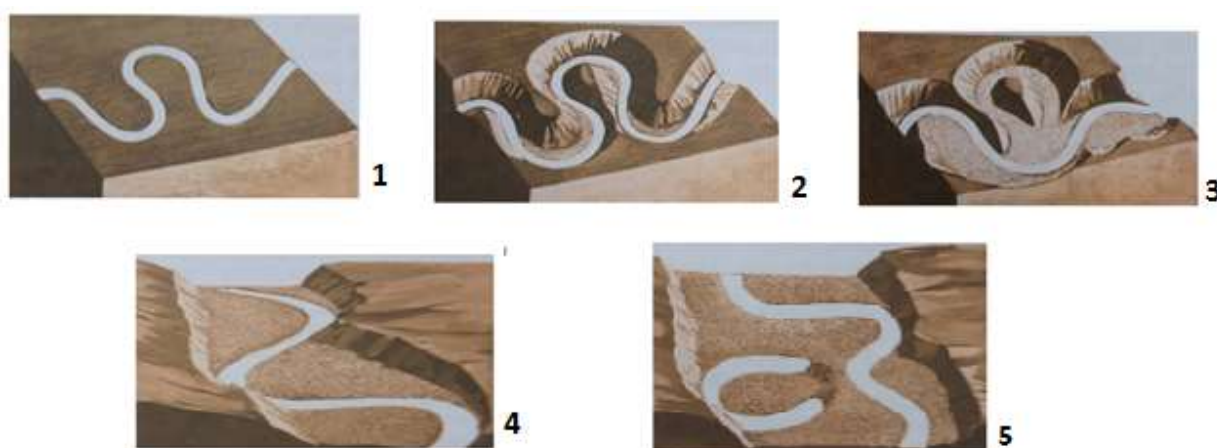


Figura 13: Estágios de desenvolvimento de meandros encaixados. (Suguio, 1980).

2.2 Geomorfologia do Estado de São Paulo

Os ambientes geomorfológicos distribuídos no Estado de São Paulo, como se mostra na Figura 14, são: a) planície costeira; b) planalto atlântico; c) depressão periférica; d) cuevas basálticas e e) planalto ocidental. Na **Planície Costeira** estão abrigadas as formações areno-argilosas cenozoicas. No **Planalto Atlântico**, as litologias pré-cambrianas. Na **Depressão Periférica**, todo o perfil sedimentar da Era Paleozoica. Recoberto a **Depressão Periférica** encontramos as **Cuevas Basálticas** que marcam aproximadamente o contato Paleozoico-Mesozoico, recobertas pelo **Planalto Ocidental**.

Na Figura 15, modelo digital do terreno do Estado de São Paulo, onde é possível observar os contrastes entre as unidades geomorfológicas mostradas na Figura 14.

Na **Província Costeira** com os sedimentos clásticos encontram-se também depósitos clasto-químicos relativos a deposições seletivas de conchas e organismos marinhos que se depositaram em ciclos de etapas de avanços e recuos do oceano, em épocas glaciais,

As rochas do embasamento cristalino formam o relevo do **Planalto Atlântico**, alongados, transpassados por sistemas de falhamentos de grande extensão e sistemas de falhas normais

distensivas como as que formaram o graben que separa as serras do Mar da Mantiqueira, onde se estabeleceu o rio Paraíba do Sul.

Na **Depressão Periférica** tem-se expostas bordas da sucessão de rochas sedimentares da Bacia do Paraná, faixa situada entre o **Planalto Atlântico**, a leste, e o **Planalto Ocidental**, em parte, e as **Cuevas Basálticas**, a oeste.

As **Cuevas Basálticas** são mantidas pelos derrames de composição predominantemente basálticos. Por suas resistências maiores a erosão que das litologias que lhes são subjacentes e sobrejacentes, sedimentares, mantem formas de relevos isoladas por onde ocorrem.

Sob o **Planalto Ocidental** se guardam pacotes espessos de rochas sedimentares pertencentes a coluna sedimentar da Bacia do Paraná, paleozoica, recoberta por sedimentos mesozoicos. Assim seu relevo é pouco acidentado, cortado em vários pontos por intrusões basálticas mesozoicas.

Sobre esses ambientes, geológicos e geomorfológicos, e dos solos deles derivados, assim individualizados, transitaram, anteriormente a nós, populações, e culturas, diversas, utilizando-se desses espaços, e do que eles proporcionaram, para o desempenho de suas atividades humanas do melhor modo que puderam e condições faze-lo.

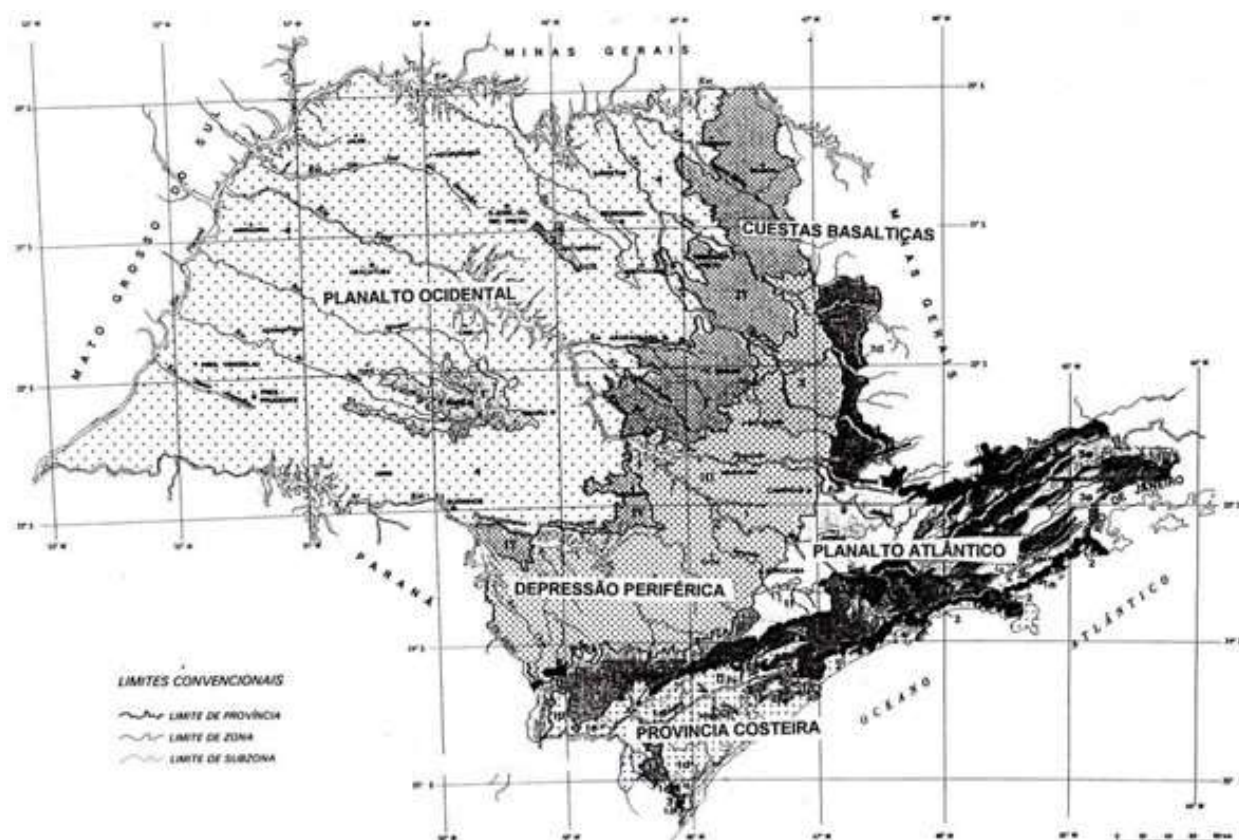


Figura 14: Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo segundo IPT (1981).

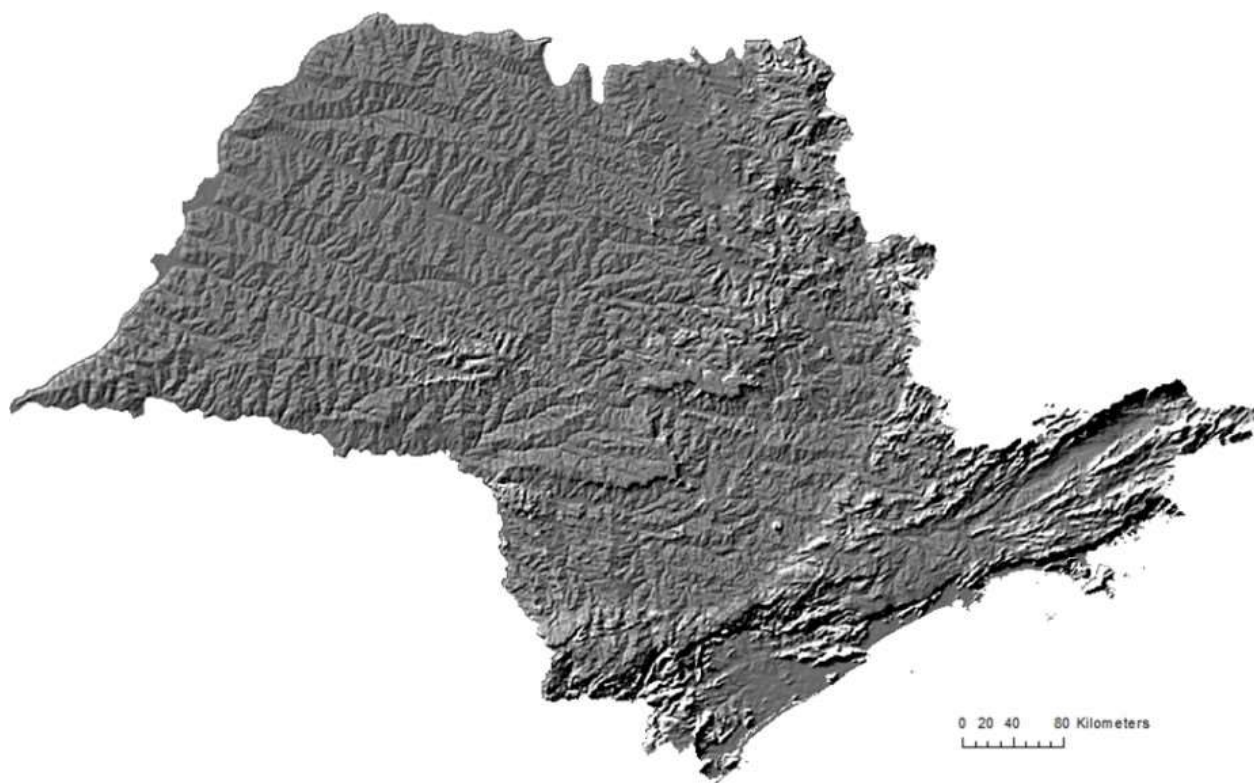


Figura 15: Modelo Digital do Terreno do Estado de São Paulo. (CPRM, 2006).

3. OCORRENCIAS ARQUEOLÓGICAS E SUAS RELAÇÕES COM A GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E FISIOGRAFIA NO TERRITÓRIO PAULISTA

Na Figura 16, tem-se a distribuição das centenas de sítios arqueológicos cadastrados no CNSA – Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos - do Estado de São Paulo conhecidos até essa data, segundo suas tipologias (cerâmico, lítico, rupestre).

A seguir, são apresentadas análises de cada tipologia predominante nos sítios arqueológicos conhecidos correlacionando-as, nas suas distribuições, localizações georreferenciadas, a geologia, relevo e solo, tendo como base mapas temáticos produzidos por órgãos estatais como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o Instituto Florestal do Estado de São Paulo (IF).

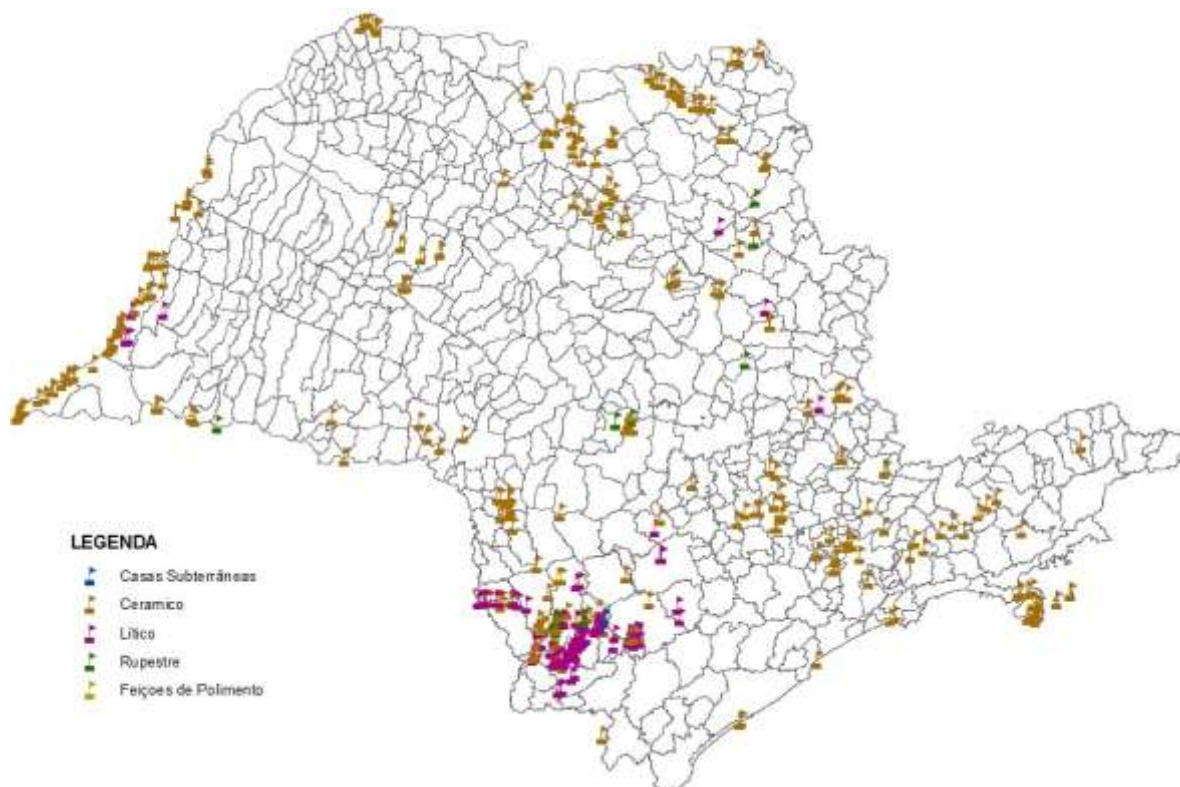


Figura 16: Distribuição dos sítios arqueológicos pré-coloniais descritos e cadastrados no Estado de São Paulo (Iphan,2018; Alberto, 2014; Araújo,2011).

3.1 Sítios Cerâmicos

Como se pode observar na Figura 17, com a superposição dos sítios arqueológicos conhecidos sobre os domínios geológicos, os mesmos se distribuem por todas as unidades. Entretanto, nota-se que, sobre base com classes texturais de solos, se adensam mais sobre solos com textura mais argilosa (Figura 18).

Sobre o Mapa Hipsométrico do Estado de São Paulo (Figura 19), com detalhe se nota que os sítios cerâmicos não ocuparam os terrenos mais deprimidos do Estado de São Paulo, mas faixas de relevo com altitudes superiores a 600 metros. Isso é notório nas análises desses sítios ao longo do vale do Rio Paraíba, onde, os mesmos, situavam-se acompanhando o vale porem sob condições de relevo de meia encosta,

provavelmente isso se relacione com as situações de vulnerabilidade a enchentes dos terrenos mais baixos,

correlacionáveis ao estágio 5 da Figura 13.

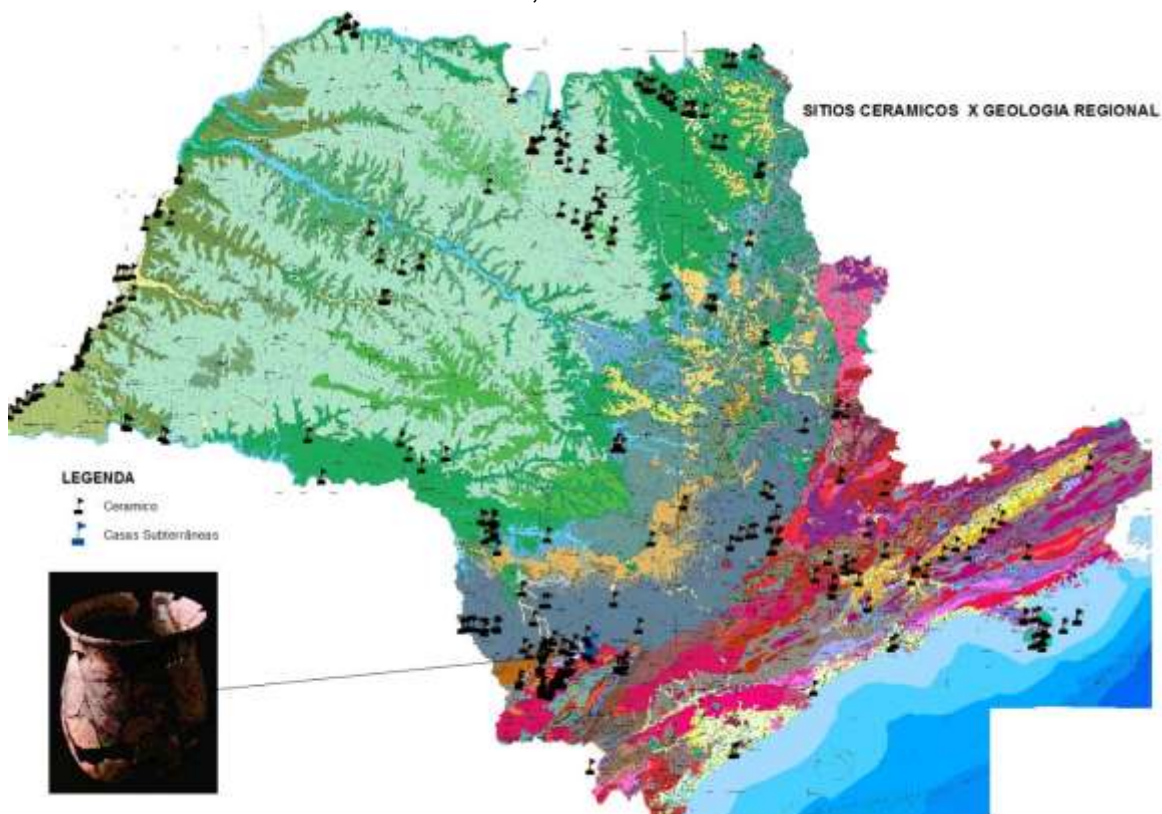


Figura 17: Distribuição dos sítios cerâmicos sobre a geologia paulista.

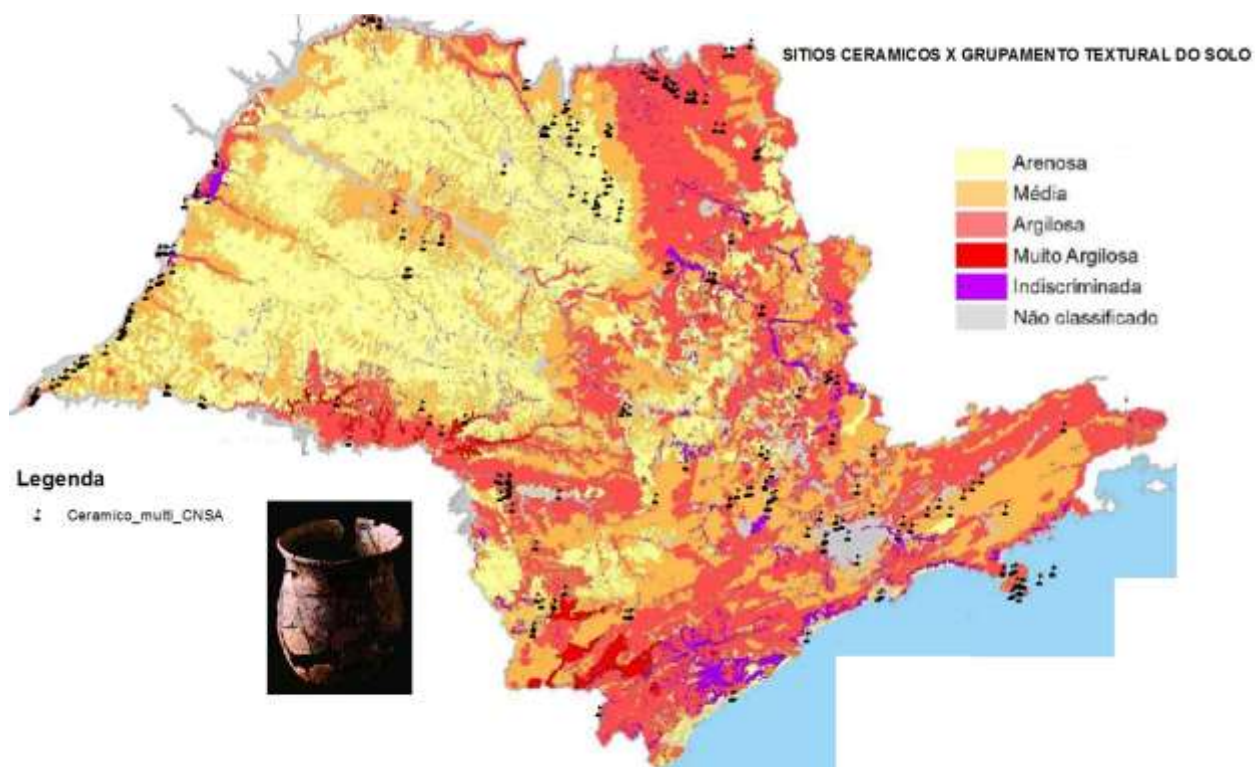


Figura 18: Distribuição dos sítios cerâmicos no Estado de São Paulo sobre os diferentes grupos texturais de solos. (Iphan,2018; IF,2017).

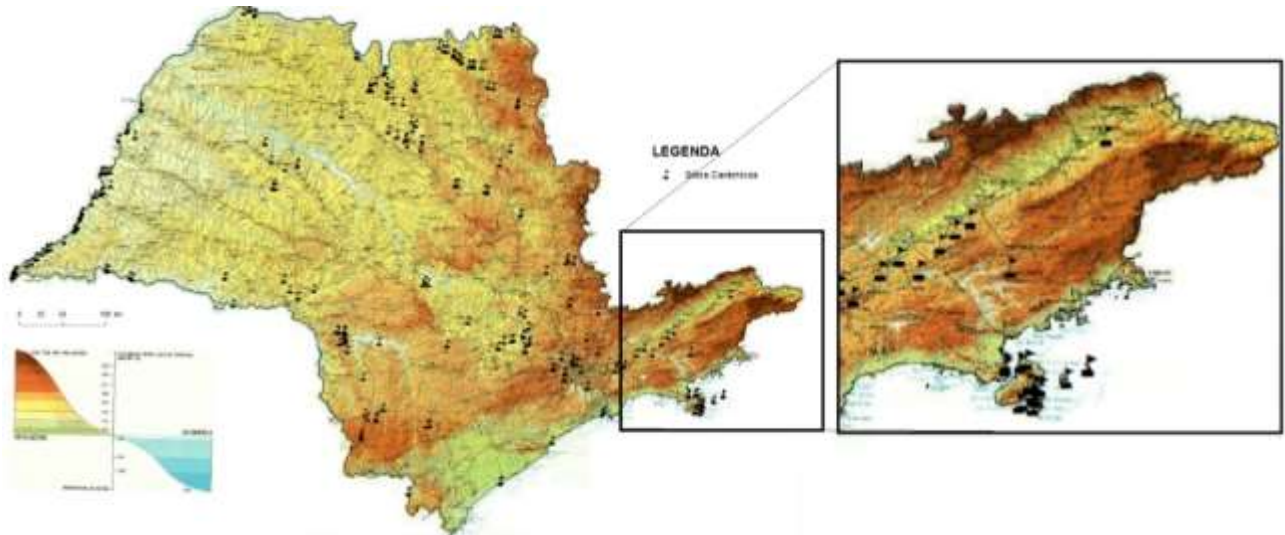


Figura 19: Distribuição dos sítios cerâmicos sobre base hipsométrica, destacando-se suas posições ao longo do vale do Rio Paraíba do Sul, acima da planície lateral atual do rio (Secretaria de Estado do Interior do Estado de São Paulo, 1982).

Outra associação direta com os sítios cerâmicos conhecidos é observada nos terrenos com os solos mais espessos como se pode ver na Figura 20, via de regra, e conseqüentemente sob terrenos mais planos (Figura 21).

Levando-se em conta os cenários relacionados às ocorrências de sítios cerâmicos, especialmente relacionados à natureza textural dos solos, podemos estabelecer como zonas prováveis de ocorrências de tais materiais as demarcadas no Estado de São Paulo na Figura 22.

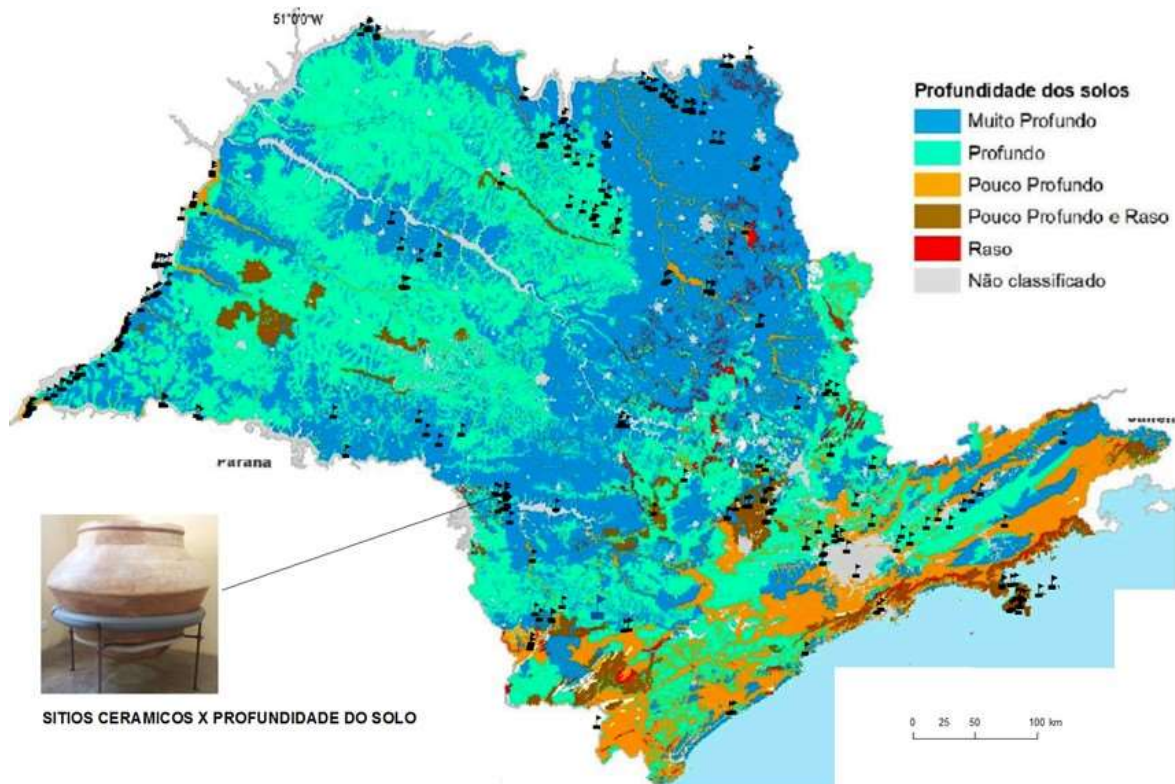


Figura 20: Distribuição dos artefatos cerâmicos por faixas de profundidades do solo.

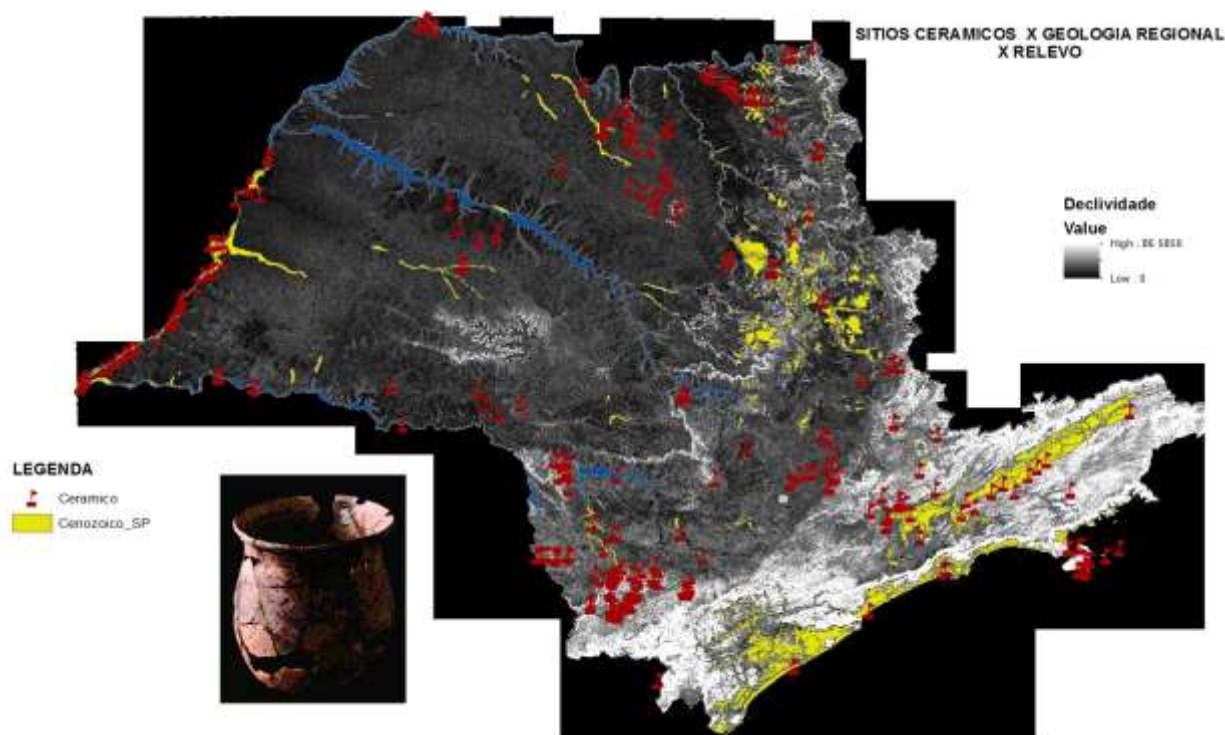


Figura 21: Sítios cerâmicos relacionado com ambiente cenozoico e declividades do terreno.

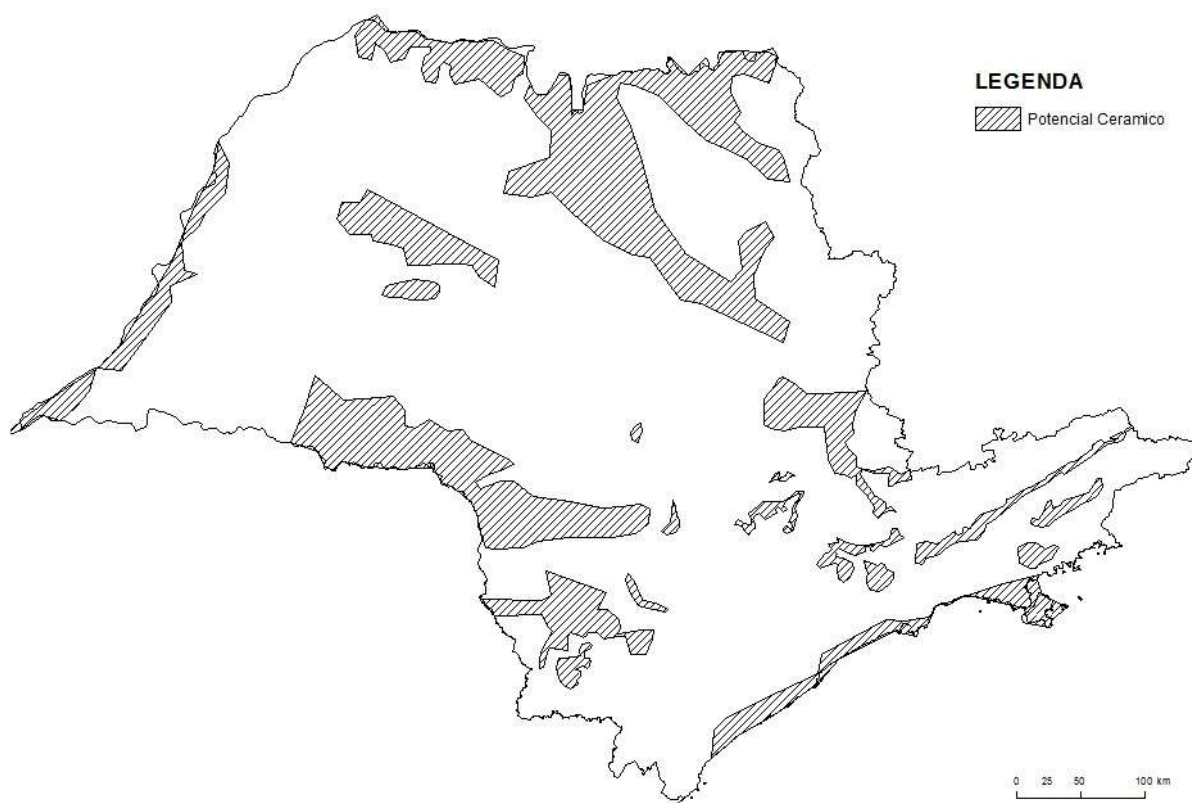


Figura 22: Distribuição de áreas potenciais para ocorrências de artefatos cerâmicos produzidos por populações pré-Coloniais.

3.2 Sítios Líticos

A disposição espacial dos artefatos líticos em relação aos artefatos cerâmicos possui menor dispersão, formando aproximadamente um arco entre a faixa de ocorrência dos conjuntos litológicos do Paleozoico e do Mesozoico, ao longo do domínio das Cuestas Basálticas; e de forma mais concentrada sobre a porção mais setentrional do extremo SW do embasamento cristalino, como se vê na Figura 23. De forma, aparentemente isolada, tem pequena concentração no extremo leste do Estado, acompanhando a calha do Rio Paraná, na divisa com o Estado do Mato Grosso, região onde temos ocorrências de rochas basálticas nos canais dos rios.

As ocorrências distribuídas na forma de cinturão, entre o Paleozoico e Mesozoico, mostram clara associação com os derrames basálticos que se

alojaram sobre o terreno Paleozoico, no início do Mesozoico.

No embasamento cristalino, pré-cambriano, naturalmente, as ocorrências de artefatos líticos estão relacionadas às extensas “jazidas” de rochas metamórficas como de quartzitos e gnaisses, matérias primas tradicionais de ferramentas líticas.

Assim, podemos afirmar que os artefatos líticos foram produzidos da lavra de jazidas de idades pré-cambrianas e Mesozoicas, cujas posições relativas encontram-se indicadas na seção geológica representada na Figura 24.

Na Figura 25 são indicadas em cinza, as áreas potenciais para presença de artefatos líticos, em associação às ocorrências de diques, derrames basálticos e rochas do embasamento cristalino.

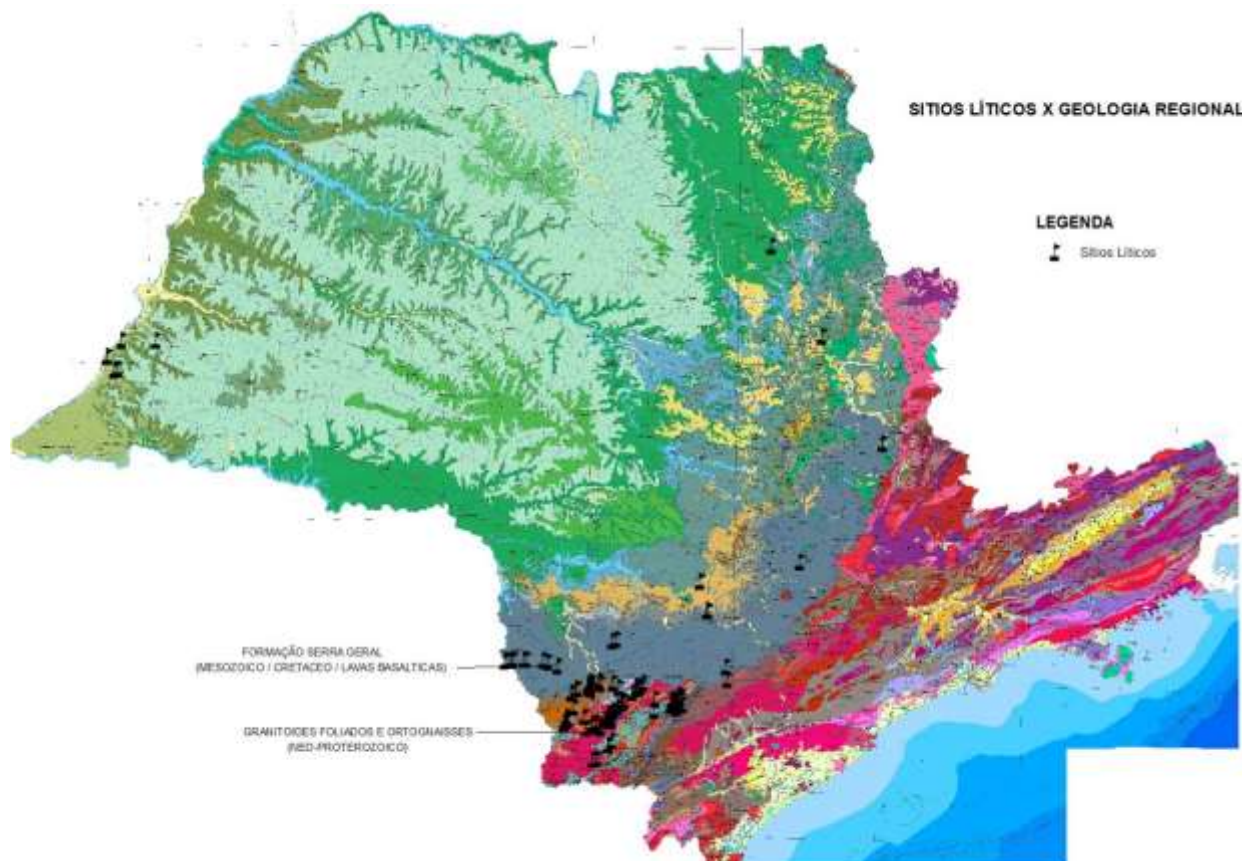


Figura 23: Distribuição dos achados de artefatos líticos no mapa geológico de SP.

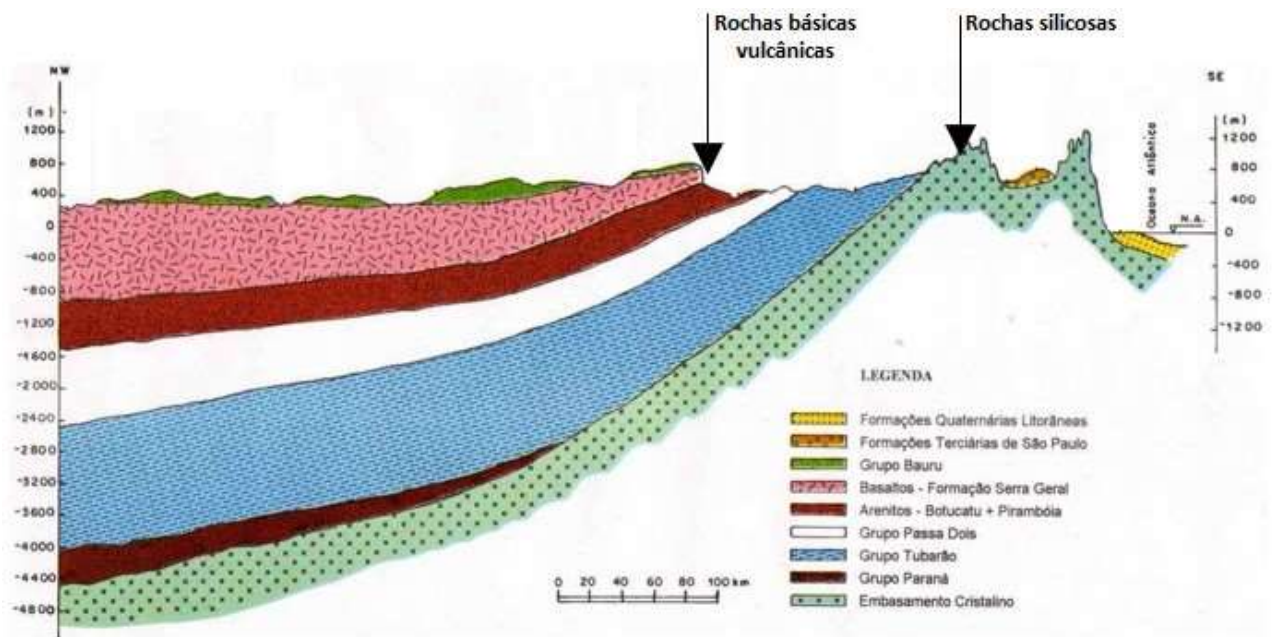


Figura 24: Perfil geológico NW-SE do Estado de São Paulo com indicações das posições e naturezas geoquímicas das jazidas utilizadas para produção de artefatos líticos.

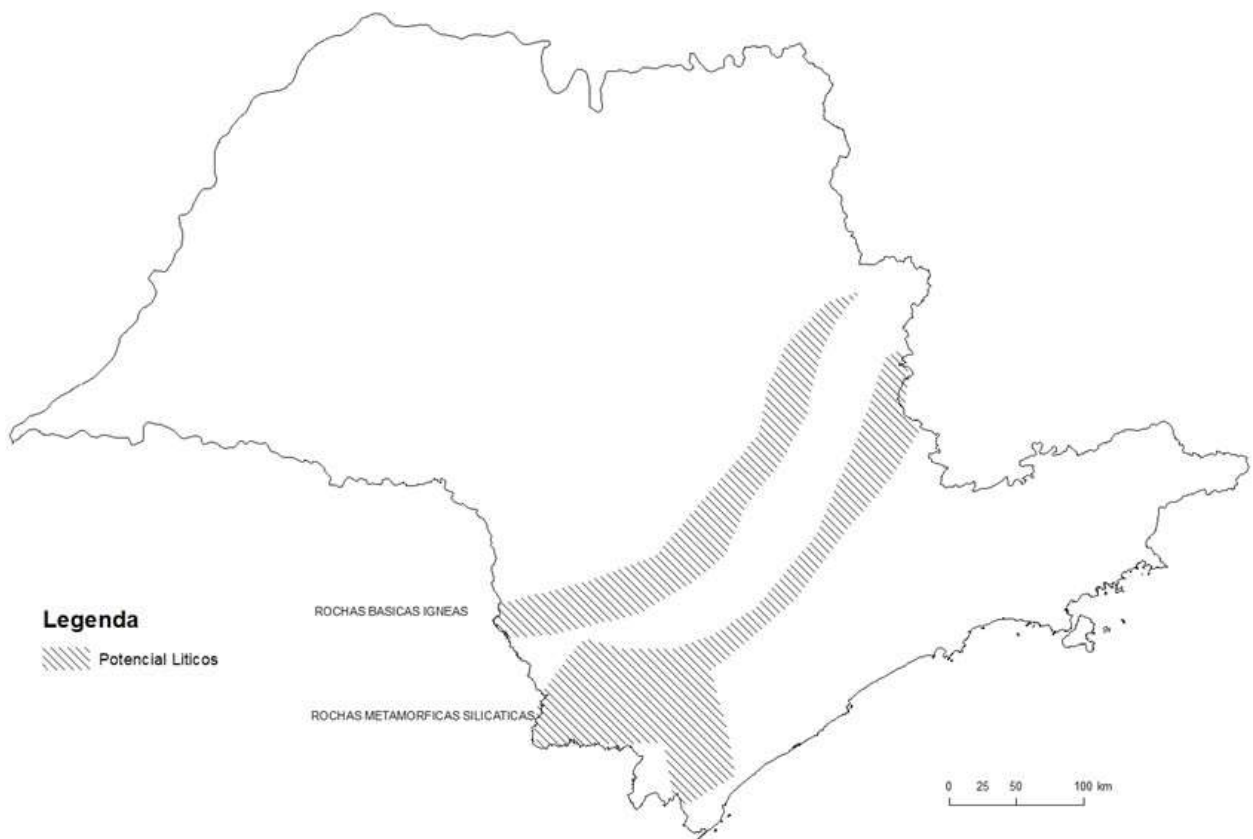


Figura 25: Distribuição de áreas potenciais para ocorrências de artefatos líticos no Estado de São Paulo.

3.3 Sítios Rupestres

Os sítios rupestres até o momento registrados e descritos no Estado de São Paulo tem uma distribuição similar a dos líticos como se pode ver no mapa da Figura 26.

Pela análise das distribuições dos sítios rupestres no Estado de São Paulo, mostrada na Figura 26, é possível destacar 4 (Quatro) sistemas geológicos, considerados assim os contextos contendo associadas unidades estratigráficas específicas, que se comportam como ambientes potenciais para conterem tais registros, podendo assim serem referenciados:

a) **Sistema Paleozóico - Serra Geral.**

Se dá através dos contatos entre formas variadas dos derrames basálticos, mesozoicos, com rochas sedimentares paleozoicas, onde, por erosões diferenciais, desenvolvem-

se cavidades onde comumente se encontram artes rupestres (Figura 27).

b) **Sistema Botucatu-Serra Geral.**

Nos contatos entre o Arenito Botucatu e os derrames e diques de diabásio temos similar situação do sistema anterior.

c) **Sistema Furnas – Itaiacoca.**

Temos aí um contato nítido de arenito sobre rocha carbonática, metamorfizada. Embora o arenito seja mais friável que a rocha carbonática subjacente, além de se formar sulcos erosivos evoluindo para grutas, cavernas, a infiltração maior das águas pluviais nesse contato também acaba, em muitos locais, promovendo a dissolução química da rocha calcária. Assim, são comuns registros de cavidades exatamente no contato dessas unidades, que podem ou não conter registros rupestres. (Figura 28).

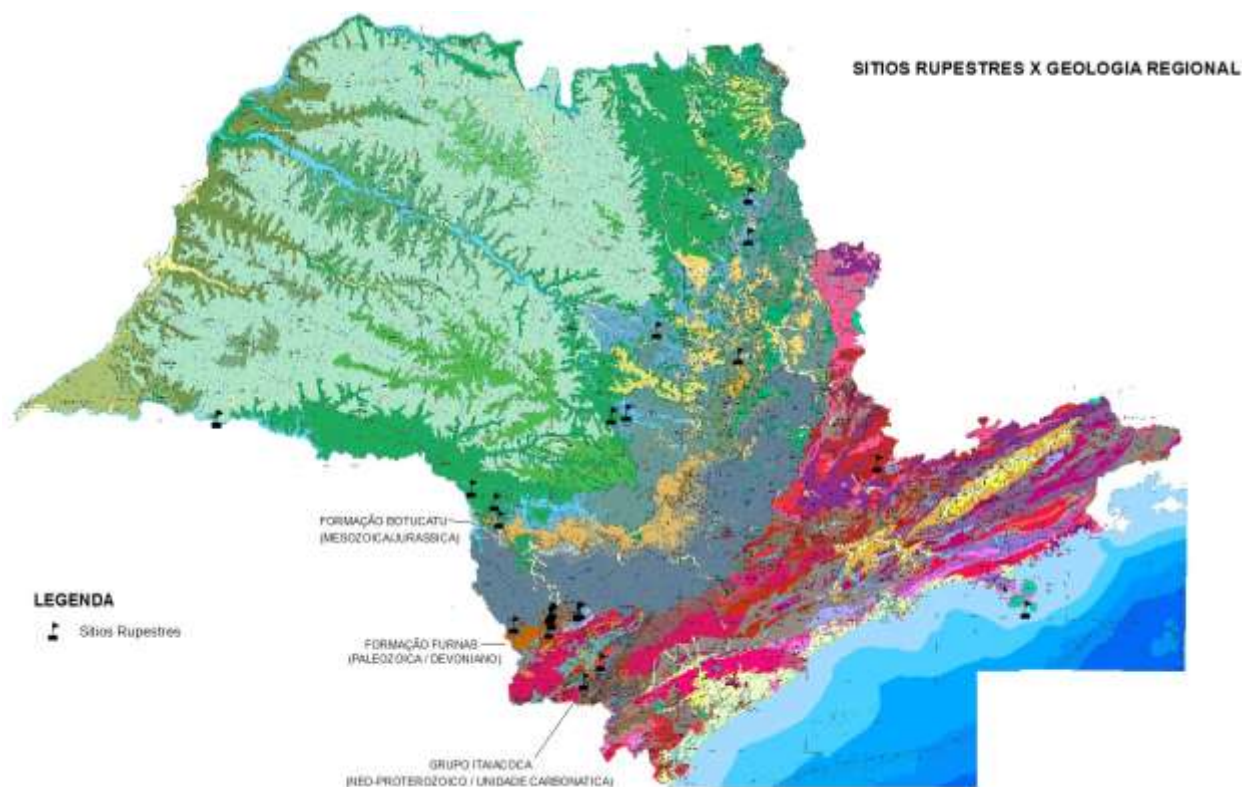


Figura 26: Distribuição dos sítios rupestres no Estado de São Paulo, com indicações das unidades geológicas onde foram encontrados.



Figura 27: Contato entre intrusão basáltica com arenitos da Formação Furnas, em Sengés-PR. As setas indicam zonas de ocorrências de cavidades, de mesma natureza onde se registraram ocupações humanas pretéritas no território paulista.



Figura 28: Sítio Arqueológico Rupestre “Abrigo de Itapeva” em arenitos da Formação Furnas próximo ao contato com rochas calcárias metamórficas do Grupo Itaiacoca, no município de Itapeva, SP (Alberto, 2014).

d) **Sistema Itaiacoca.** Aqui temos todo um conjunto de centenas de cavernas formadas em rochas carbonáticas do Grupo Açungui, na região do Vale do Ribeira, região SW do Estado de São Paulo, com destaques para as cavernas do Diabo e de Santana.

Na Figura 29 são sumarizadas as zonas preferenciais de ocorrências de grafismos rupestres no Estado de São Paulo, se distribuindo as mesmas regiões de contatos entre rochas ígneas e metamórficas com rochas sedimentares e, dentro de um mesmo contexto, as zonas de domínios de rochas carbonatadas metamórficas.

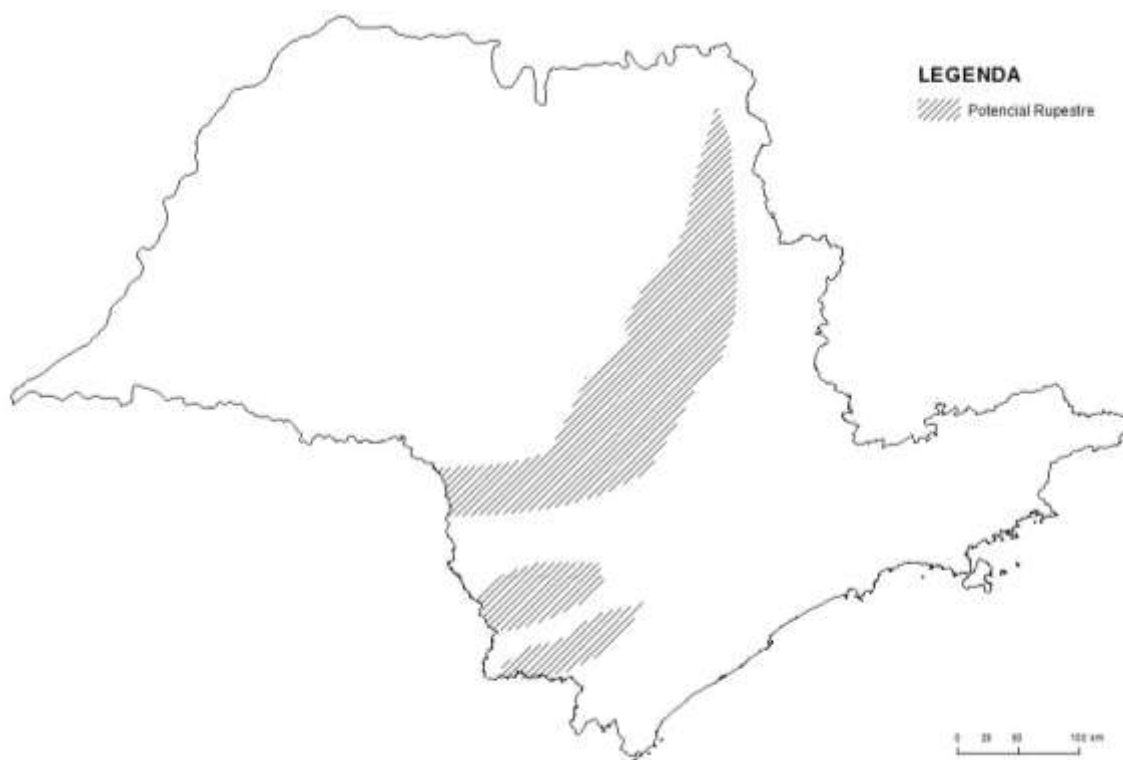


Figura 29: Ambientes preditivos para ocorrências de artes rupestres.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ampliação e a difusão dos conhecimentos relativos às ocorrências arqueológicas continuamente, permitem que estes sejam trabalhados sob luzes de ciências como a geologia, geografia e assim poderemos entender melhor as formas de dispersões das sociedades antigas na manutenção de suas tradições de exploração dos espaços e dos materiais fornecidos pelo meio ambiente para obtenção de ferramentas e utensílios que lhes eram essenciais. Com isso podemos ter melhores definições do que sejam os seus ambientes preditivos de ocupação, busca-los nas pesquisas acadêmicas; preserva-los, preventivamente, resgatando-os antes que desapareçam enterrados sob projetos de interesses públicos, socioeconômicos, indo ao encontro das necessidades de conhecimento e de preservação dos bens culturais.

A Instrução Normativa 01/2015, que disciplina a forma de proteção do patrimônio arqueológico frente às demandas diversas da sociedade atual, apresenta dispositivos onde são salientadas a necessidade de estudos em áreas com sítios cadastrados coincidentes com dados de “**processos históricos de ocupação**” e que contenham “**indicadores geomorfológicos e demais modelos preditivo de forma a demonstrar o efetivo potencial arqueológico de cada área a ser prospectada**”, como se pode ler no Parágrafo Único do seu Art. 8°. Pede adiante, no inciso II do Art. 23 que seja identificado em estudos de avaliação de Potencial de Impacto Arqueológico “**compartimentos ambientais existentes na ADA com maior potencial arqueológico.**”

Desse modo, são relevantes os resultados dos estudos aqui

apresentados, que demonstraram a existência de casualidades das ocorrências arqueológicas com o meio físico geológico e geomorfológico. Estes podem servir para orientação e direcionamento de estudos de pesquisa e prospecção em arqueologia não somente no Estado de São Paulo, mas em todos os espaços territoriais. A geologia e formas de relevo, seus estágios evolutivos ambientais, devem ser analisados previamente para auxiliarem nos direcionamentos dos trabalhos de campo e nas eleições dos que sejam modelos preditivos para cada área de trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTO, L. A. (2014). *Registros Rupestre de São Paulo: conhecer para preservar. Dissertação de Mestrado*. São Paulo: MAE - USP.
- ALMEIDA, F. F. (1964). Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. *Boletim n 41. IGG. São Paulo*.
- ARAUJO, S.A.C. Conhecer para preservar: arqueologia e inclusão social na Bacia do Paranapanema. Tese de Doutorado, MAE, 2011
- COSTA, J.B.S. Serra da Canastra e o rio Paraná: o passado da Terra em linguagem inédita. São Paulo, GTR, 2017
- CPRM. (2006). Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, SP.
- FOGAÇA, A. P. (2017). *O Estudo de Instrumentos de Pedra. Fabricação, utilização e transformação dos artefatos*. Teresina: Alinea Publicações Editora.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C. D., ALMEIDA, F. F., & Bartorelli, A. (2012). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca.
- INSTITUTO FLORESTAL. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Governo do Estado de São Paulo, 2017
- IPHAN. CNSA – Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos. 2018
- IPT. (1981). Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT.
- IPT. (1981). *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT/Prominério.
- LEINZ, V. (1978). *Geologia Geral*. São Paulo: Ed. Nacional.
- LOBO, H.A.S. O ser humano e a paisagem carstica. Campinas, Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2012
- LOPES, R. J. (2017). *1499: o Brasil antes de Cabral*. Rio de Janeiro: HarperCollins Brasil.
- MARTIN, L. (1984). Informações adicionais fornecidas pelos sambaquis na reconstrução de paleolinhas de praia quaternaria: Exemplos da costa do Brasil. *Revista da Pré-História*, 128-147.
- McALESTER, A. L. (1976). *História Geológica da Vida. Tradução e Adaptação de Sérgio Estanislau do Amaral*. São Paulo: Edgard Blücher .
- PETROBRÁS (1994). Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências* , vol. 8.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ITU. <https://itu.sp.gov.br/meio-ambiente/parque-geologico-do-varvito/> Acesso em 02/09/2018.
- PROUS, A. (2007). *O Brasil antes dos brasileiros. A pré-história de nosso país*. Rio de Janeiro : Zahar.
- SALUM FILHO, W., & FAIRCHILD, T. R. (2004). ESTROMATÓLITOS DO GRUPO ITAIACOCA AO SUL DE ITAPEVA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 359-370.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUES, J.M.L.; FLEXOR, J-M.; AZEVEDO, A.E.G. (1985). Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 273-286.

- SUGUIO, K. (1980). Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica. São Paulo: Edgard Blucher. 500 p.
- TEIXEIRA, W. et. al. (2008). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Nacional.
- TESSLER, M. G., & GOYA, S. C. (2005). Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, 11-23.



Uso do Mapeamento Remoto Por Radar na Identificação de Vestígios Arqueológicos – Estudo de Caso do Projeto Radiografia da Amazônia

João Paulo Lopes da CUNHA¹, Edilson de Souza BIAS¹

Resumo: O processamento digital de imagens oriundas de aerolevanteamento, em específico por utilização de aeronaves portando sensores *Synthetic Aperture Radar* (SAR) ou radar de abertura sintética, apresenta-se como potencial ferramenta no mapeamento remoto de ambientes arqueológicos em pequenas e médias escalas cartográficas. As técnicas atuais para mapeamento arqueológico nem sempre garantem a identificação de estruturas megalíticas e superfícies antropizadas, principalmente em ambiente com vegetação densa como a região amazônica. O projeto Radiografia da Amazônia (RAM), Subprojeto Cartografia Terrestre da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), encontra-se em fase final do mapeamento de aproximadamente um milhão de quilômetros quadrados. Seus dados cartográficos estão sendo publicados gratuitamente no Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx). No caso do mapeamento topográfico de regiões de floresta densa, como é o caso de boa parte da Amazônia, o Sensor SAR portando banda 'P', possibilita a penetração no dossel da floresta e a interação da onda eletromagnética com a superfície do terreno, favorecendo a identificação de feições existentes ao nível topográfico do solo. Diante das técnicas e possibilidades, a presente pesquisa utilizou insumos do projeto Radiografia da Amazônia para identificação de possíveis geoglifos localizados na região amazônica, camuflados pela densa floresta, demonstrando assim, a grande capacidade de utilizar os produtos do referido projeto na preservação e identificação de ambientes arqueológicos ocultados pela densa mata tropical.

Palavras-chave: geoglifos, mapeamento por radar, cartografia amazônica.

Abstract: *Digital processing of aerial survey images, in particular using aircraft carrying Synthetic Aperture Radar (SAR), is a potential tool for the remote mapping of archaeological environments on small and medium cartographic scales. Current techniques for archaeological mapping do not always guarantee the identification of megalithic structures and anthropized surfaces, especially in dense vegetation such as the Amazon region. The Project Amazon Radiography, Terrestrial Cartography Subproject of the Geographic Service Directorate (DSG), is in the final phase of mapping approximately one million square kilometers, where cartographic data is being published free in the Army Geographic Database (BDGEx). In the case of topographic mapping of dense forest regions,*

¹ Programa de Pós-graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica

as is the case in much of Amazonia, the 'P' band SAR Sensor enables penetration into the forest canopy and the interaction of the electromagnetic wave with the terrain surface, favoring the identification of existing features at the topographic level of the ground. Given the techniques and possibilities, this research used inputs from the Amazon Radiography project to identify possible geoglyphs located in the Amazon region, camouflaged by the dense forest, thus demonstrating the great ability to use the products of the project in preserving and identifying environments archaeological sites hidden by the dense tropical forest.

Keywords: *geoglyphs, radar mapping, Amazonian cartography.*

1. INTRODUÇÃO

As técnicas atuais para mapeamento arqueológico nem sempre garantem a identificação de estruturas megalíticas e superfícies antropizadas, muitas vezes camufladas pela vegetação. Na década de 60, mosaicos, gerados a partir de ortofotos de superfície na escala de 1:40.000, foram disponibilizadas pelo Grupo Executivo de Planejamento da Grande São Paulo (GEGRAN). Uchôa e Garcia (1981) comentam que os mosaicos disponibilizados pelo GEGRAN foram suficientes para identificação e mensuração de sambaquis na baixada do Cananéia-Iguapé, litoral paulista, contudo o produto fotogramétrico gerado não possui capacidade de levantar feições abaixo da vegetação.

Em 1975, o governo brasileiro iniciou o Projeto Radar da Amazônia ou RADAMBRASIL, desenvolvido entre os anos de 1970 e 1985 pelo Ministério das Minas e Energia, sendo dedicado à cobertura de diversas regiões do território brasileiro (em especial a Amazônia), utilizando imagens aéreas de radar aerotransportado (DSG, 2016). A solução tecnológica adotada pelo Projeto RADAMBRASIL para superar a vegetação densa e a presença de nuvens na região Amazônica foi o emprego de tecnologia SAR aerotransportada. Ao contrário do

GEGRAN, o projeto RADAMBRASIL utilizava tecnologia que possibilita o imageamento de superfícies abaixo da vegetação, identificando a realidade do relevo mapeado em escalas até 1:250.000.

A Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), com auxílio da Força Aérea Brasileira (FAB), iniciou nos anos 2000 o Projeto Cartografia da Amazônia, conhecido também como Projeto Radiografia da Amazônia (RAM), permitindo conhecer a superfície da Amazônia brasileira com utilização de radar aerotransportado, gerando produtos cartográficos nas escalas de 1:50.000 e 1:25.000 (DSG, 2016). Várias pesquisas realizadas no Brasil têm demonstrado potencial dos dados radar para cartografia, estudos florestais, ambientais, geológicos, entre outras aplicações em regiões de floresta densa (CORREIA *et al.*, 2010, DSG, 2016).

Analisando as técnicas e possibilidades do aerolevante SAR, a presente pesquisa utilizou amostras de regiões que foram levantadas pelo Projeto RAM, objetivando identificar, aferir e evidenciar possíveis superfícies modificadas por civilizações anteriores a colonização. A possibilidade de levantar remotamente superfícies por meio da tecnologia SAR possibilita ampliar os métodos investigatórios da geoarqueologia,

favorecendo a identificação de novos geoglifos, camuflados pela mata densa, muitas vezes descobertos pelo desmatamento ilegal.

2. GEORREFERENCIAMENTO ARQUEOLÓGICO

Schaan (2014) comenta a existência de distintos métodos que utilizam o Sistema de Informações Geográficas (SIG) para cadastro espacial dos vestígios arqueológicos. De acordo com a DSG (2016), o Projeto RAM possui dados referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro, tendo o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas ano 2000 (SIRGAS2000) como referencial geodésico. A integração de plataforma SIG com a arqueologia possibilita organizar, manipular e analisar espacialmente vestígios (PIRES *et al.*, 2007). Portanto, se faz necessário utilizar SIG com modelagem amarrada aos sistemas geodésicos, garantindo um posicionamento conhecido e orientado a bases cartográficas oficiais.

Na Amazônia há geoglifos de diferentes formas geométricas, além de caminhos retos que os conectam (SCHAAN *et al.*, 2007). O georreferenciamento possibilita a espacialização dos vestígios em escalas cartográficas. Rodríguez (1999) comenta a utilização de cartas topográficas para auxílio da catalogação de geoglifos peruanos. Os geoglifos são facilmente encontrados em imagens de satélite (SCHAAN *et al.*, 2007) disponíveis gratuitamente pela internet, contudo em grande parte, são imagens apenas da superfície visível, sem a possibilidade de visualizar o relevo do solo, muitas vezes recoberto por matéria orgânica e vegetação densa.

Comentários de Afonso e Nadal (2013) evidenciam a importância da utilização de referências geodésicas em levantamentos das geometrias dos geoglifos. A integração de plataforma SIG com a arqueologia possibilita organizar, manipular e analisar espacialmente objetos em solo (SCHAAN *et al.*, 2007). Rodríguez (1999) utilizou aerolevanteamento georreferenciado para identificação de geoglifos com mais de 500 metros, na costa central do Peru.

2.1 Histórico Cartográfico Brasileiro

Em 1890, no então Observatório do Rio de Janeiro, o Serviço Geográfico do Brasil já especulava possibilidades de mapear todo território nacional utilizando aerolevanteamento. Foram iniciados os trabalhos de mapeamento cartográfico em 1903, coordenados pelo Serviço Geográfico (atual Diretoria de Serviço Geográfico), onde iniciava os trabalhos para compor a Carta Geral do Brasil em escalas cartográficas de 1:100.000. Na década de 70, com a criação do Projeto RADAMBRASIL, responsável pelo levantamento dos recursos naturais de aproximadamente 8.514.215 km² do território brasileiro, os produtos cartográficos gerados foram incorporados no acervo técnico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Milhares de fotografias aéreas e cartas topográficas produzidas nos últimos 100 anos estão disponíveis pelo geoportal do IBGE e fisicamente nas mapotecas do órgão.

Posteriormente, com a criação do Projeto RAM, iniciado em 2008, pertencente ao Subprojeto Cartografia Terrestre da DSG, foram levantados 1.142.000 Km² na região Amazônica. Os

produtos cartográficos produzidos no Projeto são disponibilizados ao público pelo acesso ao Banco de Dados Geográfico do Exército (BDGEx). De acordo com a DSG (2018), o aerolevanteamento da floresta densa encontra-se totalmente executado, sendo 84% dos insumos radar processados e 75% das cartas topográficas produzidas, totalizando 1.100 cartas em diferentes escalas da região Amazônica.

2.2 Levantamento SAR

A solução tecnológica adotada para superar a presença de inúmeros obstáculos encontrados com a fotogrametria convencional, como nuvens, umidade e vegetação densa existente na região Amazônica, foi o emprego de Radares de Abertura Sintética (SAR) aerotransportados com resolução especial superior ao projeto RADAMBRASIL. Além da confecção de cartas, é de responsabilidade do Exército Brasileiro o monitoramento das áreas levantadas e a principal área de atuação tem sido o território amazônico, cujo mapeamento tornou-se mais viabilizado pela utilização de imagens de radar (DA HORA, GALVÃO e ALBUQUERQUE FILHO, 2016).

Os referidos sensores SAR apresentam vantagens em relação aos sensores ópticos como a independência do sol como fonte de iluminação dos alvos, capacidade de ultrapassar as nuvens, permitindo operar em condições atmosféricas desfavoráveis e a obtenção da topografia do terreno, abaixo da copa das árvores, por intermédio de técnicas de interferometria SAR (CORREIA *et al.*, 2010, CORREIA, 2011). o aerolevanteamento SAR apresenta uma vantagem

na região amazônica devido a utilização da banda P do radar possibilitando o mapeamento do solo amazônico algo que até então não era possível (DA HORA, GALVÃO e ALBUQUERQUE FILHO, 2016).

A interação com a vegetação densa possibilita capturar informações das feições existentes além do dossel das árvores, ou seja, nível topográfico do solo. A utilização de sensores radar na banda "P" permite a extração da informação no nível do solo e banda "X" apenas da copa das árvores (DSG, 2016). Com isso, a combinação de dados SAR, das bandas "X" e "P", proporciona a obtenção das alturas, do nível do solo à copa das árvores tecnologia área de abrangência (MENESES e ALMEIDA, 2012). O radar na banda "P" (72 cm de comprimento de onda) possibilita a penetração no dossel da floresta e a interação da onda com a superfície do terreno (DSG, 2016). A Figura 1 demonstra a interação entre as bandas de radar supracitadas.

O processo de modelamento digital de terreno pela Interferometria SAR é resultante da emissão programada de sucessivos pulsos eletromagnéticos de alta potência, com curto período e feixe estreito que se alarga conforme se aproxima do solo até atingir o alvo, sendo então retroespalhado (MENESES e ALMEIDA, 2012). Sonnemann, Ulloa Hung e Hofman (2016) comentam que imagens SAR apresenta como um insumo promissor no mapeamento de superfícies arqueológicas, exemplificado afirmações de Colomina e Molina (2014) que comentam sobre a utilização destas imagens para mapeamento de superfícies camufladas.

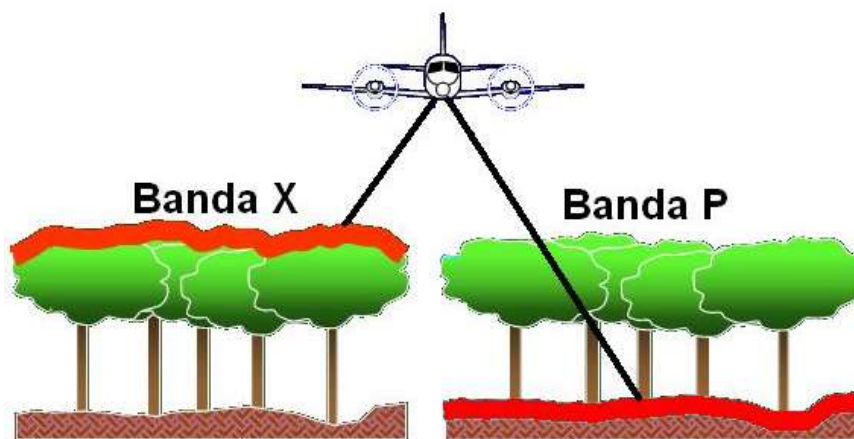


Figura 1. Interação das Bandas X e P na vegetação. Fonte: Adaptado de Meneses e Almeida (2012).

Técnicas que possam mapear sem impactar diretamente o meio ambiente são válidas e aceitas no meio científico (BICHO, 2012). O que possibilitou a visibilidade de geoglifos no Estado do Acre foi justamente a derrubada da floresta para a plantação de pastagens para o gado (SCHAAN *et al.*, 2007). Dados SAR são insumos promissores para mapeamento arqueológico em áreas de mata densa, proporcionando conhecer a morfologia do solo sem contato direto com o meio ambiente. O levantamento altimétrico com base no uso da tecnologia SAR apresentou ser um método promissor na região da Amazônia (CENSIPAM, 2012), possibilitando conhecer ambientes camuflados pela mata densa da Amazônia.

2.3 Acesso à Informação

O QGIS é um software *Open Source*, multiplataforma que fornece várias ferramentas para visualização, edição e análise de dados georreferenciados por meio de ferramentas complementares disponibilizadas por usuários desenvolvedores.

O DSGTools é um *plug-in* disponível para utilização por meio do software QGIS (DSG, 2016). O *plug-in* permite aos usuários a utilização de produtos cartográficos do Projeto RAM sem a necessidade de efetuar o download. De acordo com os principais desenvolvedores do *plug-in* (ANDRADE, BORBA e DE PAULO, 2016), o mesmo foi desenvolvido na íntegra utilizando linguagem *python* e está disponível para download no gerenciador de complementos *plug-in* do software QGIS de forma gratuita de código livre e aberto, possibilitando melhorias e contribuições por parte da sociedade como um todo, visando sempre ao desenvolvimento da tecnologia nacional e ao desenvolvimento da produção cartográfica brasileira.

Contudo, tendo a necessidade de efetuar o acesso *off-line* aos produtos digitais georreferenciados, é possível visualizar e realizar download dos produtos cartográficos em formatos digitais como TIFF (matriciais) e shapefile (vetoriais) com utilização da plataforma BDGEx, disponível do Geoportal da DSG. O usuário poderá aplicar diferentes filtros para consulta por metadados, em que cada produto disponibilizado possui um histórico de

metadados que auxilia o usuário a consultar informações técnicas (DSG, 2017).

O acesso ao BDGEx é controlado pela DSG, possibilitando diferentes privilégios e requisitos de acesso (DSG, 2017). Mesmo que o usuário não possua acesso reconhecido será possível efetuar uma navegação anônima que possibilita a visualização de mais de 80% do acervo digital.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Visando utilizar as ferramentas disponíveis para acesso ao banco de dados cartográficos que disponibilizam os produtos do Projeto RAM, foi utilizado o acesso ao BDGEx e *plug-in* DSGTools, editando o layout de visualização no software QGIS com a ferramenta Compositor. As etapas realizadas estão relacionadas no fluxograma abaixo (Figura 2).

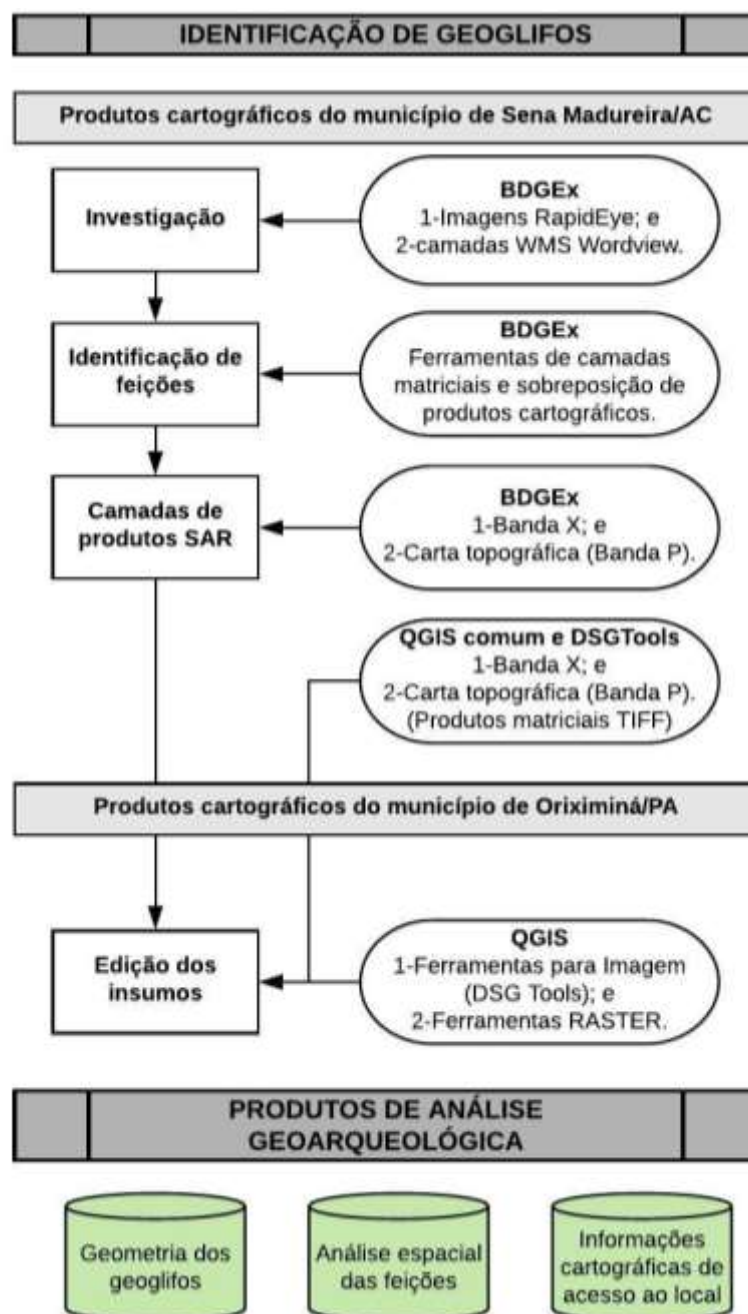


Figura 2: Fluxograma de processos.

Foram realizadas buscas visuais nas imagens de satélite do Sensor *RapidEye* e do serviço *Web Map Service* (WMS), possibilitando acesso ao *Open Geospatial Consortium* (OGC). Foram identificando locais com geoglifos em regiões de solo exposto, na região do Município de Sena Madureira/AC, utilizando a ferramenta de sobreposição de camadas disponível no BDGEx. Posteriormente, camadas matriciais foram sobrepostas com objetivo de identificar a profundidade das feições com o modelo digital de superfície, em específico comparando as curvas de nível com o produto digital da banda X.

Visando identificar modificações morfológicas em acidentes naturais, foi selecionado um afloramento montanhoso as margens do Rio Cachorro (Oriximiná/PA), utilizando ferramentas de navegação do BDGEx, posteriormente foram feitos *downloads* de insumos como MDS, Carta Topográfica Matricial e Vetorial. Não foram utilizados produtos banda 'P'(MDT), devido a política de acesso aos dados brutos disponíveis pelo BDGEx.

Os produtos foram importados para o QGIS, em seguida, foram utilizadas ferramentas de edição RASTER (menu QGIS) e ferramentas de imagem (*plug-in* DSG Tools). Para classificação do produto MDS, foi utilizado o método de captura de tela e posteriormente o georreferenciamento do recorte utilizando a ferramenta Raster/Reprojetar, disponível do menu do QGIS. Com a possibilidade de alternar as características espectrais da banda 'X', foi possível aplicar filtros para melhor visualização do relevo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evidência 1 – Região de Sena Madureira/AC

Evidências de geoglifos circulares foram encontradas a 28,4km ao sul da Cidade de Sena Madureira/AC, região denominada Liberdade. A Figura 3 ilustra a visualização de geoglifos circulares identificados pela imagem SAR banda X ou MDS (esquerda) e curvas de nível modeladas por meio da banda P(direita).

A região compreendida entre o local da amostra até a zona urbana da cidade de Sena Madureira/AC possui inúmeros geoglifos identificados pelo domo da mata. Devido ao detalhamento da escala cartográfica do produto disponibilizado (Escala 1:50.000), é plausível geoglifos circulares, porém, a identificação dos mesmos é baixa.

4.2 Evidência 2 – Região de Sena Madureira/AC (Mata Densa)

Analisando a região compreendida entre a Evidência 1 e a zona urbana de Sena Madureira/AC, inúmeras feições morfológicas destoam do ambiente, em destaque para feições circulares no montante do Igarapé Limeira (Fazenda Boa), que desagua no Rio Cassirian (Divisa dos Estados: Acre e Amazonas). A seguir, a Figura 4 ilustra visualização de geoglifos circulares identificados pela imagem SAR banda X ou MDS (esquerda) e curvas de nível banda P(direita).

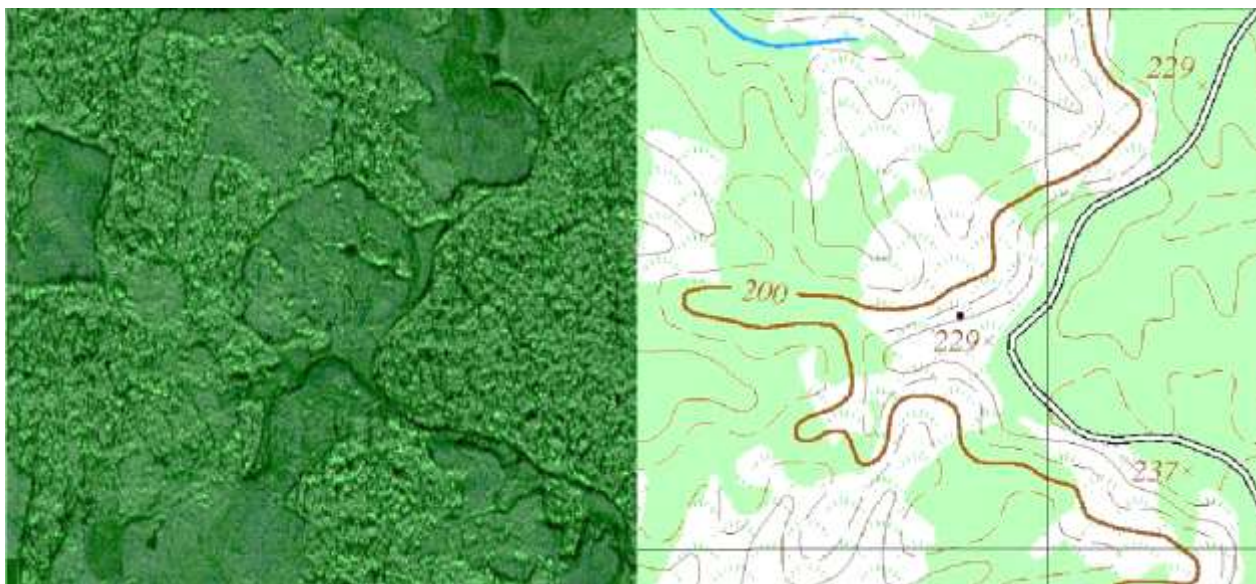


Figura 3: Identificação de geoglifos circulares. Fonte: Folha Cartográfica: MI 1459-2 (Longitude: 68°38'2,4" W e Latitude: 9°19'13,44" S).

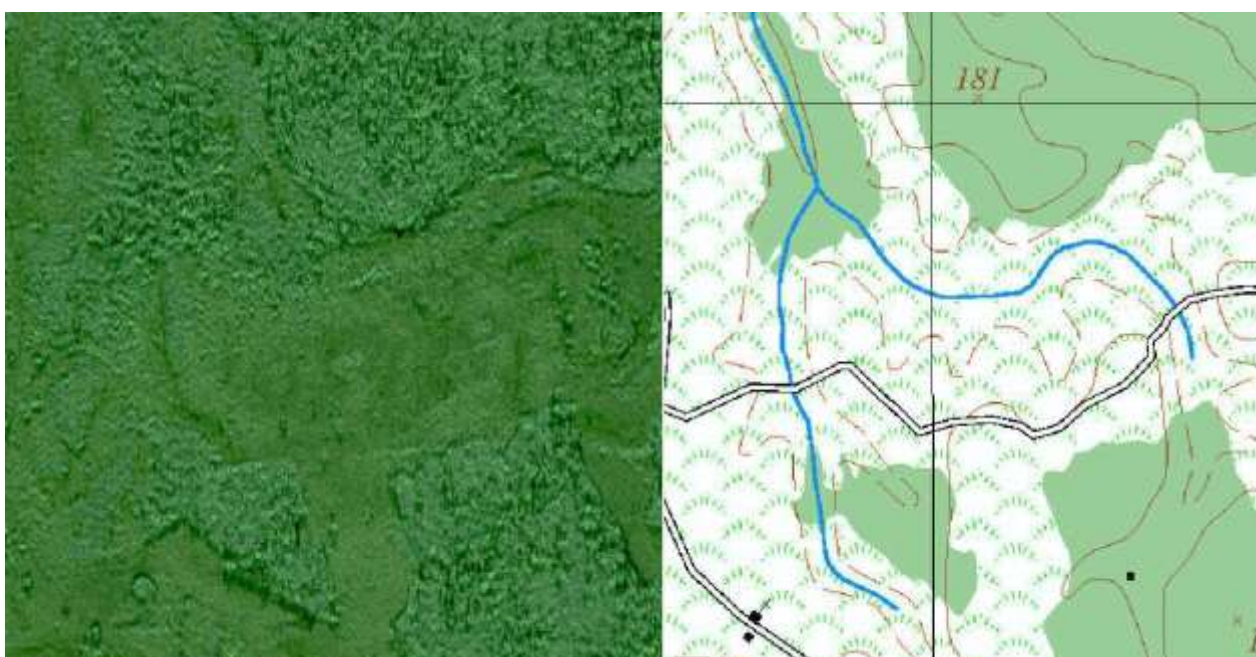


Figura 4: Identificação de geoglifos sequenciais. Fonte: Mapa Índice 1459-2 (Longitude: 68°35'44,22" W e Latitude: 9°10'43,47" S).

Visando identificar com maior precisão as feições, no menu interativo do BDGEx foi utilizada a ferramenta de transparência 50% para o MDS e 50% para o recorte da carta topográfica

(Mapa Índice 1459-2). A figura 5 demonstra o procedimento aplicado para transparência das camadas, sinalizando com círculos vermelhos os indícios de geoglifos.

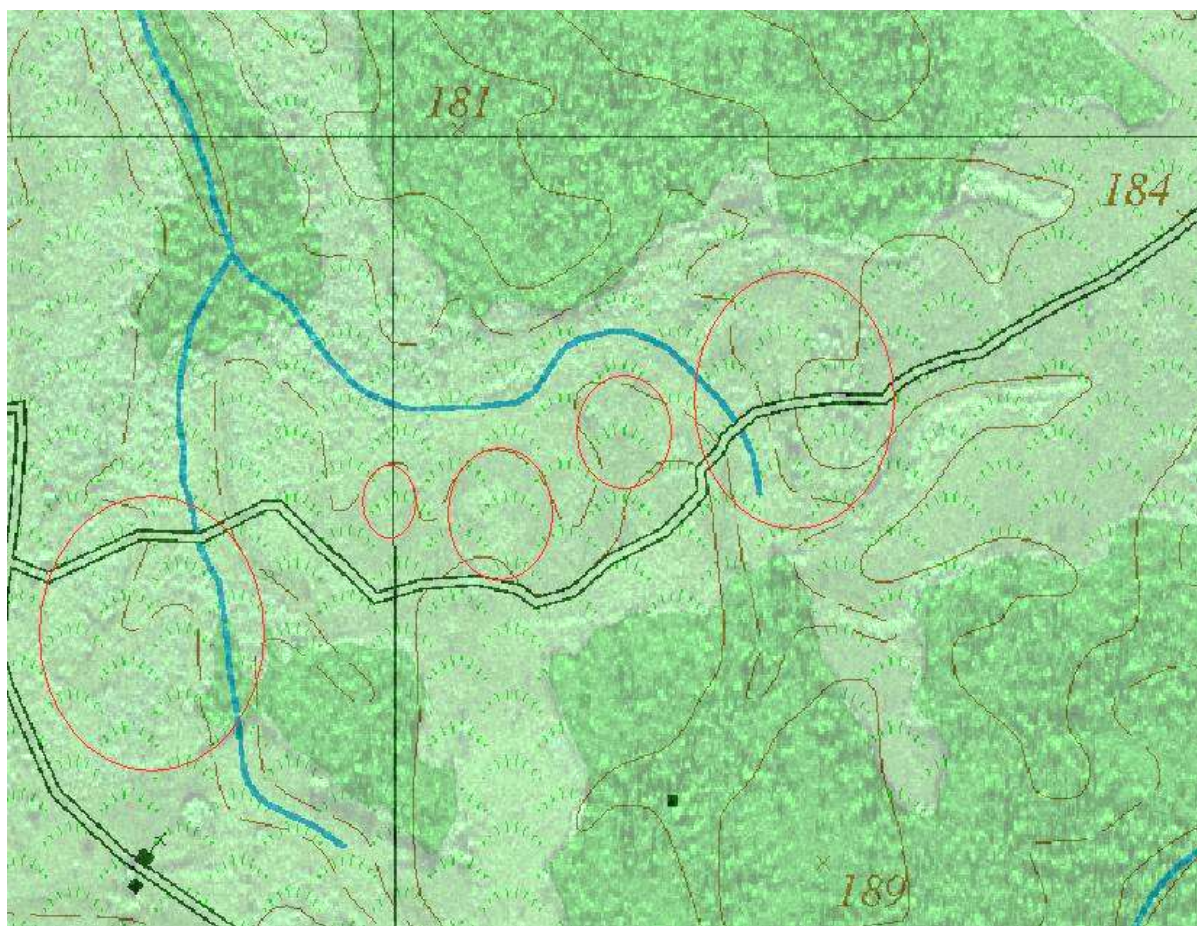


Figura 5: Indícios de geoglifos – sobreposição de camadas. Fonte: Mapa Índice 1459-2 (Longitude: 68°35'44,22" W e Latitude: 9°10'43,47" S)

4.3 Evidência 3 – Serra do Cachorro

As margens do Rio Cachorro (afluente do Rio Trombetas), frente a Ilha do Espinho e próximo a comunidade quilombola de Cachoeira Porteira, Município de Oriximiná/PA, foram identificadas feições geométricas semelhantes a um geoglifo triangular. Após análises utilizando os produtos disponíveis pelo BDGEx, foi identificado que o possível geoglifo se trata da estrutura natural da Serra do Rio Cachorro. A referida Serra possui geometria topo em formato de triângulo equilátero (1132m, 1142m e 1145m), platô com mínima variação de altitude (plano +/- 15m para 270m de altitude) e faces laterais com aproximadamente 40% de inclinação com altura média

(base/topo) de 100 metros. A Figura 6 ilustra os insumos utilizados para referida análise, utilizando o *software* QGIS para edição e preparação do *layout*.

Para a imagem contendo cinco classes do MDS foi considerado 20m para cada classe/cor e para a imagem contendo 15 classes do MDS foi considerado 5m para cada classe/cor. Considerando que o produto utilizado foi a Banda X ou MDS, resultados bem mais satisfatórios poderiam ter sido gerados pela Banda P ou MDT, insumo este que não é disponibilizado pelos serviços do BDGEx. O produto cartográfico matricial e vetorial do MI 0366-2 (Escala 1:50.000), até a finalização deste manuscrito, não encontra-se disponível para *download*.

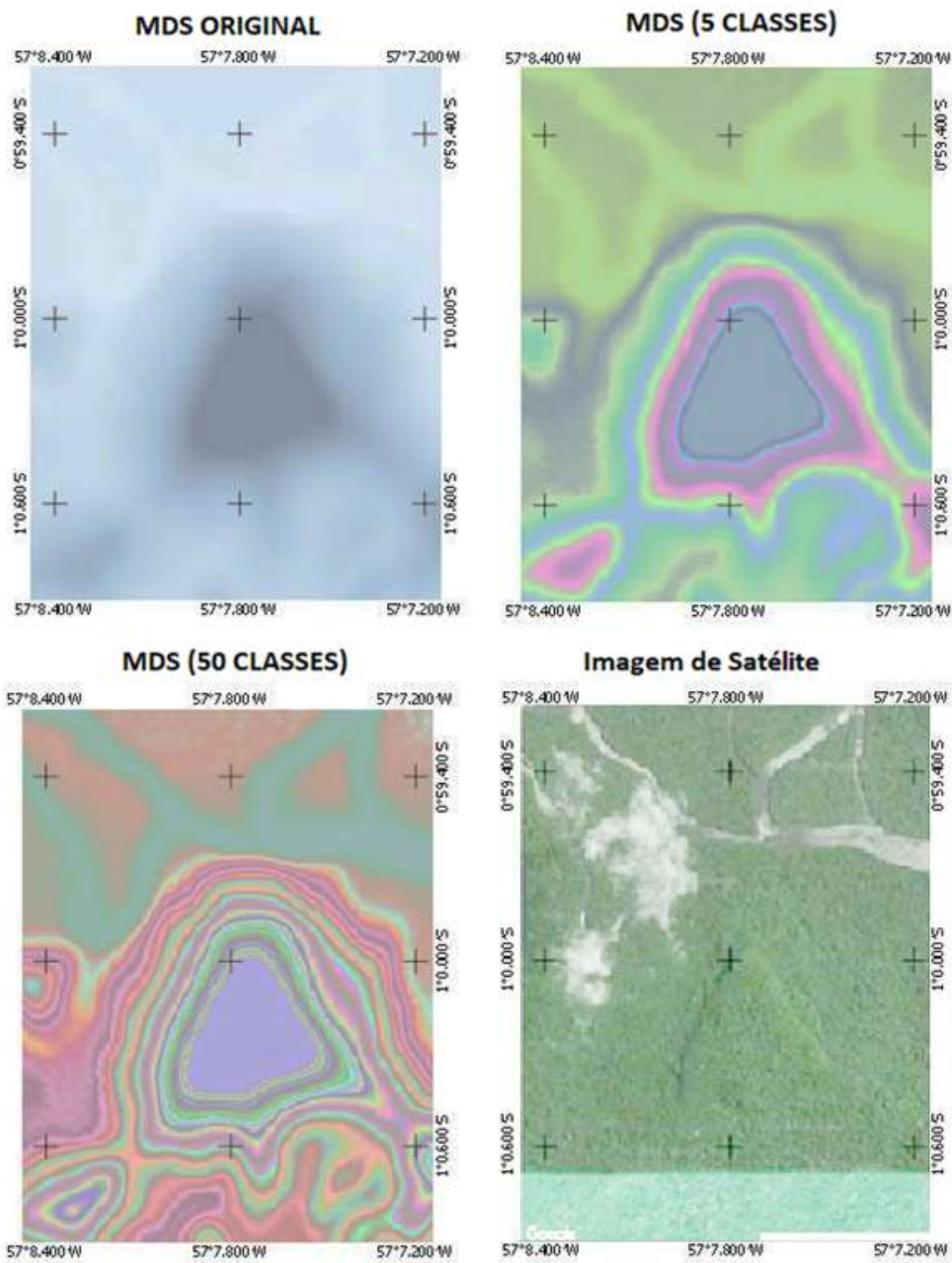


Figura 6: Análise de possível geoglifo – Serra do Cachorro. Fonte: Articulação cartográfica: MI 0366 (Longitude: 57°7'49,3" W e Latitude: 1°0'0,4" S).

5. CONCLUSÃO

Foram observadas evidências de feições semelhantes a geoglifos nas áreas investigadas, contudo, é importante ressaltar que as comprovações dependem de prospecções de campo uma vez que, as cartas topográficas atendem no máximo a escala de 1:25.000. As análises demonstraram grande capacidade de empregar os produtos do Projeto RAM para modelagem preditiva, durante a investigação arqueológica, possibilitando documentar feições que possam ter sido construídas pelos pré-colombianos.

Os vestígios 1 e 2, identificados pelo comportamento atípico das curvas de nível em arcos simetricamente delineados, muitas vezes são camuflados pela edição cartográfica e pela suavização do modelo digital. O Projeto RAM não possui objetivo de identificar anomalias no solo, sendo a cartografia sistemática o produto finalístico. Devido aos filtros aplicados para corrigir anomalias dos insumos do radar, feições semelhantes podem parecer distorcidas e assimétricas, apesar disso, o comportamento circular da curva de nível, possuindo dimensões semelhantes a geoglifos encontrados na região, evidenciaram a capacidade de registro desses monumentos utilizando a cartografia atual.

Em destaque, o vestígio 3, localizado na Serra do Cachorro, demonstra grande semelhança geométrica com estruturas megalíticas piramidais, contudo, tais interpretações dependem de investigações concretas em campo. Geomorfologicamente é possível notar que o afloramento da Serra do Cachorro possui dimensões

simétricas, compondo um platô plano, destoando de outros afloramentos encontrados na região. Tais platôs poderiam estar relacionados com ambientes ritualísticos, porém, o presente experimento visa apenas ilustrar a viabilidade técnica de produtos cartográficos auxiliarem em modelos preditivos no contexto arqueológico, sem aprofundar em definições e explicações aparentes.

Os produtos cartográficos disponíveis gratuitamente pelo BDGEX demonstraram capacidade de auxiliar métodos de investigação arqueológica em mata densa, favorecendo a modelagem preditiva. A utilização de produtos cartográficos oriundos de levantamento SAR possibilita conhecer a realidade topográfica do solo terrestre, mesmo em regiões que possuem vegetação densa e de acesso reduzido. Na maioria dos casos, Geoglifos são encontrados após ações de desmatamento, causando impactos irreversíveis no ambiente arqueológico. O método de mapeamento remoto por SAR poderá contribuir na identificação, catalogação e proteção de vestígios ainda não descobertos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, G. B., & NADAL, C. A. 2013. Arqueoastronomia no Brasil. Fapeam Online, v1, p. 85.
- ANDRADE, L. C. O., BORBA, P., & DE PAULO, M. M. C. 2016. Agregação Hierárquica De Geo-Objetos: Uma abordagem baseada em Software Livre. Revista Brasileira de Cartografia, v. 68, n. 8, p. 1531–1540.
- BICHO, N. F. 2011. Manual de arqueologia pré-histórica. Coimbra: Edições 70, Ed.2.
- COLOMINA, I., & MOLINA, P. 2014. Unmanned aerial systems for

- photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 92, p. 79–97.
- CORREIA, A. H. 2011. Metodologia e resultados preliminares do Projeto Radiografia da Amazônia. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, INPE p.8083. p. 8083–8090.
- CORREIA, A. H., SILVA ROSA, R. A., VIEIRA, P. R., & DA SILVA, R. R. 2010. Projeto radiografia da amazônia: metodologia de projeto radiografia da amazônia: metodologia de aerolevanteamento sar (bandas x e p) e apoio de campo. *Researchgate*.
- CENSIPAM, C. G. O. S. P. da A. 2012. Cartografia. *Website*. Brasília/DF. Disponível em: <<http://www.sipam.gov.br/assuntos/cartografia>>.
- DA HORA, R. D. D. M., GALVÃO, G. M., & ALBUQUERQUE FILHO, J. E. 2016. Metodologia para a confecção de cartas ortoimagem e cartas especiais com base em imagens obtidas por sensores a bordo de sarp para fins de levantamento de uso da terra. *Repositório Anual IME*, p. 1–47. Rio de Janeiro.
- DSG, D. de S. G. 2016. Caderno de instruções e manual de geoinformação (Geodados/metadados). Brasília: *website* Geoportal DSG, Ed.1.
- DSG, D. de S. G. 2017. Manual do *plug-in* DSGTools. Brasília: *website* Geoportal, v. 2.
- DSG, D. de S. G. 2018. Normas, Padrões e Especificações Técnicas do Sistema Cartográfico Nacional (SCN) para a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). *website* Geoportal DSG.
- MENESES, P. R., & ALMEIDA, T. 2012. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. CNPQ Brasília: Unb, p. 1-31.
- PIRES, H., MARQUES, P., OLIVEIRA, R., & SILVA, M. 2007. Contribuição da Geomática para os processos de registo e documentação em Arqueologia. Aplicações dos Sistemas de Varrimento Laser e da Fotogrametria. V Congresso de aplicações informáticas à Arqueologia e Património. Leiria, Portugal.
- RODRÍGUEZ, A. R. 1999. Reconocimiento aero-arqueológico del complejo de geoglifos de la quebrada Torreblanca, Valle de Río Chillón, Costa Central del Perú. *BIRA*, v. 26, p. 297–314.
- SCHAAN, D. P. 2013. Arqueologia para etnólogos: colaborações entre arqueologia e antropologia na Amazônia. *Anuário Antropológico*, v. 39, n. 2, p. 13–44.
- SCHAAN, D. P., PÄRSSINEN, M., RANZI, A., & PICCOLI, J. C. 2007. Geoglifos da Amazônia Ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme. *Revista de Arqueologia*, n. 20, p. 67–82.
- SONNEMANN, T., ULLOA HUNG, J., & HOFMAN, C. 2016. Mapping Indigenous Settlement Topography in the Caribbean Using Drones. *Remote Sensing*, v. 8, n. 10, p. 791.



Como a Mudança Climática Pode Ter Influenciado o Homem Pré-Histórico a Viver na Zona Costeira do Estado do Rio Grande do Norte - NE do Brasil

Orlando Augusto de FIGUEIREDO FILHO¹

Resumo: Pesquisas arqueológicas desenvolvidas ao longo das últimas décadas registraram dezenas de sítios arqueológicos pré-históricos em toda zona costeira do Estado do Rio Grande do Norte, situado na região Nordeste do Brasil. Os sítios ocorrem em ambientes de dunas fixas e móveis, também no tabuleiro costeiro e em ambientes de lagoas e rios/riachos situados próximos ao litoral. Eles são caracterizados pela presença marcante de artefatos líticos lascados e polidos, sendo estes últimos em menor quantidade. As fontes de matéria-prima para os artefatos lascados são encontradas há algumas dezenas ou até centenas de quilômetros do litoral, bem no interior do Estado, e são caracterizadas por rochas compostas principalmente por sílica micro cristalina e/ou amorfa. Por outro lado, apenas uma pequena parte dos artefatos polidos encontrados correspondem à matéria-prima que pode ocorrer na própria zona costeira, como arenitos silicificados, seixos de quartzo, feldspato e de gnaiss, além de arenitos de *beach rocks*. Dois questionamentos marcaram as pesquisas inicialmente desenvolvidas: quando grupos pré-históricos, ceramistas ou não, se estabeleceram na zona costeira, e se as dunas já haviam se formado há época desse estabelecimento. As datações por TL para os depósitos eólicos estão distribuídas entre as seguintes faixas de idades (anos AP): 390.000 - 326.000; 270.000 - 240.000; 210.000 - 150.000; 63.000 - 24.000; 11.000 - 9.000 e 6.500 ao presente. De um clima caracterizado por chuvas regulares, que possibilitavam a existência de fontes d'água perenes e onde a megafauna se desenvolvia, para o atual clima semiárido, certamente houve uma drástica mudança. Estima-se que a megafauna foi extinta por completo há pelo menos 5.000 anos AP. E, nessa forçada migração em busca de água e alimento, foi na região litorânea, que grupos de caçadores-coletores se estabeleceram, pois havia água doce em relativa abundância, além de caça e frutos para colher.

Palavras-chave: pré-história, mudança-climática, migração.

Abstract: *Archaeological research developed over the last decades has recorded dozens of prehistoric archaeological sites in the entire coastal zone of the State of Rio Grande do Norte, located in the Northeast region of Brazil. These sites occur in fixed or mobile dune environments, but also in the coastal board and lagoon and river / stream environments located near the coast. These sites are characterized by the marked presence of chipped and polished lithic artifacts, these being in smaller quantities. The sources of raw material for the flaked artifacts are found a few dozen or even hundreds of kilometers from the coast, well inside the state, and are composed mainly of*

¹ Laboratório de Geoarqueologia – Departamento de Geologia – UFRN

of microcrystalline and / or amorphous silica. On the other hand, only a small part of the polished artifacts found correspond to the raw material that can be found in the coastal zone, such as silicified sandstones, quartz pebbles, feldspars and gneiss, as well as beach rocks. Two questions marked the research initially developed: when prehistoric groups, ceramists or not, established themselves in the coastal zone, and whether the dunes had already formed at the time of this establishment. The TL dates for wind deposits sediments are distributed among the following age groups (AP years): 390,000 - 326,000; 270,000 - 240,000; 210,000 - 150,000; 63,000 - 24,000; 11,000 - 9,000 and 6,500 at present. From a climate that allowed regular rains, perennial water sources and where megafauna developed, to the current semi-arid, there has certainly been a drastic change. It is estimated that the megafauna was completely extinct for at least 5,000 years AP. In this forced migration in search of water and food, it was in the coastal region that groups of hunter-gatherers established themselves, for there was fresh water in relative abundance, in addition to hunting and fruits to harvest.

Keywords: prehistory, climate-change, migration.

1. INTRODUÇÃO

O Holoceno é a mais recente unidade estratigráfica dentro do registro geológico e abrange o intervalo de tempo de 11.700 anos AP até os dias atuais, e está agora formalmente definido como uma Série/ Época dentro do Sistema/Período Quaternário, como segue: Groelandiano (Holoceno Inferior/Inicial) 11.700 anos AP; Nortegrippiano (Holoceno Médio) - 8.236 anos AP; Meghalayano (Holoceno Superior/Tardio) - 4.250 anos AP até os dias atuais (GIBBARD, 2018).

No Rio Grande do Norte, o Holoceno está representado pelas formações geológicas mais recentes, que constituem as praias, dunas, aluviões, terraços fluviais, mangues e recifes. As praias são constituídas por sedimentos não consolidados, de natureza quartzosa, podendo conter fragmentos de conchas marinhas e de calcário, apenas localmente podem estar consolidadas dando origem a formação dos recifes de arenito. As dunas são bastante frequentes no litoral, apresentando-se constituídas por areias

quartzosas bastante finas de cores esbranquiçado, amarelado e avermelhado. Nota-se a ocorrência de dunas fixas, cobertas de vegetação e de dunas móveis, formando cordões estreitos, por vezes capeando sedimentos da Formação Barreiras (Terciário).

No Estado do Rio Grande do Norte (RN), apenas a faixa costeira Leste e uma estreita parte da região agreste, contíguo a esta faixa, não está inserida no clima semiárido. Portanto, ele está quase todo sujeito à forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses, apresentando volumes de água insuficientes em seus mananciais.

Adaptada a esta condição de aridez, ocorre a Caatinga, de fisionomia variada, e com considerável número de espécies endêmicas. A composição florística desse bioma não é uniforme e varia de acordo com o volume das precipitações pluviométricas, da

qualidade dos solos, da rede hidrográfica e da ação antrópica, podendo ser conceituada como um tipo de floresta de porte baixo.

A rede hidrográfica do RN tem suas principais bacias formadas pelos Rios Piranhas-Açu, Apodi-Mossoró, Potengi e Ceará-Mirim. Além destes rios, merecem ser citados os rios Curimataú, Jacú, Trairi e Maxaranguape, todos tendo seus cursos dirigindo-se de Oeste para o litoral Leste. Quase todos os rios são caracterizados pelo regime temporário e tem suas nascentes em áreas do embasamento cristalino, sob condições de clima semiárido, encontrando-se secos a maior parte do ano. Apenas na faixa sedimentar costeira do litoral Norte, em face de significativas fontes, verifica-se a ocorrência de filetes d'água permanente nos baixos cursos dos rios durante o período seco. No litoral oriental, os rios são perenes apenas em seus baixos cursos, por influência do clima úmido vigente, com maior volume de chuvas.

A fauna é diversificada e rica em endemismo, onde muitos também desenvolveram adaptações às condições climáticas da região, a exemplo de hábitos noturnos e comportamento migratório. São registradas várias espécies de peixes, muitas também endêmicas. A avifauna é bem representativa, com várias centenas de espécies registradas, das quais a maior parte se reproduz na região, e algumas delas são endêmicas desse bioma. A fauna de mamíferos é composta por mais de uma centena de espécies, com algumas delas também endêmicas. Quanto à mastofauna existente, pelo menos, uma dezena já está figurando entre as ameaçadas de

extinção, entre elas os mamíferos de topo das cadeias tróficas (carnívoros), como, por exemplo, os felinos, que das seis espécies registradas, cinco se encontram ameaçadas (ANDRADE-LIMA, 1981; LEAL *et al.*, 2003).

Estudos realizados em ambientes semiáridos demonstram uma estreita ligação da atuação do homem sobre o meio, com processos negativos sobre a flora e a fauna silvestres e, principalmente, sobre os solos, onde os processos erosivos se intensificam e passam a constituir indícios marcantes de desertificação, estando o clima fortemente associado a esse contexto (SILVA *et al.*, 2010).

Desde o século XVI, existem referências sobre os períodos de seca, e que também se relacionam os movimentos sociais que normalmente ocorrem na região (REBOUÇAS & MARINHO, 1972; MARENGO, 2006). A ocorrência de veranicos e a variabilidade interanual da precipitação são, em muitos casos, decorrentes de fenômenos meteorológicos de grande escala, como o *El Niño* (SOUZA *et al.*, 2001). No entanto, há anos em que se verifica a ocorrência de secas sem que se tenha registro deste fenômeno. Portanto, a variabilidade interanual da pluviometria nesta região, também, está associada a variações de padrões de temperatura da superfície do mar sobre os oceanos tropicais, Atlântico e Pacífico, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico e influenciam na ocorrência das precipitações, em sua quantidade, intensidade e frequência (NOBRE & MELO, 2001).

O nome "caatinga" é de origem

Tupi e significa “floresta branca”, que certamente caracteriza bem o aspecto da vegetação na estação seca, quando as folhas caem (ALBUQUERQUE & BANDEIRA, 1995). Portanto, o fenômeno da grande estiagem já era vivenciado por grande parte dessa população nativa que experimentava os percalços do clima semiárido, sendo a escassez de fontes de água doce o maior problema a ser superado. Mas como aí viviam, deviam ter conhecimento de como sobreviver nos meses de seca.

Quando da chegada do colonizador europeu no que é hoje o Rio Grande do Norte, os índios estavam divididos em dois grupos linguísticos: os Tupis, que habitavam toda a zona costeira, parte do agreste e pequenas porções do sertão, sendo representados pelos Potiguaras; e os Tapuias, que viviam em terras interioranas, representados pelas tribos dos Tarairiús e Cariris, estes localmente habitando os limites fronteiriços com a Paraíba e o Ceará (MEDEIROS FILHO, 1984; PUNTONI, 1997; MONTEIRO, 2000; SILVA, 2003).

Consultando os registros etnográficos sobre as populações que habitavam o interior do Rio Grande do Norte, antes da colonização, MEDEIROS (2002), observou que essa região era ocupada pelos Tarairiús, índios nômades, que utilizavam propulsores, arcos e flechas, para caçar e guerrear. As flechas eram munidas de pontas orgânicas, não havendo uso de pontas de projétil líticas. Segundo Mutzenberg (2004), existiria realmente grande disparidade tecno-temporal na utilização de pontas de projétil na região do Seridó (RN), ou seja, os índios não faziam uso

de pontas de projeto líticas, diferentemente da população pré-histórica que as utilizava à caça de grandes presas. Para Martin (1982) existe uma grande variedade de pontas bifaciais, finamente retocadas, talhadas em quartzo hialino, “sílex”, calcedônia e arenito silicificado, que foram encontradas no RN.

Não foi o bioma caatinga que permitiu o desenvolvimento de uma diversificada megafauna que aí prosperou e ocupou toda a região. E, certamente, não seria o local ideal para a fixação das primeiras populações pré-históricas que aí chegaram ao final do Holoceno Inferior, pois isto implicaria em uma adaptação lenta e progressiva.

Bueno & Dias (2015) presumem que foi a partir de 8.000 anos AP que se deu início a ocupação humana da planície litorânea brasileira, distribuída desde a desembocadura do rio Amazonas até o litoral norte do Rio Grande do Sul. É o que indicam as evidências arqueológicas sugerindo que o povoamento definitivo do litoral esteve associado ao aumento da produtividade ambiental nessa área, decorrente das flutuações do nível do mar que a partir do Holoceno Médio afetaram as dinâmicas de formação das paisagens costeiras.

As mudanças climáticas em nosso atual período interglacial, o Holoceno, é relativamente mais lenta em comparação com as oscilações rápidas do clima em escala maior durante o período glacial precedente. Os paleoclimatologistas estão agora usando suas técnicas para caracterizar a mudança climática em meados do Holoceno, por volta de 5.000 a 7.000 anos AP (Holoceno Médio - Superior). Neste momento, a temperatura do ar terrestre diminuiu, os

padrões de circulação atmosférica e oceânica mudaram, e as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono aumentaram. Os dados ajudam a entender o sistema climático da Terra, mas paralelos com a mudança climática de hoje devem ser traçados com cautela.

À primeira vista, o ambiente de dunas litorâneas pode parecer um habitat inaceitável à ocupação humana na pré-história, todavia, observando as condições atuais das áreas de dunas, percebe-se em muitos casos um ambiente com lagoas, riachos e olhos d'água, além de vegetação abundante em muitas áreas, onde a presença de árvores frutíferas é muito comum, como as matas nativas de cajueiros (MARTIN *et al.*, 2003). Havia matéria-prima (argila) para os utensílios em cerâmica e, localmente, para os artefatos líticos polidos (arenitos silicificados), todavia faltavam as rochas para os artefatos lascados (silexitos), pois a maioria dos seixos de quartzo encontrados na zona costeira não permitiam artefatos mais elaborados.

As dunas do Rio Grande do Norte foram estudadas quanto ao tempo de formação indicando que os depósitos eólicos foram formados durante seis intervalos principais (anos AP): 390.000 - 326.000, 270.000 - 240.000, 210.000 - 150.000, 63.000 - 24.000, 11.000 - 9.000 e 6.500 anos - ao presente. Segundo BARRETO *et al.* (2004), essas idades sugerem a deposição tanto durante estágios glaciais como interglaciais e relacionados à níveis relativos de mar baixos e altos respectivamente. Dois terraços marinhos foram identificados, com idades de 210.000 a 214.000 e 110.000 a 120.000 anos AP. O primeiro ocorre entre Natal e Baía Formosa, onde

a costa se orienta na direção N - S; o segundo encontra-se no trecho da costa entre São Bento e Zumbi, com orientação E - W. Extensos depósitos de intermaré holocênicos, principalmente de arenitos de praia, estão localizados na costa orientada N - S, e apresentam idades entre 7.000 - 6.000 anos AP e 5.500 - 4.500 anos AP.

2. AS FONTES DE MATÉRIA-PRIMA PARA OS ARTEFATOS LÍTICOS

É feita a distinção quanto aos tipos de artefatos, polidos e lascados. Isto se faz necessário pois implica na utilização de diferentes tipos de rochas, ou seja, materiais e áreas fontes distintas. Os artefatos polidos (machado, pilão, almofariz etc) foram preferencialmente confeccionados em rocha cristalina ígnea (basalto, diabásio etc) ou metamórfica (quartzito, gnaiss etc), sendo também utilizadas algumas rochas sedimentares duras, como o arenito silicificado (formações Açú e Barreiras; arenitos de *beach rocks*). Os artefatos lascados (raspadores, cortadores, furadores etc) são de rocha silicosa, genericamente denominada de silexito (erroneamente classificada como sílex), que é composta por quartzo micro/criptocristalino, podendo também conter ou não, opala-CT e opala-A (FIGUEIREDO FILHO, 2015).

Segundo Figueiredo Filho *et al.* (2014) a geologia do Rio Grande do Norte permite separar dois domínios distintos: o formado por rochas sedimentares (Bacia Potiguar, sedimentos costeiros, pequenas bacias interiores, além de sedimentos da Formação Serra dos Martins); e o embasamento cristalino (rochas metamórficas de médio e alto grau em sua quase totalidade). Também são

encontradas inúmeras intrusões basálticas e um espalhado enxame de diques de diabásio. Em alguns locais ocorrem paleocascalheiras, formados principalmente de grandes seixos de feldspato ácido e quartzo. A principal fonte de matérias-primas para os artefatos polidos são as rochas ígneas *sensu strictu* (basalto e diabásio) e alguns tipos de rochas metamórficas, estas ocupando quase dois terços do Estado. As rochas silicosas ocorrem principalmente na superfície de solos originados de rochas cristalinas ácidas, como também no topo de formações sedimentares residuais (tipo Serra dos Martins) e na Chapada do Apodi, sendo encontradas como blocos soltos de vários tamanhos e formas, mas de origem ainda incerta. Alguns tipos de rochas silicosas pode estar ligados à cristalização de sílica gel em solos, formando silcretes, aos processos hidrotermais durante metamorfismo e vulcanismo, ao intemperismo químico de rochas cristalinas ácidas, ou mesmo, provenientes da sedimentação de organismos com carapaça silicosa em ambiente lacustre ou marinho. Alguns tipos de metachertes são localmente encontrados em formações de ferro bandadas que compõem os terrenos cristalinos.

A única ocorrência mapeada de rocha silicosa se encontra na lagoa do Salgado, situada ao Sul da cidade de Pendências, uns 30 km do litoral, em área central da Bacia Potiguar, sendo caracterizada por um calcário brechado e silicificado (MOURA-LIMA *et al.*, 2011).

3. A OCUPAÇÃO DO INTERIOR POR GRUPOS PRÉ-HISTÓRICOS

Aqui faremos referência apenas a alguns sítios com artefatos líticos

localizados no interior do Rio Grande do Norte, considerando que foi provavelmente nessa região que os primeiros grupos de caçadores-coletores chegaram, e é onde estão localizadas as principais fontes de matérias-primas, ou seja, rochas cristalinas (ígneas e metamórficas) e as rochas silicosas.

Apesar de serem muitas as ocorrências de vestígios de grupos pré-históricos que utilizaram exclusivamente artefatos em rocha no Estado, não são muitas as pesquisas objetivamente dirigidas sobre o tema. O que se tem até o momento são descrições sobre os artefatos, algumas com detalhamento da arte do preparo, mas sempre de forma isolada sem haver a discussões sobre esses grupos pré-históricos num contexto regional.

Sabe-se da ocupação da região centro-sul do Estado, no vale do rio Seridó e seus afluentes, por grupos caçadores-coletores a mais de nove mil anos. Foram datados carvão de fogueira em enterramento humano ritualizado, no sítio Pedra do Alexandre, localizado no município de Carnaúba dos Dantas, de 9.710 anos AP, onde também foi verificada presença de material lítico em quartzo e "sílex", como raspadores e restos de debitage, além de um machado polido. E uma datação, de 9.400 anos AP, no sítio Mirador, no município de Parelhas (MARTIN, 1984).

Não se pode também deixar de registrar os inúmeros sítios pré-históricos com arte rupestres existentes no interior do Estado, quase todos localizados em paredões e abrigos em áreas de terreno cristalino, e alguns em calcário da Bacia Potiguar, como o sítio Lajedo do Soledade, sítios estes que comprovam a ocupação de amplo território do Estado

(GOLDMEIER, 1989; MARTIN, 1989; CABRAL & NASSER, 1991; MARTIN, 1994; ALBUQUERQUE & PACHECO, 2000; SANTOS JÚNIOR, 2008).

Para Ab'Saber (1991), as populações que adentraram o Brasil eram continentais e, portanto, não habituadas à ocupação litorânea, o que explica a não existência de grupos anteriores aos sambaquieiros. Esse caráter continental teria facilitado a interiorização dessas populações em áreas tropicais, chegando ao Piauí, ao Vale do São Francisco, passando pelo sudeste de Goiás, até chegar ao Vale do Uruguai. E como forma de sobrevivência, o homem se adaptou a esses ambientes adotando técnicas capazes de dar ou manter seu nível de sustentabilidade.

O sítio “Pedra do Alexandre”, em Carnaúba dos Dantas, região do Seridó Potiguar, é o sítio arqueológico mais antigo até o presente, situado em abrigo de quartzito no sopé de serra próximo a um riacho, e que foi utilizado como cemitério há pelo menos 9.400 anos AP. Uma ocupação final, assinalada pela presença de fogueiras reutilizadas e material lítico composto por lascas de quartzo e de rocha silicosa, furadores e raspadores também de quartzo, além de um machado polido, todos coletados na primeira camada de ocupação, datada em 2.860 anos AP (MARTIN, 1995, 1996).

O sítio lítico Serrote dos Caboclos, localizado na região central do RN, foi utilizado por um ou mais grupos de caçadores-coletores, em períodos distintos, como área de captação de matéria-prima e de produção de instrumentos, bem como habitação. Grande parte do material coletado se

encontrava espalhado em superfície, junto aos blocos de rocha silicosa, estando o sítio implantado próximo a uma grande paleocascalheira. Outro dado importante, é que os artefatos que foram encontrados em sub superfície, em sua grande maioria, são constituídos de lascas de pequeno tamanho, fragmentos de lascas, micro lascas e estilhas (SOUSA NETO *et al.*, 2005).

Pelo menos dois horizontes de ocupação pré-histórica estão localizados à margem direita do médio-baixo Assú-Piranhas. Um mais antigo, datado em 4.000 anos AP, foi identificado nos sítios Cuó e Areião, podendo estar associado ao sítio Riacho da Volta; outro horizonte datado em pelo menos 890 anos AP, foi identificado nos sítios Serrote dos Caboclos, Mulungu, Pedrinhas, Açude Novo de Barrocas, Amargoso e Santa Rita. Os artefatos líticos foram todos confeccionados a partir de rochas silicosas encontradas em paleocascalheiras que ocorrem ao longo do leito do rio e de seus afluentes, além de outras fontes mais distantes (BERTRAND, 2008).

Estudando uma vasta área ao longo das margens do rio Piranhas, em toda extensão entre as cidades de Assú e Guamaré, Silva-Mendes (2008), identificou dezoito sítios arqueológicos, todos com vestígios líticos que reportam a grupos caçadores-coletores e associados ao Holoceno Tardio, com dois grandes horizontes datados em 3.380 e 980 anos AP.

Durante a coleta de material lítico de um sítio a céu aberto localizado na região central do Estado, Moraes (2008), identificou mais de duas centenas de artefatos líticos, e considerou que a matéria-prima mais utilizada foi o “sílex”,

seguido por quartzito e quartzo, sendo que a presença de núcleos poderia indicar pelo menos que uma etapa de debitage foi realizada no local, sugerindo que se tratava de oficina lítica.

No enclave arqueológico denominado “Granito Flores”, localizado na porção centro-Norte, Silva (2008) observou um grande número de abrigos e semi-abrigos, todos apresentando material lítico na superfície, como artefatos, pré-formas, lascas de debitage, lascas de retoque, uma grande quantidade de núcleos e blocos, que foram confeccionados em quartzo e rocha silicosa, que são as matérias-primas encontradas nessa área.

Dois sítios líticos pré-históricos foram estudados por Moraes *et al.* (2015), na Mesorregião Agreste Potiguar, município de Parazinho. No sítio do Dedé, localizado numa elevação a céu aberto, só não foram encontrados restos de lascamento (estilhas). Por outro lado, foram identificados artefatos líticos que representam todas as etapas da cadeia operatória de ferramentas líticas, ou seja, núcleos, lascas de debitage, fragmentos e peças retocadas. A pequena quantidade de artefatos e também o descarte de peças já acabadas como os instrumentos, sugerem que os mesmos foram usados no próprio local, temporariamente e de forma não repetitiva. O sítio Corta Caminho, localizado numa elevação a céu aberto, apresenta também material lítico. Foram realizadas algumas sondagens e todos os artefatos identificados em superfície e sub superfície eram predominantemente de rocha silicosa de coloração variada.

4. O PALEOCLIMA NO HOLOCENO DO RIO GRANDE DO NORTE

As mudanças climáticas resultam das alterações das variáveis meteorológicas, como a precipitação pluvial, temperatura, vento, radiação solar e umidade relativa do ar, ou seja, das variáveis representativas do clima que, ao longo do tempo, geram modificações nos ecossistemas naturais.

Os dados palinológicos e glaciológicos indicam uma fase fria que se sobrepôs ao “Younger Dryas”, porém estudos conflitantes sugerem que o momento exato e a intensidade da fase fria podem ter variado de região para região (HAJDAS *et al.*, 2003; LATORRE *et al.*, 2006; CORONATO *et al.*, 1999; KRÖHLING & IRIONDO, 1999; BUSH *et al.*, 2005). Nos Andes venezuelanos, um avanço glacial ocorreu aproximadamente contemporâneo ao “Dryas” do Hemisfério Norte (MAHANEY *et al.*, 2008). No Brasil, uma fase fria também começou mais ou menos em mesma época (MASLIN & BURNS, 2000).

Indicadores de paleoclimas também foram utilizados no estudo de diversas regiões da América do Sul, fornecendo uma representação aproximada de como era o clima no passado, tendo revelado um comportamento mais seco durante o Holoceno Médio sobre as regiões amazônica e Sul-Sudeste do Brasil, além do deslocamento da Zona de Convergência Intertropical para Sul em comparação com a posição atual (TURCQ *et al.*, 1998; BEHLING *et al.*, 2000; TURCQ *et al.*, 2002; MAYLE *et al.*, 2000; HAUG *et al.*, 2001). Em contrapartida, simulações utilizando o

modelo global acoplado oceano-atmosfera, indicou que a região nordeste do Brasil se encontrava mais úmida e mais fria, principalmente no verão, e, em média, a estação seca era mais curta, também no Holoceno Médio (SILVA DIAS *et al.*, 2002).

Melo & Marengo (2008), analisando os resultados de um conjunto de simulações climáticas a partir da modificação dos parâmetros orbitais e da concentração de CO₂ para valores típicos do Holoceno Médio, observaram um comportamento mais úmido no nordeste da América do Sul, sendo que a região central, sul e sudeste do continente foi marcado por uma redução da precipitação. Quanto à temperatura verificou-se um sinal de resfriamento que concorda com as evidências paleoclimáticas. Observou-se um aumento da intensidade do fluxo médio do vento, sobre o continente, no Holoceno Médio, devido diminuição na variação sazonal da insolação no Hemisfério Sul, que leva a menores gradientes de temperatura. Também se verificou a intensificação da circulação da alta subtropical do Atlântico Sul e enfraquecimento da circulação de Norte a Leste dos Andes durante todas as estações do ano. Esse enfraquecimento tem impacto significativo no transporte de umidade da bacia Amazônica para a bacia do Prata, e conseqüentemente sobre a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul.

Estudos em sedimentos lacustres do lago Boqueirão, localizado a 5° S de latitude no Rio Grande do Norte, permitiu distinguir pelo menos cinco intervalos sedimentares ao longo do tempo (anos AP): 3.000 - 2.050, indicando grande instabilidade no nível do lago; 2.050 –

1.830, aumento na taxa de sedimentação sugerindo nível do lago mais alto e mais estável; 1.830 – 1.550, matéria orgânica mais oxidada, degradada e detritica, refletindo um nível mais baixo do lago; 1.550 – 1.470, maior contribuição de algas; 1.470 - 570, alta estabilidade das proxies devida à ambiente profundo onde as flutuações de matéria orgânica são fortemente protegidas. A secura prolongada no lago ocorreu a partir 570 anos AP, até as últimas décadas (ZOCATELLI *et al.*, 2008).

Segundo Barnosky & Lindsey (2010), a avaliação de datações rádio carbônicas para a megafauna e sítios arqueológicos indica que a América do Sul perdeu mais gêneros do que qualquer outro continente, sugerindo uma forte correspondência entre o aparecimento de populações humana e os últimos registros da megafauna. Em uma escala continental, a maioria das megafaunas ainda existiam após a chegada de humanos, algumas podendo durar pelo menos 1.000 anos após a primeira presença humana. Aparentemente, alguns táxons sobreviveram até 6.000 anos após a entrada dos humanos na América do Sul, e outros até 1.000 após a alteração climática do final do Pleistoceno. Apesar dos padrões dos últimos registros para a megafauna diferir de região a região, na Patagônia, Pampas argentinos e uruguaios, e no Brasil, as extinções parecem mais comuns depois que humanos chegaram e durante a mudança climática intensificada entre 11.200 e 13.500 anos AP e, portanto, esse padrão sugere que uma sinergia entre impactos humanos e mudanças climáticas rápidas, tal como está acontecendo hoje podem acentuar a

probabilidade de extinção. No entanto, mesmo nessas regiões, algumas megafaunas persistiram por milhares de anos após a chegada humana e depois do clima aquecido (BARNOSKY & LINDSEY, 2010).

Pennington *et al.* (2000) consideram que a Caatinga seja parte de uma floresta tropical seca sazonal e que durante o Pleistoceno ocupou extensas áreas da América do Sul em períodos mais secos e frios.

Ao estudar os aspectos paleoecológicos em relação aos táxons das assembleias de fósseis de mamíferos encontradas no Rio Grande do Norte, Araújo-Júnior & Porpino (2011), sugeriram a ocorrência de um ambiente

diferente do atual, onde predominava savanas entremeadas por áreas florestais mais esparsas, sendo que boa parte da fauna desapareceu antes de 11.000 atrás, porém alguns táxons só vieram a se extinguir entre 5.000 a 2.500 anos atrás. Observaram que os depósitos fossilíferos quaternários compreendem tanques naturais, lagoas e depósitos cársticos e costeiros, onde foram resgatados cerca de trinta táxons de mamíferos, incluindo megamamíferos (>1000 kg), mamíferos de grande porte (100-1000 kg), e de médio e pequeno porte (10-100 kg). Nesta lista, pode-se citar: tatus gigantes, preguiça gigante, tigre-dente-de-sabre, ursos, mastodonte, toxodonte, camelideos, cavalideos etc. (Tabela 1).

Tabela 1: Dieta preponderante dos táxons da megafauna do Rio Grande do Norte (adaptado de Araújo-Junior & Porpino, 2011).

Dieta	Números de Táxon	Observação
Pastador	10	Gramíneas
Pastador / Ramoneador	2	Gramíneas, folhas e rebentos de árvores e e arbustos.
Ramoneador	1	Folhas e rebentos de árvores e arbustos.
Onívoro	7	Vegetais e animais.
Misto	3	?
Indeterminado	1	?
Carnívoros	3	Outros animais.

A extinção dos grandes mamíferos, em função das mudanças ambientais que se verificaram em todo Brasil intertropical durante o Pleistoceno final-Holoceno, e o possível decréscimo populacional de outras espécies de médio porte em decorrência do mesmo processo, são os possíveis fatores envolvidos no desaparecimento, na região, de predadores como *S. populator* e *P. troglodites* (CARTELLE, 1992).

Os táxons associados à megafauna do Lajedo do Soledade, um

calcário da Bacia Potiguar (Formação Jandaíra), compreendem animais com características ecológicas diversas. *Leopardus* cf. *L. tigrinus* e *C. thous* são carnívoros com ampla distribuição geográfica, o primeiro ocorrendo preferencialmente em áreas florestais e o segundo em uma apreciável variedade de habitats, desde florestas úmidas até formações abertas (EISENBERG & REDFOD, 1999; BERTA, 1982), o que o torna um indicador paleoambiental impreciso. *P. troglodites* é considerado caçador de campo aberto, cuja

subsistência estaria associada à caça de mamíferos de médio porte (CARTELLE & LANGGUTH, 1999). Segundo Trajano & Ferrarezi (1994), a ocorrência de Ursidae no Quaternário do Nordeste brasileiro é indicativa da vigência de paleoclima mais frio que o atual. A presença de *T. tricinctus*, ocorrente tanto na caatinga quanto no cerrado (EISENBERG & REDFORD, 1999), é pouco diagnóstica em termos paleoecológicos, considerando o contexto tratado.

5. A OCUPAÇÃO LITORÂNEA POR GRUPOS PRÉ-HISTÓRICOS

O atual litoral do Rio Grande do Norte, tem cerca de 350 km de extensão, estando geologicamente constituído por embasamento cristalino de idade Pré-cambriana, mas que não está exposto em superfície, e por rochas sedimentares cretáceas das bacias sedimentares Potiguar e Pernambuco-Paraíba, além de depósitos terrígenos miocênicos-pleistocênicos da Formação Barreiras. Recobrando estas unidades, ocorrem sedimentos quaternários, como depósitos eólicos (dunas ativas e inativas e lençóis de areia inativos), e marinhos (depósitos regressivos pleistocênicos, rochas praias holocênicas e depósitos de planície de maré atual). Uma característica marcante deste litoral é a presença de linhas de recifes de arenito (*beachrocks*). O litoral é subdividido em dois setores, o setor oriental, que imprime uma direção preferencial da linha de costa na direção Norte-Sul, e o setor setentrional, de direção Este-Oeste. O Litoral Oriental é limitado a Sul pela praia do Sagi, na divisa com o estado da Paraíba, e a Norte pelo Cabo Calcanhar, sendo 101 km de praias arenosas planas e

estreitas, e 65 km de falésias ativas da Formação Barreiras, estando sob clima tropical quente, úmido e sub úmido, com precipitação pluviométrica podendo chegar aos 1500 mm próximo à Paraíba. O Litoral Setentrional é limitado a Leste pelo Cabo Calcanhar e a Oeste pela praia de Tibau, na divisa com o estado do Ceará. Este setor apresenta 194 km de praias arenosas, 10 km de praias lamosas e 40 km de falésias ativas, sendo de clima tropical quente e seco ou semiárido. As duas bacias hidrográficas mais importantes do Estado são as do rio Piranhas-Açu e a do rio Apodi-Mossoró, localizadas no litoral setentrional. As bacias do litoral setentrional, apesar de em maior número, são de menor porte. Localizados próximas ao litoral, ocorrem inúmeras lagoas perenes e pequenos riachos e fontes de água doce (TESSLER & GOYA, 2005; NIMER, 1989; BARRETO *et al.* 2004; DOMINGUEZ & BITTENCOURT; VITAL *et al.*, 2002).

As primeiras considerações alusivas à existência de sítios arqueológicos pré-históricos no litoral do RN foram feitas por Perrin & Costa (1982), ao desenvolverem trabalhos sobre geomorfologia das dunas de Natal, relatando a existência de concentrações de "sílex" em vários locais na superfície de dunas, considerando-as como restos de prováveis sambaquis ou concheiros.

Os sítios em ambientes de dunas podem estar fortemente marcados pela sua dinâmica, pois podem sofrer modificações pós-deposição, gerando mudanças no posicionamento original dos artefatos. Como resultado, alguns sítios de ocupações distintas podem ser encontrados com superfícies num mesmo nível topográfico e, portanto, a

dinâmica geomorfológica pode determinar e limitar a interpretação arqueológica. Ademais, a ocupação por diversos grupos étnicos de cronologias diferentes pode ser também um fator de perturbação do registro arqueológico (SILVA, 2003).

Albuquerque & Spencer (1994) mencionam que as indústrias líticas que compunham as ocupações arqueológicas pré-históricas assinaladas no litoral do RN, desde a desembocadura do rio Curimataú, ao Sul, até a divisa com o Ceará, ocorrem em sítios de ambientes dunar e de paleo-lagoa, com peculiaridade de “sítios-oficinas”, identificados pela presença de grande número de lascas, com ou sem marcas de uso, obtidas de matérias-primas como “sílex”, calcedônia, jaspe e quartzito, caracterizando instrumentos como percussores, furadores, raspadores simples e plano-convexo. Nesses locais, são encontrados também, grande número de micrólitos e estilhas de lascamento. Spencer (1996) caracterizou essas “oficinas líticas” pelo grande número de lascas e por apresentar instrumentos terminais, dentre eles, raspadores plano-convexos com retoque fino no seu bordo, raspadores frontais e laterais, núcleos totalmente esgotados, seixos fatiados e batedores; podendo ocorrer, embora em menor proporção, artefatos polidos, como almofariz, mão de pilão e machado.

Os artefatos líticos de alguns sítios em dunas estudados por Silva (2003), envolve diversos tipos de minerais, que foram classificados como calcedônia, quartzo, ágata, jaspe e “sílex”, e apenas um tipo de rocha, o quartzito. Alguns artefatos apresentam o

mascamamento dos estigmas oriundos do lascamento, devido à ação abrasiva da areia carregada pelo vento, outros mostravam diferentes graus de pátinas, evidenciando que estes artefatos passaram por diversas fases de manufatura, deposição e reutilização, e alguns foram severamente atingidos pelos efeitos do fogo. Os instrumentos produzidos a partir dessas técnicas são lâminas e artefatos uni-faciais, como “lesmas”, raspadores e terminais circulares. Por fim, foi ressaltado que as matérias-primas não ocorrem nas áreas de dunas, e são, portanto, matérias-primas exógenas.

Na área de implantação do Parque Eólico Alegria, localizado na faixa costeira Norte do RN, no município de Guamaré, Morales *et al.* (2017), identificaram a ocupação por grupos pré-históricos, através de dois horizontes arqueológicos estudados. O primeiro e mais antigo, entre 4.860 e 4.220 anos AP, está localizado nos níveis mais profundos de escavação, entre 70 cm a 2 m, sendo representado por artefatos líticos em rocha silicosa, como micro lascas, artefatos semicirculares, plano-convexos e raspadores sobre lasca com retoques denticulados e micro retoques em seus bordos ativos, e associado a grupos de caçadores-coletores. Um segundo horizonte de ocupação, seria associado aos grupos de caçadores-coletores e pescadores, foi datado entre 1.390 e 1.300 anos AP.

Alguns dos artefatos líticos recuperados em sítios dunares do Rio Grande do Norte podem ser observados na Figura 1.



Figura 1: Fotografia de artefatos líticos pré-históricos coletados em sítios dunares do litoral do Rio Grande do Norte. (A) e (B) - sítio Pratagi, praia de Pitangui. (A) artefatos lascados em rocha silicosa. (B) artefatos polidos em microgranito, arenito silicificado e seixo de quartzo leitoso. (C) - sítio Novo Mundo, praia de Genipabu, artefatos em rocha silicosa. (D) sítio Zumbi, praia de Zumbi, artefatos em rocha silicosa. Material cedido pela superintendência do IPHAN-RN (fotos do autor).

6. DISCUSSÕES

O atual clima semiárido e a típica vegetação associada, a caatinga, não poderia dar sustentação à megafauna existente até a transição Pleitoceno-Holoceno, quando se iniciou a mudança climática, haja vista que essa megafauna era principalmente composta de grandes herbívoros o que implicaria numa vegetação permanentemente verde e abundante.

Naquela época devia dominar uma vegetação de cerrado (savana), um tipo de formação mista, com árvores, arbustos e vegetação rasteira

associados, cujo fator limitante do crescimento não é apenas a falta de água, como também a acidez dos solos. O clima predominante seria tropical semiúmido, alternando entre seco e úmido, apresentando temperaturas que variam de, aproximadamente, 18° C em média, no inverno, e 25° C, no verão. A pluviosidade seria em torno de 1.500 mm ao ano, que é a média verificada no cerrado brasileiro, mas com chuvas concentradas no verão e estiagem no inverno.

Esta variação entre períodos secos e chuvosos resulta na formação de solos lixiviados, quando os nutrientes

e material mais fino do solo são retirados pela água das chuvas o que reduz a fertilidade natural e provoca a formação de uma camada de ferro e alumínio acumulados lentamente, resultando em uma crosta laterítica ou ferruginosa.

Para dar sustentação a uma megafauna rica e diversificada, com aparente predomínio de mamíferos pastador, seria o ambiente de savana úmida o que prevalecia em vastas áreas dos estados do RN e CE, onde estão situadas a depressão sertaneja, os tabuleiros costeiros, os baixos platôs na Bacia Potiguar e os vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi.

A presença de pontas de lança/flecha confeccionadas em rocha silicosa, que são encontradas em quase todo o interior, pode indicar realmente que grupos de caçadores-coletores as utilizam com intuito de abater animais maiores em busca de alimento para o grupo familiar ou clã. Considerando que o sítio cemitério Pedra do Alexandre representa uma manifestação cultural expressiva daquela época, pode-se admitir que a idade de 9.400 anos AP poderia representar a idade mínima para a chegada dos primeiros grupos.

A partir de 5.000 anos AP ou antes, o clima começou a oscilar mais rapidamente, diminuindo drasticamente o volume de chuvas e criando um déficit anual que vai acumulando até chegar ao extremo, onde as fontes d'água secam quase por completo, restando apenas alguns poucos reservatórios, os tanques, cuja água acumulada teria que ser dividida entre animais e humanos. Certamente, esta transformação foi sentida, primeiramente e principalmente, pela vegetação. A mudança climática foi, reconhecidamente, um dos fatores que

influenciou as migrações, primeiramente de animais, havendo um declínio excepcional de oferta de caça, e que culminou com o extermínio de toda a megafauna. E como eram como eram caçadores-coletores nômades, certamente, algumas incursões até o litoral tenham ocorrido, encontrando água doce em relativa abundância, muito embora faltassem rochas silicosas (artefatos líticos lascados) e que houvesse limitações quanto à utilização da matéria-prima existente para os artefatos polidos.

A decisão final foi a imperiosa decisão pela sobrevivência, e um grande esforço adaptativo às novas condições de habitat.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que alguns grupos de caçadores-coletores ocuparam inicialmente algumas áreas próximas ao litoral, em especial a região litorânea Norte, pelo menos a partir de 4.860 anos AP, como indicam as idades obtidas na área dos sítios Alegria, em Guamaré, e que ao longo de quase 600 anos permaneceram nesta área. Pelo grande número de sítios espalhados ao longo do vasto litoral Potiguar, levas de caçadores-coletores começaram a ocupar toda a costa, onde havia maior abundância de fontes d'água, mesmo havendo ausência de áreas-fontes de rochas silicosas. A presença de oficinas líticas em vários sítios pode indicar que essas rochas foram transportadas como verdadeiros blocos, apesar do peso e volume, e que não era empecilho algum serem transportadas a grandes distâncias.

Há necessidade de aprofundar as pesquisas nos sítios já catalogados, pois é através da estratigrafia arqueológica

que se fundamenta toda a teoria sobre a antiguidade do homem pré-histórico e a da ocupação desse ecossistema por eles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Problemas das migrações pré-históricas na América Latina. Anais do I Simpósio de pré-história do Nordeste Brasileiro. Clio. Série Arqueológica: Recife: UFPE, n.4, p. 11-15, 1991.
- ALBUQUERQUE, S. G. & G. R. L. BANDEIRA. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 885-891. 1995.
- ALBUQUERQUE, P. T. S. & SPENCER, W. B. Projeto Arqueológico: "O homem das Dunas" (RN). CLIO Série Arqueológica Nº 10, p.175-188, 1994.
- ALBUQUERQUE, P.T. S. & PACHECO, L.M.S. O Lajedo do Soledade: um estudo interpretativo. IN: Maria Cristina Tenório (org) Pré-História da Terra Brasilis. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, pp.115-133. 2000.
- ANDRADE-LIMA, D. The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-163. 1981.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H & PORPINO, K. Assembleias fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: diversidade e aspectos tafonômicos e paleoecológicos. *Pesquisas em Geociências*, 38 (1): 67-83, jan. / abr. 2011.
- BARNOSKY, A.D. & LINDSEY, E.L. Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quaternary International* 217: 10-29, 2010.
- BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K.; BEZERRA, F.H.R.; TATUMI, S.H.; YEE, M. & GIANNINI, P.C.F. Geologia e Geomorfologia do Quaternário Costeiro do Estado do Rio Grande do Norte. *Revista do Instituto de Geociências - USP, Sér. Científica*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.
- BERTA, A. *Cerdocyon thous*, Mammalian Species, 186:1-4. 1982.
- BERTRAND, D. Os grupos caçadores-coletores do Rio Grande do Norte. *MNEME- Revista de Humanidades*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de História (CERES), V.9, No. 23: 39-53. 2008.
- BUENO, L. & DIAS, A. Povoamento inicial da América do Sul: contribuições do contexto brasileiro. *Estud. Avanc* vol.29, no.83 São Paulo Jan./Abr 2015.
- BUSH, M.B., HANSEN, B.C.S., RODBELL, D.T., SELTZER, G.O., YOUNG, K.R., LEÓN, B., ABBOTT, M.B., SILMAN, M.R., GOSLING, W.D. A 17 000-year history of Andean climate and vegetation change from Laguna de Chochos, Peru. *Journal of Quaternary Science* 20 (7-8): 703 - 714, 2005.
- CABRAL, E. M. & NASSER, N. A. S. 1991. Informações Rupestres no Rio Grande do Norte. Série "B", n. 936. Escola Superior de Agricultura de Mossoró e Fundação Guimarães Duque. Coleção Mossoroense: Mossoró-RN.
- CARTELLE, C. Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ouroândia, BA). Belo Horizonte. Tese de Doutorado. UFMG, 301p.1992.
- CARTELLE, C. & LANGGUTH, A. *Procyon troglodites* (Lund): um canídeo intertropical extinto. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71 (3 - 1):371-384.1999.
- CORONATO, A., SALEMME, M., RABASSA, J. Palaeoenvironmental conditions during the early peopling of Southernmost South America (Late Glacial-Early Holocene, 14-8 ka BP). *Quaternary International* 53/54: 77-92, 1999.
- DOMINGUEZ, J. M. L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. Regional assessment of long-term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68:355-371. 1996.
- EISENBERG, J. F. & REDFORD, K. H. 1999. *Mammals of the Neotropics (Volume 3). The Northern Neotropics. The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil.* Chicago, University of Chicago

- Press. 609p.
- FIGUEIREDO FILHO, O. A. de. Que Pedra é Essa? A Natureza do Material Lítico na Pré-história do Rio Grande do Norte. Curso de especialização em Arqueologia do Nordeste Brasileiro. Departamento de História, CCHLA, UFRN, 274p. 2015.
- FIGUEIREDO FILHO, O. A. de; ARAUJO, A. G. M.; SANTOS JUNIOR, V.; MARQUES, M.; OLIVEIRA, D. L. de; MUTZENBERG, D. Que Pedra é Essa? A Natureza do Material Lítico na Pré-história do Rio Grande do Norte. Fumdhamentos (2014), vol. XI. PP. 26-47.
- GIBBARD, P. A formal subdivision of the Holocene Series/Epoch. International Subcommission on Quaternary Stratigraphy (ISQS), International Commission on Stratigraphy - ICS-IUGS, Cambridge. 2018.
- GOLDMEIER, V. A. Geomorfologia de alguns sítios pré-históricos do Seridó (RN). CLIO: Série arqueológica. Recife, n. 5, p 33-38. 1989.
- HAJDAS, I., BONANI, G., MORENO, P.I., ARIZTEGUIC, D. Precise radiocarbon dating of Late-Glacial cooling in mid-latitude South America. Quaternary Research 59, 70 -78. 2003.
- HAUG, G. H.; HUGHEN, K.A.; SIGMAN, D.M.; PETERSON, L.C.; RÖHL, U. Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone Through the Holocene. *Science* 17, Vol. 293, Issue 5533, pp. 1304-1308. 2001.
- KRÖHLING, D.M., IRIONDO, M., 1999. Upper Quaternary Palaeoclimates of the Mar Chiquita area, North Pampa, Argentina. *Quaternary International* 57/58: 149 -163. 1999.
- LATORRE, C., BETANCOURT, J.L., ARROYO, M.T.K. Late Quaternary vegetation and climate history of a perennial river canyon in the Río Salado basin (22°S) of Northern Chile. *Quaternary Research* 65: 450 - 466. 2006.
- LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003; BRASIL, 2002.
- MAHANEY, W.C., MILNER, M.W., KALM, V., DIRSZOWSKY, R., HANCOCK, R.G.V., BEUKENS, R.P. Evidence for a Younger Dryas glacial advance in the Andes of northwestern Venezuela. *Geomorphology*, 96, 199-211. 2008.
- MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA, 202 p. il. (Biodiversidade, 26). 2006.
- MARTIN, G. Indústrias de pontas de projétil no Rio Grande do Norte. *Clio: Revista do Curso de Mestrado em História*. Recife, n. 5, p. 81-90, 1982.
- MARTIN, G. O cemitério pré-histórico “Pedra do Alexandre” em Carnaúba dos Dantas RN. *CLIO, Série Arqueologia* nº 11, p. 43 - 58. 1984.
- MARTIN, G. A subtradição Seridó de pintura rupestre do Brasil. *Clio, Revista do Curso de Mestrado em História*, Recife, v.1, n.5, p.19-26, 1989. (Arqueológica)
- MARTIN, G. Registro rupestre e registro arqueológico do nordeste do Brasil. *Revista de Arqueologia*, São Paulo. v. 1, n. 8, p. 291- 302, 1994. Anais da VII Reunião da Sociedade de arqueologia Brasileira - SAB.
- MARTIN, G. O cemitério pré-histórico “Pedra do Alexandre”, Carnaúba dos Dantas-RN. *Clio: Série Arqueológica*. Recife, v.1, n. 11, p. 43-57, 1995/1996.
- MASLIN, M.A. & BURNS, S.J. Reconstruction of the Amazon Basin Effective Moisture Availability over the Past 14,000 Years. *Science*, Vol. 290, Issue 5500, pp. 2285-2287. 2000.
- MAYLE, F.E.; BURBRIDGE, R. & KILLEEN, T.J. Millennial-Scale Dynamics of Southern Amazonian Rain Forests. *Science* 22, Vol. 290, Issue 5500, pp. 2291-2294. 2000.
- MEDEIROS FILHO, O. Índios do Açu e Seridó. Senado Federal, Centro Gráfico. Brasília-DF, 1984.
- MELO, M.L.D. & MARENGO, J.A. Simulações do clima do Holoceno médio

- na América do Sul com o modelo de circulação geral da atmosfera do CPTEC. Rev. Bras. Meteorol. vol.23, no.2, São Paulo, June, 2008.
- MEDEIROS, R. P. de. Povos Indígenas do Sertão Nordestino no Período Colonial: Descobrimientos, Alianças, Resistências e Encobrimento. Revista da Fundação do Museu do Homem Americano, número II, São Raimundo Nonato-Piauí, 2002.
- MORAES, F.A.A.; SANTOS, O.J.; LEITE NETO, W.M. Os grupos caçadores-coletores do agreste potiguar: caracterização tecnotipológica dos artefatos líticos de dois sítios a céu aberto. História Unicap, v. 2, n. 3, jan/jun, 2015.
- MORAES, F. A. de A. As pedras que falam: Uma análise intrasítio dos artefatos líticos do sítio Lajedo. Dissertação de apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arqueologia da UFPE, Recife, p. 122. 2008.
- MORALES, W.F.; MOI, F.P.; COSTA JUNIOR, P.A.P. & DAL POGGETTO, L.R. Os sítios arqueológicos em Dunas de Guamaré, Rio Grande do Norte. Especiaria - Cadernos de Ciências Humanas. v. 17, n. 30: 291- 314, 2017.
- MOURA-LIMA, E.N.; SOUSA, M.O.L.; BEZERRA, F.H.R.; CASTRO, D.L.; DAMASCENA, R.V.C.; VIEIRA, M.M. & LEGRAND, J.M. Reativação Cenozoica do sistema de falhas de Afonso Bezerra, Bacia Potiguar. Geociências, v. 30, n. 1, p. 77-93, 2011.
- MONTEIRO, D. Introdução a História do Rio Grande do Norte. Editora da UFRN, Natal, 2000.
- MUTZENBERG, D. As pontas de projétil líticas do Seridó-RN: uma proposta de análise. In: V Encontro Nordestino de História e V Encontro Estadual de História, ANPUH: Memória & História, Recife, 2004.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro, 1989. 2ª ed., 422 pp.
- NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. Revista Climanálise, Cachoeira Paulista, v. 2, n. 1, p. 1-10, dez. 2001.
- PENNINGTON, R.T.; PRADO, D.E. & PENDRY, C.A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography, 27, 261-273. 2000.
- PERRIN, P.; COSTA, M. I. P. As dunas litorâneas da região de Natal, RN. In: Simpósio do Quaternário do Brasil, 4 (Atas). Rio de Janeiro: CENPES-PETROBRÁS, p. 291-304, 1982.
- PUNTONI, P. Tupi ou não tupi? Uma contribuição ao estudo da etnohistória dos povos indígenas no Brasil colônia. In: Invenção do Brasil. Org. Antonio Risério, Salvador, MADE, 1997.
- REBOUÇAS, A. C.; MARINHO, M. E. Hidrologia das secas: Nordeste do Brasil. Recife: SUDENE, 126 p. (SUDENE. Hidrologia, 40). 1972.
- SANTOS JÚNIOR, V. 2008. As técnicas de execução das gravuras rupestres do Rio Grande do Norte. Revista FUMDHAMENTOS, 1(7): 516-528, 2008.
- SILVA, A. S. N. F. da. Enclave Arqueológico Granito Flores: uma proposta de trabalho. MNEME-Revista de Humanidades, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de História (CERES), v. 9, n. 23, p. 21-38, 2008.
- SILVA, J. C. Arqueologia no médio São Francisco. Indígenas, vaqueiros e missionários. Tese de Doutorado, UFPE, Recife-PE, 2003.
- SILVA, M. L. Caracterização dos sítios arqueológicos em dunas do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Brasil. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, .2003.
- SILVA, M. L. Fatores de formação e perturbação pós-deposicional nos sítios arqueológicos em dunas do litoral oriental do Rio Grande do Norte. Clio Arqueológica, v. 1, n. 16: 203-223. Recife: UFPE, p.109. 2003.
- SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B. de; KILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização

- do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, cap. 1, p. 18-48. 2010.
- SILVA DIAS, P. L.; SILVA DIAS, M. A.; BRACONNOT, P.; TURCQ, B. Evaluation of Model Simulation of 6k and Present Climate in South America. In: *Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12. Foz do Iguaçu*. Anais. São Paulo: USP. 2002.
- SILVA-MENDES, G. L. da. Arqueologia dos Grupos caçadores-coletores do semiárido potiguar: dados tecnológicos do médio Assú-Piranhas. *Canindé, Revista do Museu de Xingó, UFSE/PETROBRAS/CHESF*, 11, pp.175-218. 2008.
- SOUSA NETO, L. D. de, BERTRAND, D., SABINO, A. A. de. Análise da coleção lítica do sítio arqueológico Serrote dos Caboclos, Município de Pedro Avelino/RN, *MNEME- Revista de Humanidades, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de História (CERES)*, V. 07. N. 16, p. 186-211, 2005.
- SOUSA, S. S.; TOMASELLA, J.; GARCIA, M. G.; AMORIM, M. C.; MENEZES, P. C. P.; PINTO, C. A. M. O Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real na área de atuação da SUDENE - PROCLIMA. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos*, v. 25, n. 1, p. 15-24. 2001.
- SPENCER, W. B. Pré-história do Rio Grande do Norte: Em busca dos grandes caçadores. *Cadernos Arqueológicos. UFRN, CCHLA, V.1, N° 1*, 1996.
- TURCQ, B.; SIFEDDINE, A.; MARTIN, L.; ABSY, M.L.; SOUBIES, F.; KENITIRO SUGUIO, K. & VOLKMER-RIBEIRO, C. Amazonia Rainforest Fires: A Lacustrine Record of 7000 Years. *Ambio*, v. 27, n. 2, 139-142. 1998.
- TURCQ, B.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; CORDEIRO, R.C.; SIFEDDINE, A.; SIMOES FILHO, F.F.L; SOUZA, A.G.; ABRAÃO, J.J.; OLIVEIRA, F.B.L.; SILVA, A.O. & CAPITÂNEO, J. Accumulation of organic carbon in five Brazilian lakes during the Holocene. *Sedimentary Geology*, 148: 319-342. 2002.
- TRAJANO, E. & FERRAREZZI, H. A fossil bear from northeastern Brazil with a phylogenetic analysis of the South American extinct *Tremarctinae* (Ursidae). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14 (4):552-561. 1994.
- TESSLER, M.G. & GOYA, S.C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, 17, pp.11-23. 2005.
- ZOCATELLI, R.; TURCQ, B.; BOUSSAFIR, M.; CORDEIRO, R.C.; DISNAR.J.R.; COSTA, R.L.; SIFEDDINE, A.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; BERNARDE, M.C. & JACOB, J. Late Holocene paleoenvironmental changes in Northeast Brazil recorded by organic matter in lacustrine sediments of Lake Boqueirão. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 363 -364, pp. 127-134. 2012.



Difratometria e Espectroscopia de Raios X por Dispersão em Energia Aplicada a Cultura Material Museológica e a Fonte de Proveniência – Sertão Central do Ceará, Brasil

César Ulisses Vieira VERÍSSIMO¹; Marcélia MARQUES², Christiano MAGINI¹;
José Marcos SASAKI³; Chrissandro Marques de ALMEIDA⁴; Joel Pedrosa SOUSA¹

RESUMO: No presente trabalho apresentamos o resultado da aplicação das técnicas de análise por Difratometria e Espectroscopia de raios X em artefatos arqueológicos, predominantemente machados polidos, oriundos da Coleção Particular do Sr. Jorge Simão no estado do Ceará, Brasil. Todos os objetos da coleção foram provenientes de doações, sem qualquer especificação do contexto de procedência. A identificação dos principais minerais que compõem os artefatos foi realizada a partir da interpretação dos difratogramas de raios-X (DRX) e dos espectros de raios X por dispersão em energia (EDS) do pó coletado das amostras. O conhecimento dos minerais juntamente com a descrição macroscópica dos artefatos proporcionou a identificação da litologia usada para confecção do artefato lítico e, por sua vez, serviu como guia prospectivo das áreas fontes potenciais de matéria prima. A maior parte dos líticos corresponde a basaltos e diabásios análogos aos diques cretáceos Rio Ceará Mirim que ocorrem ao longo de uma faixa bem definida a sul e sudeste da cidade de Quixeramobim. Os demais artefatos correspondem a rochas calcissilicáticas e gnaisses leucocráticos, associados às rochas precambrianas de unidades paleo e/ou neoproterozóicas regionais. Entre as principais vantagens da metodologia de coleta e das técnicas aplicadas na pesquisa, estão: o pequeno diâmetro, a profundidade da perfuração e a diminuta quantidade de material coletado, facilitando a restauração e permitindo o retorno do artefato a exposição. Considerando o grande acervo de artefatos líticos existente nos museus e coleções particulares, os métodos empregados nesta pesquisa representam uma alternativa e importante ferramenta aplicados a análise arqueológica especialmente na determinação de fontes potenciais de matéria prima e na prospecção de prováveis indústrias líticas.

Palavras-chave: difratometria de raios X, espectroscopia de raios X, artefatos arqueológicos, fonte de proveniência.

ABSTRACT: *This work presents the result of the application of Diffractometry and X-ray Spectroscopy in archaeological artifacts, predominantly polished axes from the Private Collection of Mr. Jorge Simão in the state of Ceará, Brazil. All artifacts come from donations, without any information about the context of origin. The identification of the main minerals that make up the artifacts was performed based on the interpretation of*

¹ Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará

² Núcleo de Arqueologia e Semiótica do Ceará (NARSE) – Universidade Estadual do Ceará

³ Departamento de Física – Universidade Federal do Ceará

⁴ Graduação em Geologia – Universidade Federal do Ceará

X-ray diffractograms (XRD) and X-ray spectra by energy dispersion (EDS) of the dust particles collected in the samples. The knowledge of the minerals together with the macroscopic description of the artifacts provided the identification of the rock type used to make the lithic artifact and, in turn, served as a prospective guide of the potential sources of raw material. Most of the lithic correspond to basalt and diabase magmatic rocks similar to the Rio Ceará-Mirim Cretaceous dykes that occur along a well-defined strip to the south and southeast of the Quixeramobim city. The other artifacts correspond to calcissilicate rocks and leucocratic gneiss, associated with Precambrian rocks from Paleo and/or Neoproterozoic regional units. Among the main advantages of the collection method and the techniques applied in the research, are the small diameter, the depth of the drilling and the small amount of material used, facilitating the restoration and allowing the return of the artifact to the exposure. Considering the large number of lithic artifacts existing in museums and private collections, the methods employed in this research represent an alternative and important tool applied to the archaeological analysis, especially in determining potential sources of raw material and in prospecting for likely lithic industries.

Keywords: *X-ray diffraction, X-ray spectroscopy, archaeological artifacts, source area.*

1. INTRODUÇÃO

Nos municípios situados em zonas rurais e litorâneas do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, as coleções arqueológicas particulares, que localmente são chamadas de museus, se constituem nos únicos acervos em que o período pré-colonial tem sua representação no marco da História local. As comunidades que habitam zonas interiorizadas de estados brasileiros, com raras exceções, não têm sua História documentada em textos escritos, nem tampouco dos períodos mais recuados no horizonte pré-colonial. De algum modo, nessa perspectiva da documentação, Christopher Tilley enfatiza que a cultura material, na dimensão do seu uso, tem o alcance de transformar, guardar ou preservar informação social (TILLEY, 2000).

Geralmente os artefatos que constituem estas coleções particulares são provenientes de doações sem qualquer alusão a sua procedência, limitando o potencial de análise e/ou interpretação arqueológica no que diz respeito ao

contexto espacial. Os artefatos que compõem esses acervos, em sua maioria, foram doados, especialmente por pessoas que os encontraram quando realizavam alguma atividade nas zonas agrícolas da região, se constituindo assim em achados fortuitos. Apesar de não terem sido resgatados segundo procedimentos arqueológicos, estão inscritos no amplo universo da cultura material que, nas duas primeiras décadas do século XX, alcançou maturidade no campo epistemológico em estudos inscritos na arqueologia (BUCAILLE, R.; PESEZ, 1989).

Como parte deste 'contexto de achados fortuitos' e colecionismo, se destacam os artefatos arqueológicos, predominantemente machados polidos, que compõem a Coleção Particular do Sr. Jorge Simão, localizada na cidade de Quixeramobim, porção central do Estado do Ceará (Figura 1). Segundo Prous (1992), os artefatos – objetos produzidos ou modificados pelo homem – representam um dos principais vestígios materiais utilizados na análise arqueológica; neste caso,

normalmente realizada através da diferenciação em categorias (morfologia, técnicas de fabricação, função e estilo) o que possibilita a comparação entre “indústrias” (conjuntos de artefatos). A partir da comparação entre os diferentes tipos

ou categorias de artefatos encontrados em vários sítios ou em diversos níveis arqueológicos, é possível avaliar se procedem ou não de uma mesma tradição (PROUS, 2019).

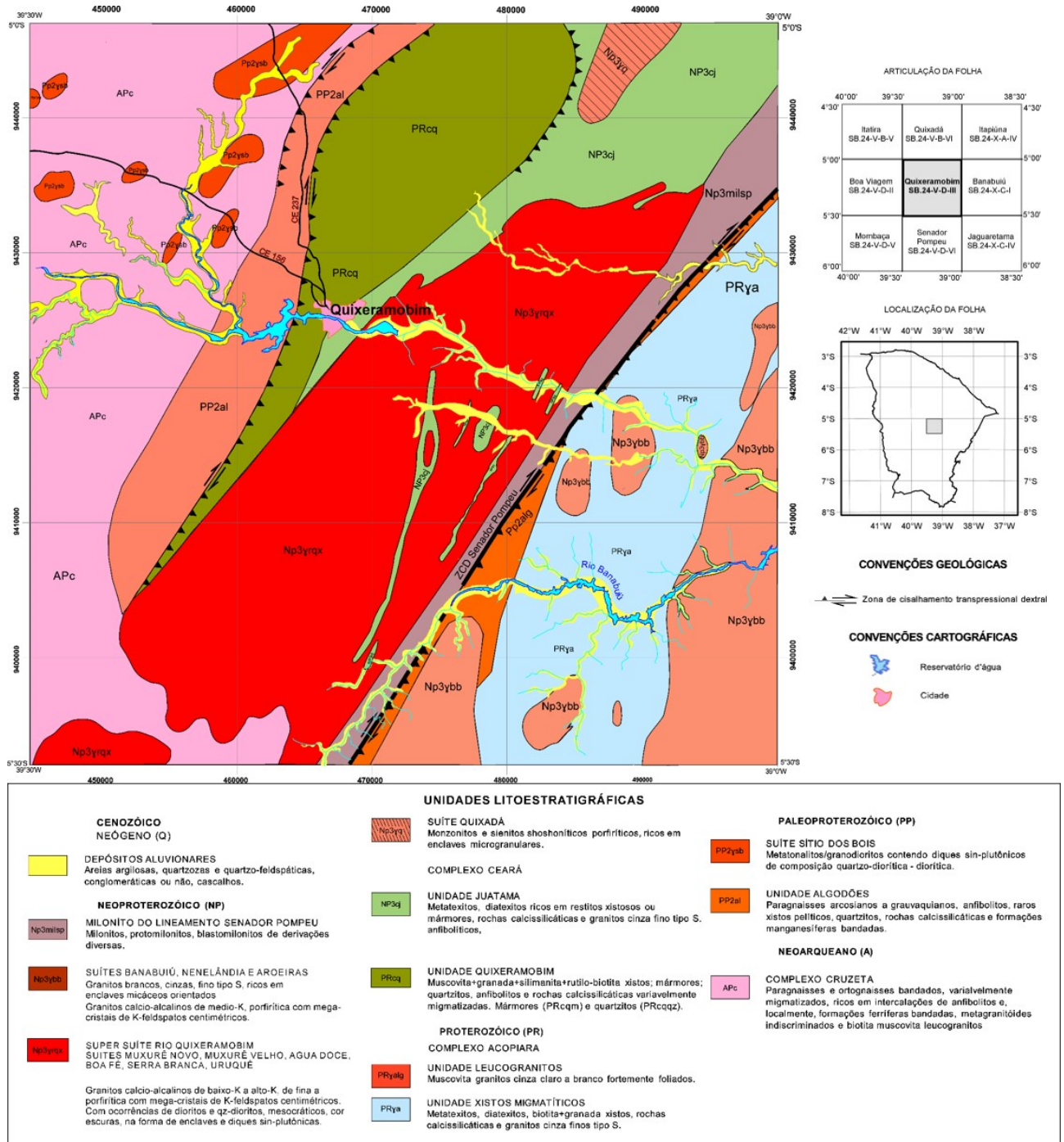


Figura 1: Localização da cidade de Quixeramobim no Estado do Ceará, dentro do contexto da Carta Geológica e respectiva articulação e localização da Folha no Estado do Ceará. (Carta Geológica Quixeramobim - SB.24-V-D-III - Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Programa Geologia do Brasil - Escala 1:100.000) (Fonte: Parente et al. 2011).

Essas considerações se aplicam a pesquisas desenvolvidas em contextos arqueológicos conhecidos, documentados segundo procedimentos científicos, onde a cultura material e o ambiente são indissociáveis na compreensão do horizonte de uma tradição cultural. Na ausência de um conhecimento do ambiente dos achados, os artefatos dessas coleções arqueológicas detêm a capacidade de preservar, transformar e guardar informações, onde neste sentido, destacamos o potencial de identificação da fonte de proveniência, conforme será demonstrado.

O estudo da matéria prima utilizada para a produção dos artefatos arqueológicos poderia ser feito a partir de análises petrográficas ou geoquímicas, da mesma forma como são realizados os estudos das rochas na geologia. Entretanto, estas técnicas raramente são aplicadas em arqueologia por serem destrutivas, pois requerem o corte para confecção de lâmina petrográfica ou a coleta de um fragmento representativo do artefato para análise química. A quebra para geração de uma superfície fresca, objetivando a observação macroscópica com lupa, também é igualmente inadequada.

Levando em consideração o valor patrimonial e museológico das peças estudadas, foram aplicadas técnicas cuja intervenção fosse a mínima possível e necessitassem de uma pequena quantidade de amostra. Dessa forma, optou-se pela difratometria e a espectroscopia de raios-X realizadas em pequena quantidade de pó das amostras. Como ambas as técnicas são não destrutivas, mantendo a composição química e mineralógica inalteradas, a mesma amostra foi utilizada para as duas técnicas aplicadas.

Outro aspecto importante é que o pó retirado para as análises pode ser reutilizado para restauração do artefato, permitindo o preenchimento das cavidades de onde foram coletadas as amostras, mantendo a cor e tonalidade da peça original. Desse modo, um artefato exposto de uma coleção pode retornar ao acervo sem que se perceba a intervenção, especialmente se a perfuração para coleta tenha sido realizada em plano de fratura pré-existente.

A história da coleção do Sr. Jorge Simão está associada à biografia de colecionador que, quando jovem, costumava acompanhar o seu pai pelo Sertão Central do Ceará como vendedores ambulantes ou mascates, vendendo mercadorias das mais diversas. Ao longo desta vivência, o Sr. Jorge narra que inúmeras vezes fora solicitado a dar explicações sobre vestígios arqueológicos considerados estranhos pelas pessoas das localidades as quais visitavam. É provável que sua condição de estrangeiro, pela ascendência sírio-libanesa, gerasse expectativa dele possuir um conhecimento diferenciado das populações do sertão (MARQUES, 2002; MARQUES & HILBERT, 2012). Foi nesse período que o seu gosto em colecionar começou a ser alimentado. Na medida em que era requisitado para explicar aspectos dos artefatos pré-coloniais, se sentiu estimulado pelos mesmos e assim, sua história pessoal imprimiu sentido à coleção que veio a formar, e que, posteriormente ficou sendo conhecido na cidade de Quixeramobim como o Museu do Sr. Jorge Simão. Essa particularidade do início da coleção se insere na perspectiva apontada por Susan Pearce, ao afirmar que as coleções se iniciam a partir de construções individuais e sociais, e ao mesmo tempo, elas mantêm vínculos de intimidade com o

seu colecionador, e, em última instância, se constituem como parte dele próprio (PEARCE, 1992). Até o final de sua vida, o Sr. Jorge acalentou o desejo que essa coleção passasse para a guarda do poder público local, para o município de Quixeramobim, no entanto, até o momento esse desejo não foi realizado.

O Museu do Sr. Jorge Simão possuía uma área de 60 m² e, estava situado no centro da cidade de Quixeramobim. Neste espaço estavam expostos objetos que correspondiam ao período pré-colonial e histórico. Após a morte do colecionador, toda a coleção ficou sob a guarda do seu filho, tendo sido acondicionada em outro local e sem acesso à visitação. O acervo da cultura material pré-colonial é composto por 125 artefatos líticos e 23 fragmentos cerâmicos. Dentre os artefatos líticos predominam as lâminas de machado polidas (76 peças). Numa perspectiva de representatividade de artefatos polidos identificados no território nacional, a família

de lâminas, onde se incluem os machados, se destaca por ser a mais bem conhecida (PROUS, 2019). O acervo do Sr. Jorge ainda é composto por almofarizes, contas de colar, prováveis peças para produção de fogo e uma ponta de seta bifacial pedunculada.

Deste acervo foram selecionadas 7 peças para as análises mineralógicas e químicas por DRX e EDS, em sua maioria representadas por machados polidos (Figura 2). Todos os machados foram confeccionados com 'orelhas' que permitem o encabamento, dentre eles, apenas um permanece em sua forma original, os demais possuem marcas de fratura. Dois deles, em que a inclinação da 'orelha' é formada por um ângulo menor, se apresentam com um maior estreitamento na largura. Uma outra peça, onde a área proximal é inexistente, devido a maior robustez e arredondamento na largura, mas com trabalho de polimento na parte distal, pode ser caracterizado como um cavado.



Figura 2. Conjunto de artefatos arqueológicos analisados da coleção de Jorge Simão. LQ-01, LQ-02 e LQ-04 - Machados com orelha para encabamento com fratura na porção distal. LQ-03 - Machado com orelha para encabamento com fratura na porção mesial. LQ-05 - Cavador com área ativa preservada e com fratura na porção mesial. LQ-06 - Machado com orelha de ângulo reduzido com fratura na porção proximal. LQ-07 - Machado com orelha preservada na íntegra.

Sr. Jorge afirmava que a maioria dos artefatos era proveniente dos arredores de Quixeramobim, embora sem localização precisa. Segundo ele, a maioria das doações era recebida por ele em seu estabelecimento que, conforme foi dito anteriormente, funcionava como museu. Desse modo, ele não conhecia os lugares específicos dos achados fortuitos. As análises voltadas a definir a composição dos artefatos estudados tiveram por objetivo identificar dentro do contexto geológico conhecido, a ocorrência e a localização de rochas análogas.

Dois aspectos e desafios importantes nortearam a pesquisa. O primeiro, relacionado à escolha do método analítico apropriado às análises dos artefatos arqueológicos; e um segundo, que considera o fato de que embora não se tenha conhecimento da origem e procedência dos objetos das coleções, há um potencial de estudo a partir da identificação da composição dessa cultura material pelas análises supramencionadas. Posteriormente, conhecendo a composição das rochas utilizadas na confecção das peças, pode-se inferir, a partir de seus análogos nas cartas geológicas existentes,

as prováveis áreas de proveniência ou áreas fontes dos artefatos analisados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Procedimentos de coleta e preparação

A coleta de material para as análises foi realizada através de incisão profunda e pontual, com brocas de aço e vídia fixadas a um motor de chicote utilizado em próteses dentárias da marca BELTEC. O diâmetro das perfurações foi igual ou inferior a 1 mm e com profundidade média de 1 cm, gerando cerca de 2 gramas de pó dos artefatos, suficiente para realização das análises. Considerando que os artefatos compõem peças de uma coleção, procurou-se realizar as perfurações em fraturas ou cavidades já existentes na peça. O pó coletado foi acondicionado em microtubos plásticos tipo Eppendorf de 2 ml para posterior análises por DRX e EDS, respectivamente, nos Laboratórios de Raios X da Física e de Microscopia Eletrônica do Departamento de Geologia. Detalhes do da perfuração e quantidade de material coletado podem ser vistos na Figura 3.

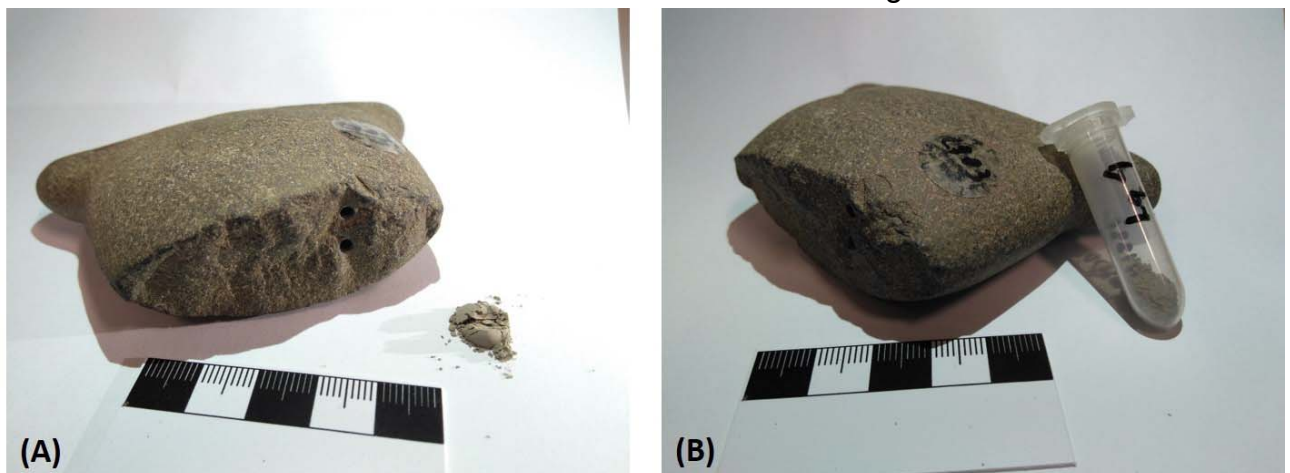


Figura 3: Incisão para coleta de amostra de pó dos artefatos arqueológicos (A) e volume aproximado acondicionado em microtubo plástico tipo Eppendorf (B).

2.2. Análises de difratometria de raios-X (DRX)

A difratometria de raios X é uma das principais técnicas utilizadas para a caracterização e identificação de estruturas cristalinas, com aplicações nas mais variadas áreas de conhecimento.

A identificação dos minerais de uma amostra de rocha é feita por meio da comparação do difratograma gerado pela análise, com padrões de referência, disponíveis em bancos de dados de DRX contendo informações cristalográficas, tais como distâncias interplanares e as intensidades difratadas normalizadas (relativas a 100%) para os vários planos (hkl) dos minerais que difratam os raios X.

As amostras de pó coletadas dos artefatos arqueológicos foram todas analisadas no Laboratório de Raios X do Departamento de Física no Difractômetro para amostras policristalinas PANalytical X'Pert PRO, equipado com tubo de Cobalto ($\lambda_{K\alpha_1} = 1,789\text{\AA}$) e cristal monocromador híbrido, para as condições de tempo de contagem de 5s, tensão 40 kV e corrente 40 mA.

Para a posterior identificação de fases cristalinas foi empregado o *software* X'Pert HighScore Plus (2001), o qual permitiu a geração dos difratogramas contendo os principais minerais presentes em cada amostra analisada.

2.3. Análises de espectroscopia de raios X (EDS)

Espectroscopia de raios X por dispersão em energia (EDX ou EDS) é uma técnica analítica aplicada a análise química e constitui uma das variantes da espectroscopia por fluorescência de raios X que se baseia na investigação de uma amostra através de interações entre

partículas ou radiação eletromagnética e matéria, analisando os raios X emitidos pela matéria em resposta à incidência de partículas carregadas. Baseia-se no princípio fundamental de que cada elemento tem uma estrutura atômica própria, de tal forma que os raios X emitidos são característicos desta estrutura, e identificam o elemento.

Após análise mineralógica por DRX, o mesmo pó coletado dos artefatos, foi analisado quimicamente no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Geologia (LME - DEGEO) equipado com microscópio eletrônico de varredura HITACHI TM 3000, acoplado com sistema de energia dispersiva de raios-X do tipo EDS SWIFT ED 3000 - com detector de estado sólido e aceleração de 20 keV. Para cada amostra foi gerado um espectro de EDS correspondente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análises mineralógicas e químicas dos artefatos arqueológicos

O artefato lítico **LQ-01**, um machado polido, apresenta macroscopicamente cor predominante cinza esverdeada com manchas rosadas a avermelhadas e textura granular média. A análise de pó do artefato mostrou um espectro de difração (padrão de difratometria) que sugere a presença de quartzo, plagioclásio, anfibólio, piroxênio e granada (Figura 4). A granada é do almandina (Fe^{+2} , Mn)₃ Al₂(SiO₄)₃ é facilmente reconhecida na amostra pelo tamanho dos cristais que pode chegar a 0,5cm (Figura 5). O plagioclásio é representado pelo seu membro extremo, mais rico em cálcio, a anortita (CaAl₂Si₂O₈). O anfibólio e o piroxênio são respectivamente a actinolita (Na_{0.11} K_{0.04}) (Ca_{1.68} Na_{0.04} Fe_{0.28}) (Mg_{3.65} Fe_{1.14} Al_{0.21}) (Si_{7.38} Al_{0.62}) O₂₂) (OH)₂ e o diopsídio

(Mg_{0.992} Fe_{0.008}) (Ca_{0.971} Fe_{0.029}) (Si₂ O₆). Além destes minerais, a presença de ilmenita (Fe Ti O₃) no difratograma é

confirmada pelos picos de ferro e titânio no espectro de EDS (Figura 6).

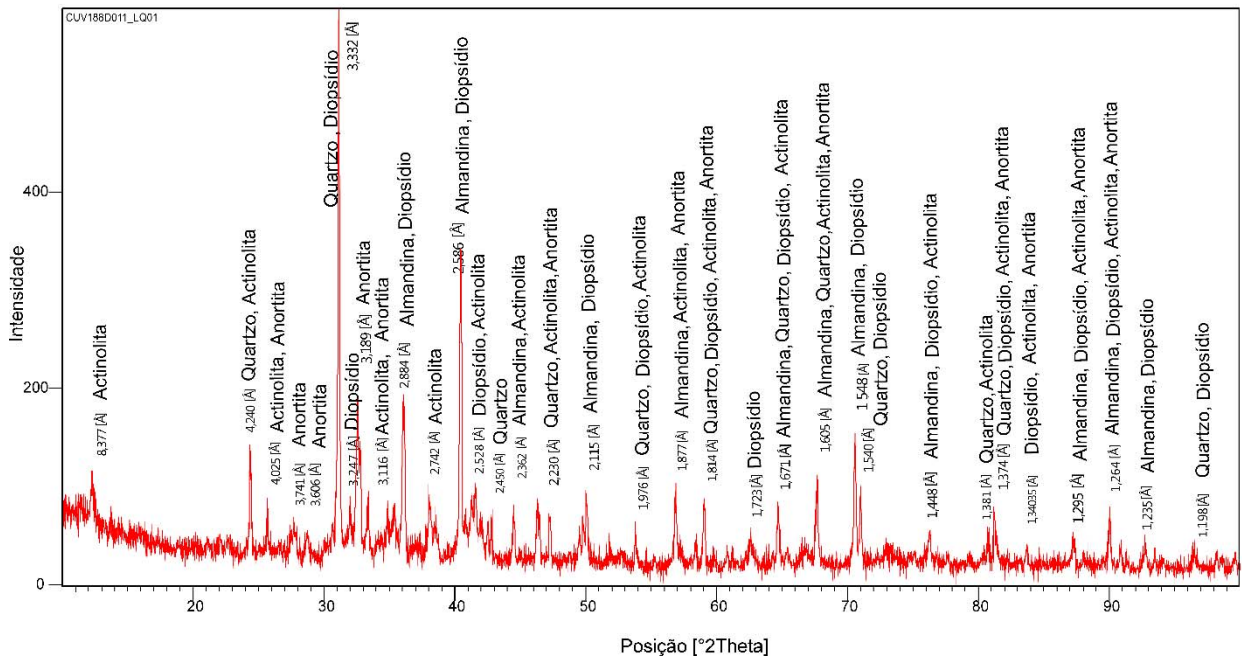


Figura 4: Difractograma de raios X da amostra de pó do artefato LQ-01 com distâncias interplanares dos planos característicos do quartzo (SiO₂), anortita (CaAl₂Si₂O₈), actinolita (Na_{0.11} K_{0.04}) (Ca_{1.68} Na_{0.04} Fe_{0.28}) (Mg_{3.65} Fe_{1.14} Al_{0.21}) (Si_{7.38} Al_{0.62}) O₂₂) (OH)₂, diopsídio (Mg_{0.992} Fe_{0.008}) (Ca_{0.971} Fe_{0.029}) (Si₂ O₆) e da ilmenita (Fe Ti O₃).

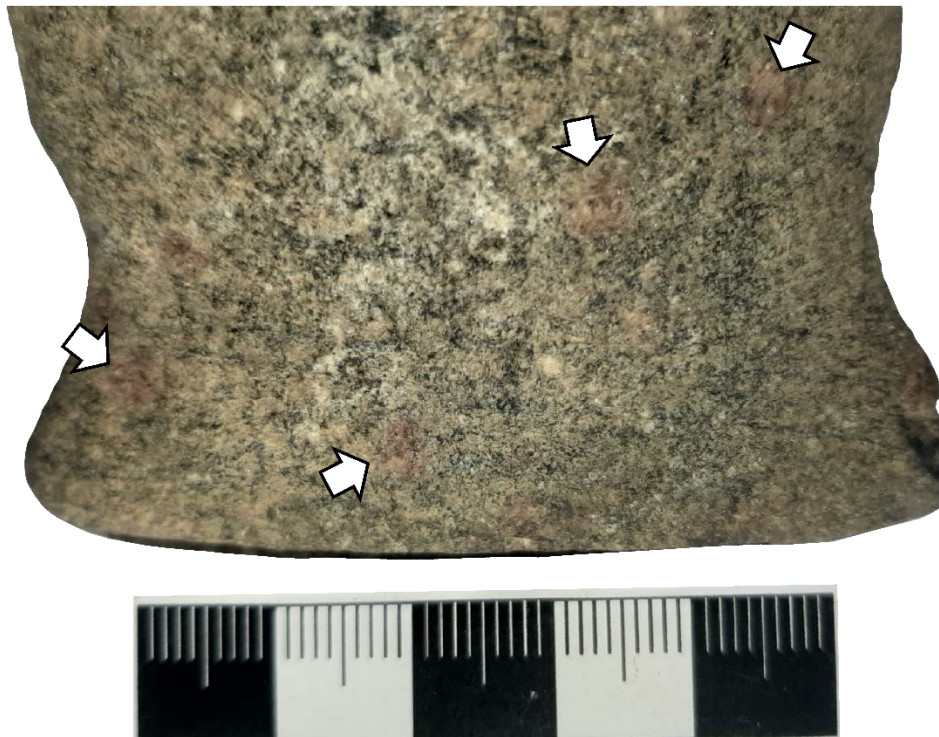


Figura 5: Detalhe dos cristais rosados de granada almandina (setas brancas) no Artefato LQ-01. A matriz contém cristais verdes de piroxênio e anfibólio envolvidos por massa branca e incolor de plagioclásio e quartzo

As análises químicas confirmam os dados obtidos por DRX, mostrando os teores altos de sílica, alumínio, cálcio e magnésio da amostra (Figura 6).

Em termos composicionais corresponde a uma rocha de composição calcissilicática contendo silicatos de cálcio-magnésio-ferro-alumínio, formada como resultado de alterações que ocorreram pela interação de fluidos hidrotermais com um protólito de origem sedimentar química (carbonato). Em muitos casos, os skarns

estão associados à intrusão de plútons graníticos associados a falhas ou zonas de cisalhamento.

A análise de pó do artefato lítico **LQ-02** por DRX indicou a presença de plagioclásio (anortita sódica - $(Ca, Na) (Si, Al)_4 O_8$, os piroxênios (diopsídio - $(Ca Mg Si_2 O_6)$ e augita - $(Na_{0.1} Ca_{0.6} Mg_{0.9} Fe_{0.2} Ti_{0.0} Al_{0.3} Si_{1.8} O_6)$), além de clorita/serpentina $(Mg,Al)_6 (Si,Al)_4 O_{10} (OH)_8$ e titanomagnetita $(Fe_{2.1} Ti_{0.74} Mn_{0.02} V_{0.01} Ca_{0.01} Si_{0.01} Al_{0.05} Mg_{0.06} O_4)$ (Figura 7).

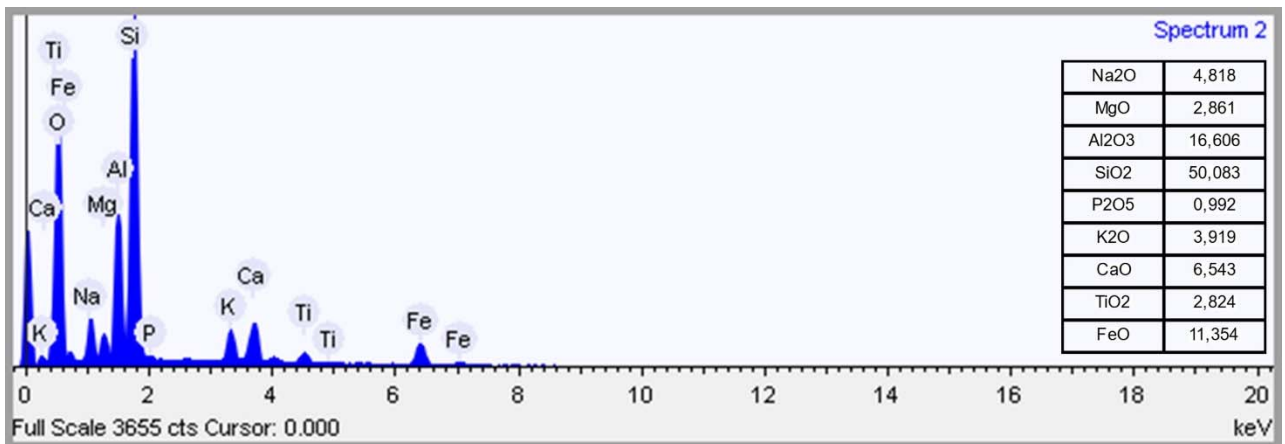


Figura 6: Espectro de raios X de energia dispersiva do artefato LQ-01 com respectivos teores dos óxidos presentes em porcentagem.

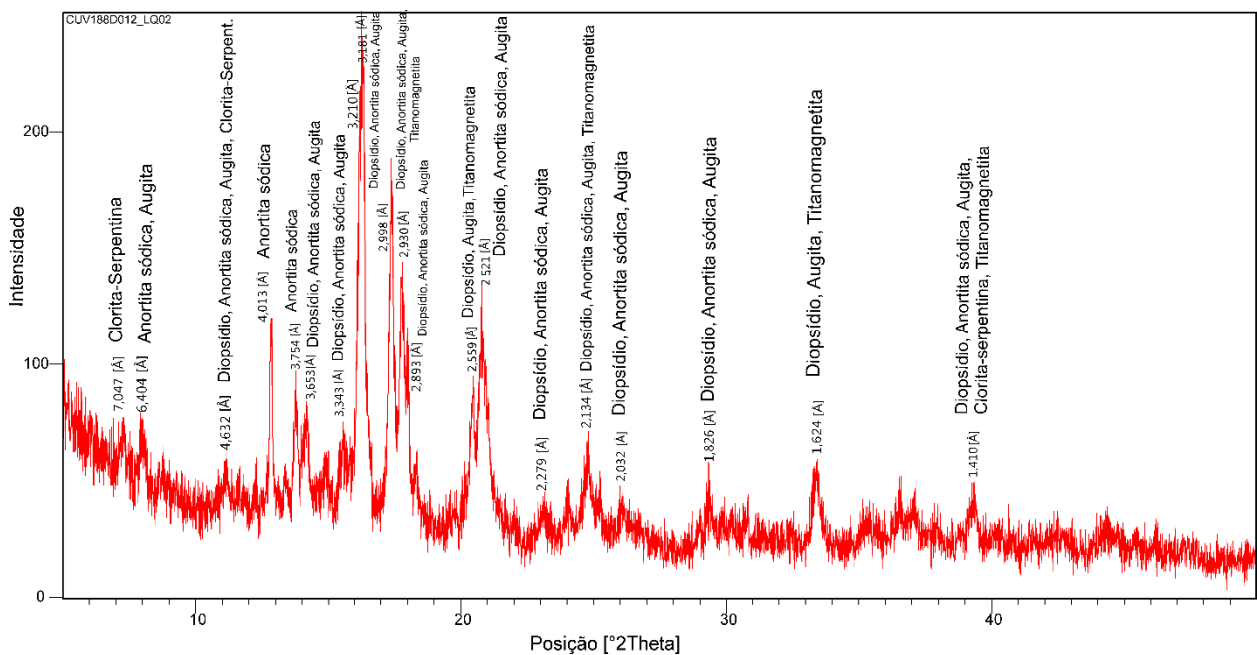


Figura 7: Difractograma de raios X da amostra de pó do artefato LQ-02 com distâncias interplanares dos planos característicos da anortita sódica $((Ca, Na) (Si, Al)_4 O_8)$, diopsídio $(Ca Mg Si_2 O_6)$, augita $(Na_{0.1} Ca_{0.6} Mg_{0.9} Fe_{0.2} Ti_{0.0} Al_{0.3} Si_{1.8} O_6)$, clorita/serpentina $((Mg,Al)_6 (Si,Al)_4 O_{10} (OH)_8)$ e titanomagnetita $(Fe_{2.1} Ti_{0.74} Mn_{0.02} V_{0.01} Ca_{0.01} Si_{0.01} Al_{0.05} Mg_{0.06} O_4)$.

Os elementos identificados nas análises químicas por EDS corroboram com as análises por DRX (Figura 8). A variedade sódica da anortita, que é um plagioclásio cálcico, é sugerida pela presença do espectro do sódio (Na) e teores aproximados de 4% obtidos para este elemento que entra substituindo o cálcio na estrutura deste mineral. Da mesma forma, os espectros de titânio (Ti)

associados aos de ferro (Fe) no EDS confirmam a presença de titanomagnetita nos difratogramas de raios X. O registro dos espectros do fósforo (P) e do potássio (K) sugerem, respectivamente, a presença de apatita e biotita como minerais acessórios na amostra.

Com relação a composição, a peça **LQ-02** sugere o uso de um álcali-basalto para a confecção do artefato.

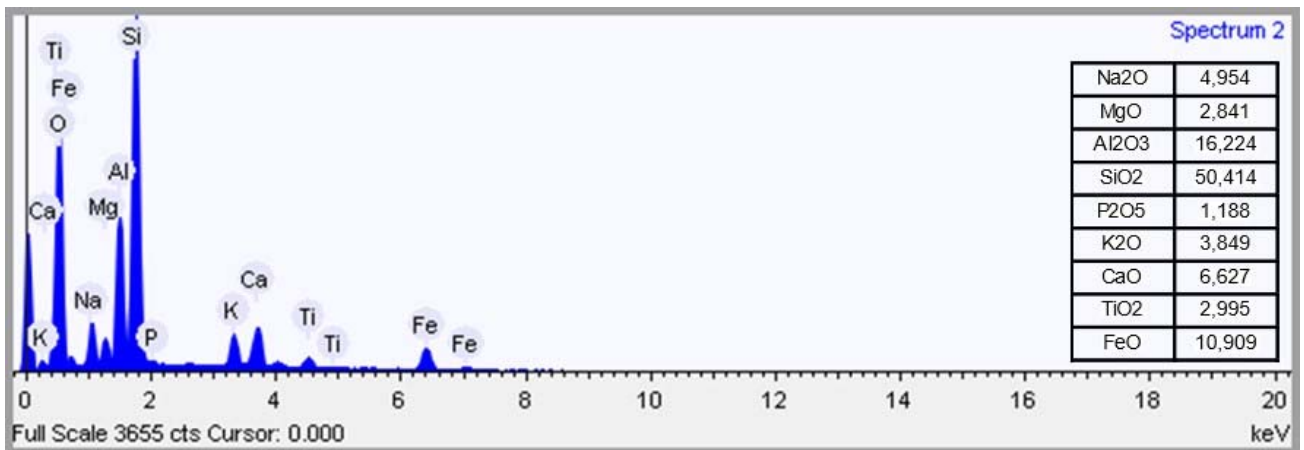


Figura 8: Espectro de raios X de energia dispersiva do artefato LQ-02 com respectivos teores dos óxidos presentes em porcentagem.

O artefato **LQ-03**, um machado polido de cor cinza-escuro e textura fina possui mineralogia identificada em DRX representada pelos anfibólios: mangano-cummingtonita - $(\text{Na}, \text{Ca})_2 (\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})_5 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$ e actinolita - $(\text{Ca}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_5 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH}))$, pelos plagioclásios: anortita - $\text{CaAl}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$ e anortoclásio - $(\text{Na}_{0.75} \text{K}_{0.25}) (\text{AlSi}_3 \text{O}_8)$, além de clorita/serpentina $((\text{Mg}, \text{Al})_6 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8)$ e titanomagnetita $(\text{Fe}_{2.50} \text{Ti}_{0.50} \text{O}_4)$ (Figura 9).

As análises químicas realizadas por

EDS confirmam a composição determinada por DRX (Figura 10). O sódio está presente na estrutura do anfibólio (mangano-cummingtonita) e do plagioclásio (anortoclásio) e os espectros de ferro e titânio estão relacionados com a presença da titanomagnetita. A amostra apresenta suscetibilidade magnética e a sua textura é granular fina. A presença de cristais de plagioclásio ripiformes (na forma de ripas) visíveis com lupa, em matriz cinza esverdeada sugere um diabásio.

teor e espectro menos importante do fósforo, sugere a presença de apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$). Esta última não identificada nas análises de DRX pela pequena quantidade.

A cor cinza-esverdeada, a textura afanítica, a densidade e a composição mineralógica e química da amostra sugerem um diabásio.

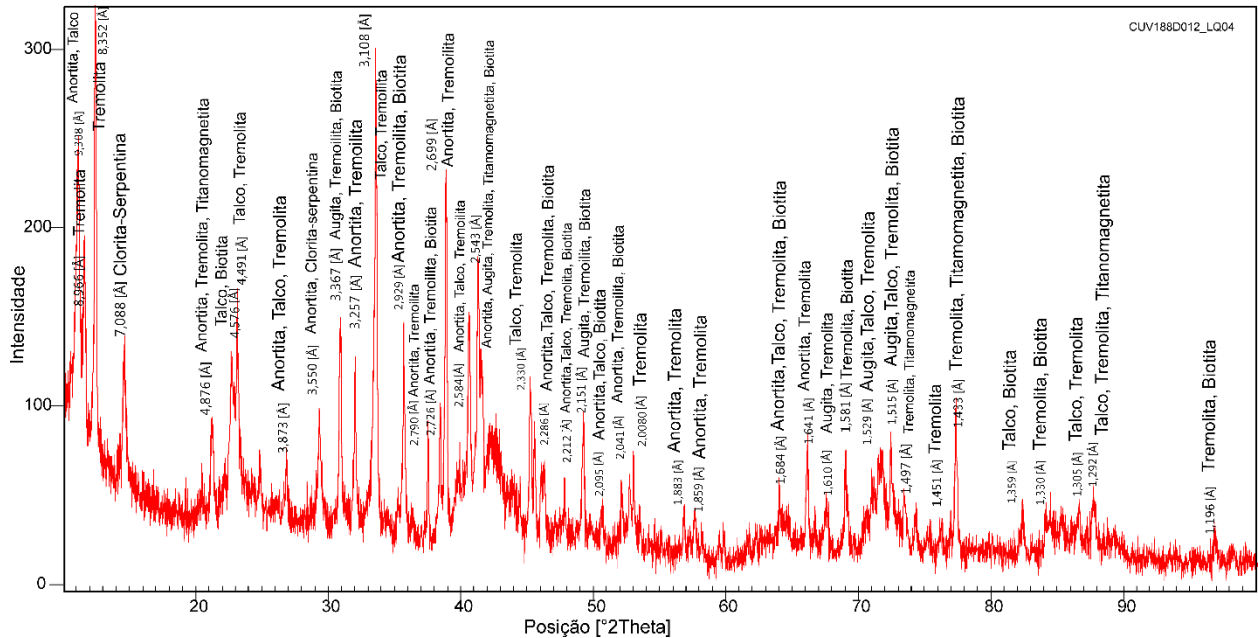


Figura 11: Difractograma de raios X da amostra de pó do artefato LQ-04 com distâncias interplanares dos planos característicos da tremolita ($\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$), talco ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), augita ($\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$), anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), clorita/serpentina ($(\text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$), titanomagnetita ($\text{Fe}_{2.50}\text{Ti}_{0.50}\text{O}_4$) e biotita ($\text{K}_{1.81}\text{Na}_{0.12}\text{Ba}_{0.07}(\text{Mg}_{3.33}\text{Fe}_{2.05}\text{Al}_{0.26}\text{Ti}_{0.36})(\text{Al}_{2.75}\text{Si}_{5.25}\text{O}_{20}\text{O}_{1.74}(\text{OH})_{2.26}$).

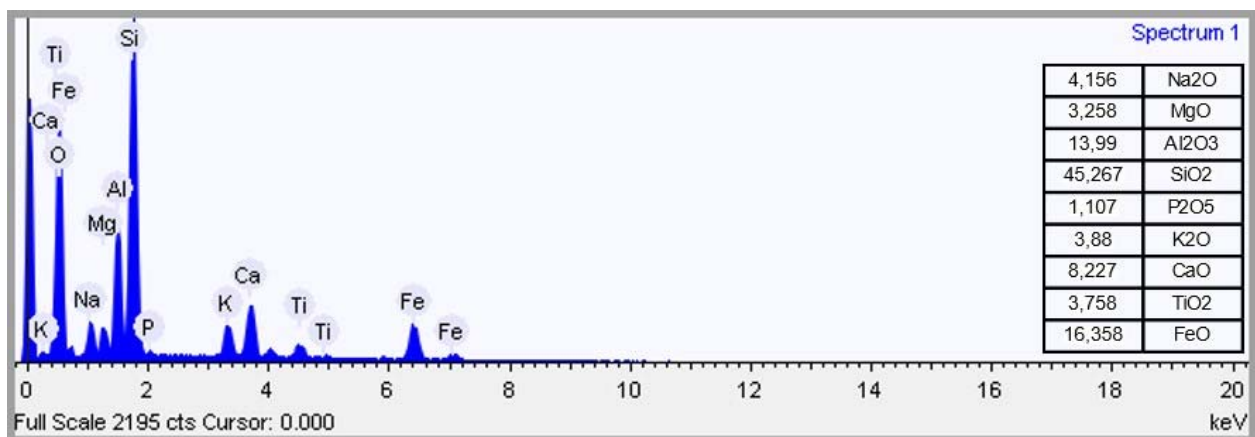


Figura 12: Espectro de raios X de energia dispersiva do artefato LQ-04 com respectivos teores dos óxidos presentes em porcentagem.

O cavador **LQ-05**, com área ativa preservada e com fratura na porção mesial de cor cinza-escuro esverdeado e textura fina, possui os seguintes minerais: clinopiroxênio (diopsídio - $\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$), anfibólio cálcico (hastingsita - $(\text{Ca, Na})_2 (\text{Fe}_2, \text{Mg})_5 (\text{Si, Al})_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$), granada almandina ($\text{Fe}_{1.88} \text{Ca}_{0.75} \text{Mg}_{0.24} \text{Mn}_{0.1} \text{Al}_2 (\text{Si O}_4)_3$), clorita (clinocloro - $(\text{Mg,Fe})_6 (\text{Si,Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$), plagioclásio (anortita - $(\text{Ca,Na}) (\text{Si,Al})_4 \text{O}_8$), quartzo (SiO_2), titanita ($\text{Ca Ti O} (\text{SiO}_4)$) e ilmenita (Fe Ti O_3) (Figura 13).

As análises químicas estão coerentes com a mineralogia identificada nos difratogramas de raios X, onde os altos

teores e espectros bem definidos do silício, alumínio, cálcio e magnésio confirmam a presença de quartzo, dos minerais cálcicos (hastingsita e anortita) e cálcio-magnesianos (diopsídio) e magnesianos (clinocloro). Os teores e espectros de ferro estão relacionados com a presença de almandina, anfibólio e clorita, enquanto os de titânio a presença do mineral titanita (Figura 14).

Pela mineralogia e química apresentada a amostra é, muito provavelmente, uma rocha calcissilicática gerada pelo metamorfismo de protólito rico em magnésio, cálcio, sílica e alumínio.

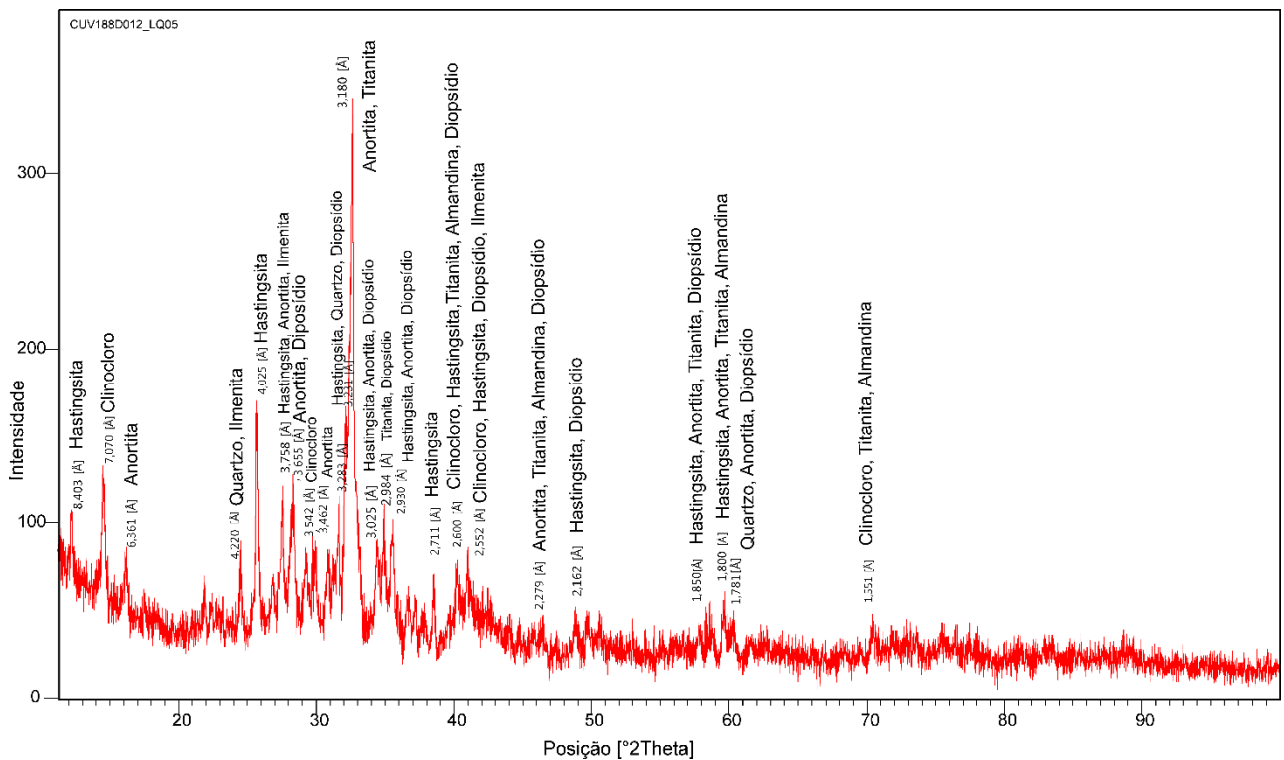


Figura 13: Difractograma de raios X da amostra de pó do artefato LQ-05 com distâncias interplanares dos planos característicos do diopsídio ($\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$), hastingsita ($(\text{Ca, Na})_2 (\text{Fe}_2, \text{Mg})_5 (\text{Si, Al})_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$), almandina ($\text{Fe}_{1.88} \text{Ca}_{0.75} \text{Mg}_{0.24} \text{Mn}_{0.1} \text{Al}_2 (\text{Si O}_4)_3$), clinocloro ($(\text{Mg,Fe})_6 (\text{Si,Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$), anortita ($(\text{Ca,Na}) (\text{Si,Al})_4 \text{O}_8$), quartzo (SiO_2), titanita ($\text{Ca Ti O} (\text{SiO}_4)$) e ilmenita (Fe Ti O_3).

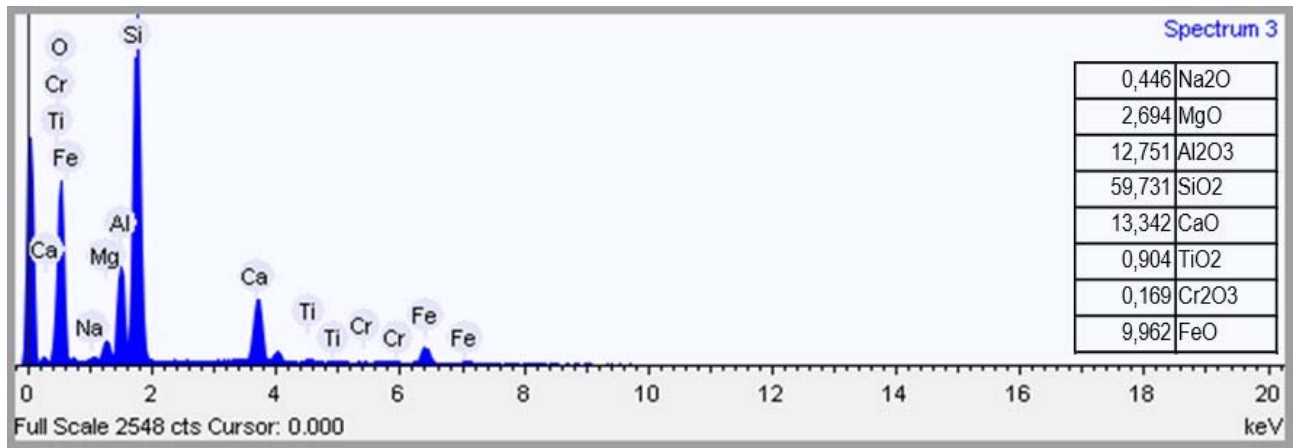


Figura 14: Espectro de raios X de energia dispersiva do artefato LQ-05 com respectivos teores dos óxidos presentes em porcentagem.

O artefato **LQ-06**, um machado com orelha de ângulo reduzido com fratura na porção proximal, de cor cinza-escuro preto a esverdeado e textura fina, mostrou a seguinte mineralogia identificada em DRX: plagioclásio (anortita - $(\text{Na}_{0.25} \text{Ca}_{0.71} (\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8))$), anfibólio (actinolita - $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{Fe}^{+2} - \text{SiO}_2 - \text{OH}$), piroxênio (augita - $(\text{Na}_{0.1} \text{Ca}_{0.6} \text{Mg}_{0.9} \text{Fe}_{0.2} \text{Ti}_{0.0} \text{Al}_{0.3} \text{Si}_{1.8} \text{O}_6)$), olivina ($(\text{Mg}_{1.41} \text{Fe}_{0.59} (\text{Si} \text{O}_4))$), quartzo (SiO_2) e titanomagnetita ($\text{Fe}_{2.50} \text{Ti}_{0.50} \text{O}_4$) (Figura 15).

As análises químicas obtidas por EDS mostram altos teores de MgO e FeO compatíveis com a presença dos minerais ferro-magnesianos (olivina, piroxênio e anfibólio), com o ferro e o titânio associados a estrutura da titanomagnetita. Traços de cromo e níquel, em proporção inferior a 1%, podem ter relação com a broca utilizada para perfuração e coleta de material da amostra (Figura 16).

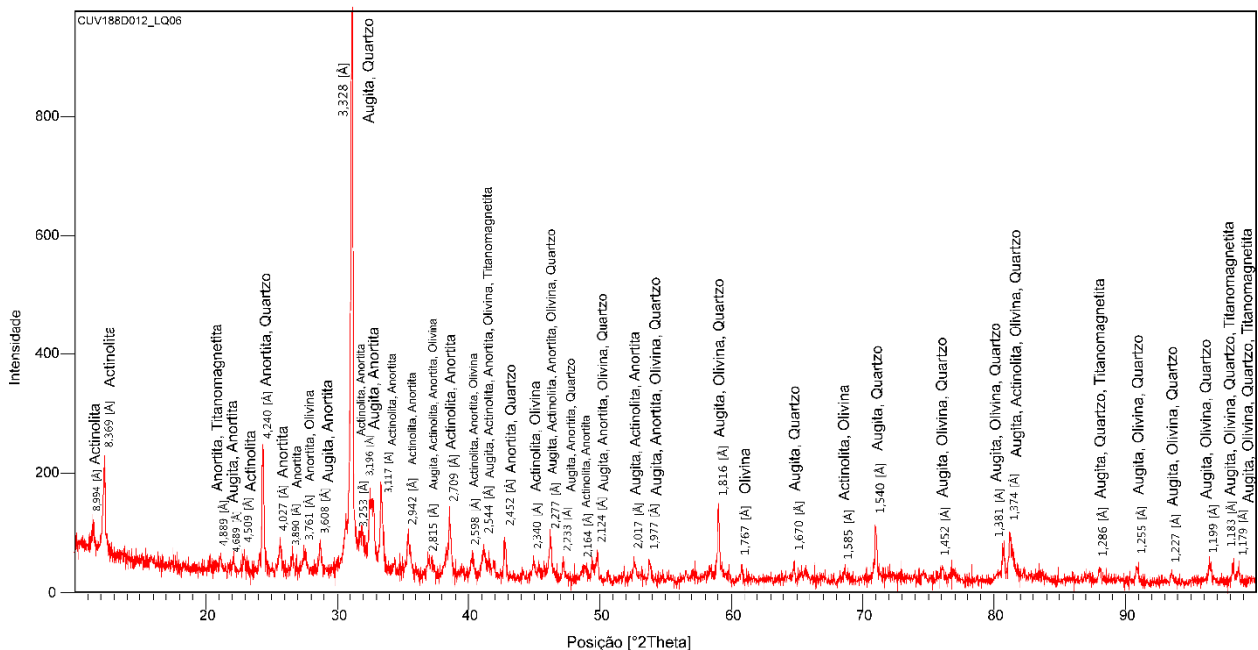


Figura 15: Difractograma de raios X da amostra de pó do artefato LQ-06 com distâncias interplanares dos planos característicos da anortita ($\text{Na}_{0.25} \text{Ca}_{0.71} (\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8)$), actinolita ($\text{Ca} - \text{Mg} - \text{Fe}^{+2} - \text{SiO}_2 - \text{OH}$), augita ($\text{Na}_{0.1} \text{Ca}_{0.6} \text{Mg}_{0.9} \text{Fe}_{0.2} \text{Ti}_{0.0} \text{Al}_{0.3} \text{Si}_{1.8} \text{O}_6$), olivina ($(\text{Mg}_{1.41} \text{Fe}_{0.59} (\text{SiO}_4))$), quartzo (SiO_2) e titanomagnetita ($\text{Fe}_{2.50} \text{Ti}_{0.50} \text{O}_4$).

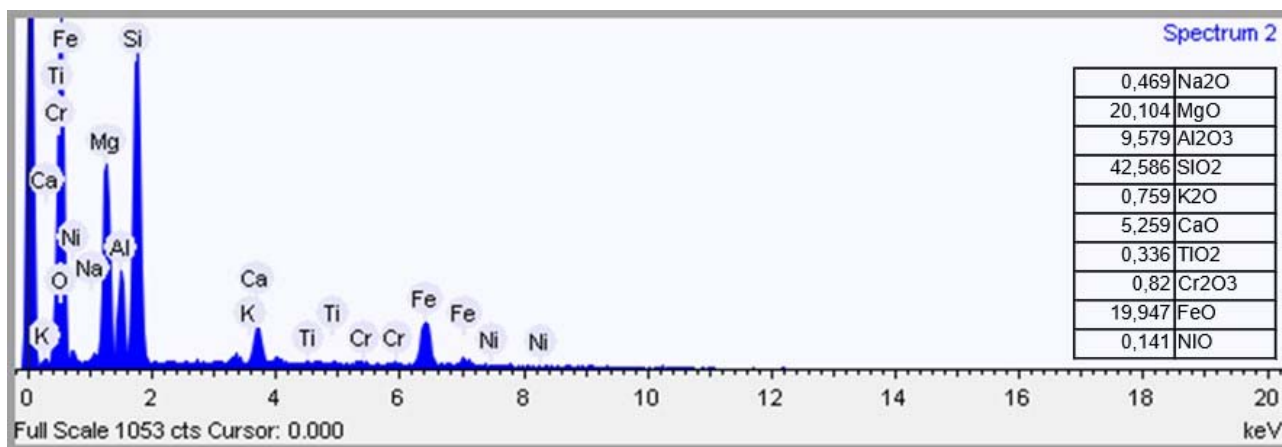


Figura 16. Espectro de raios X de energia dispersiva do artefato LQ-06 com respectivos teores dos óxidos presentes em porcentagem.

A cor, a textura, a mineralogia e a química do artefato sugerem a composição de uma rocha máfica, provavelmente um picrobasalto ou basalto picrítico.

O artefato **LQ-07**, um machado com orelha preservada na íntegra (peça completa), de cor cinza claro a creme com textura média a grossa e presença de bandamento incipiente subparalelo a face da peça, apresentou os seguintes minerais no difratograma de raios X: plagioclásio (albita - $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$), quartzo (SiO_2), biotite

($\text{K Fe Mg}_2 (\text{Al Si}_3 \text{O}_{10}) (\text{OH})_2$), sillimanita (Al_2SiO_5) e titanomagnetita ($\text{Fe}_{2.75} \text{Ti}_{0.25} \text{O}_4$) (Figura 17).

As análises químicas obtidas por EDS mostram teores elevados de silício e alumínio, compatível com a ocorrência de quartzo e sillimanita. Ferro e titânio estão presentes na biotite e titanomagnetita, e o sódio na albita. Os espectros de cromo e níquel estão provavelmente associados, a contaminação metálica da broca utilizada na amostragem (Figura 18).

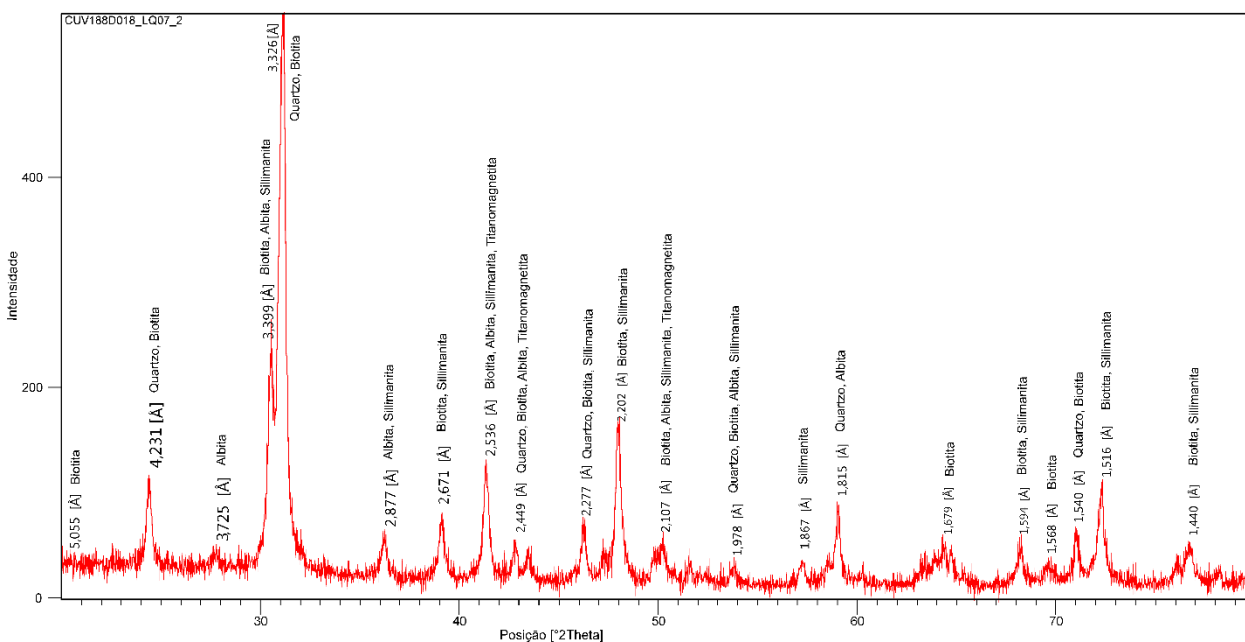


Figura 17. Difractograma de raios X da amostra de pó do artefato LQ-07 com distâncias interplanares dos planos característicos da albita ($\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$), quartzo (SiO_2), biotite ($\text{K Fe Mg}_2 (\text{Al Si}_3 \text{O}_{10}) (\text{OH})_2$), sillimanita (Al_2SiO_5) e titanomagnetita ($\text{Fe}_{2.75} \text{Ti}_{0.25} \text{O}_4$).

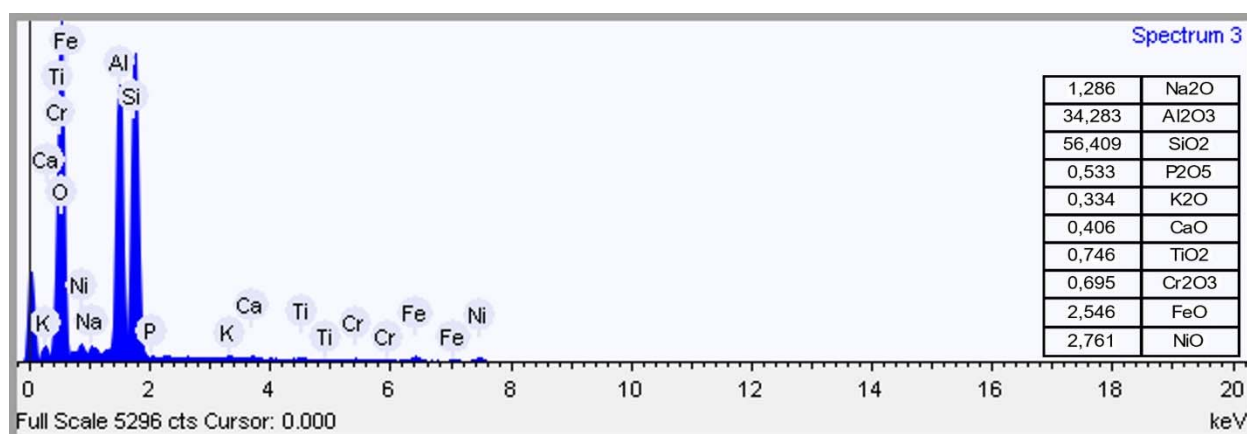


Figura 18. Espectro de raios X de energia dispersiva do artefato LQ-07 com respectivos teores dos óxidos presentes em porcentagem.

Os dados mineralógicos e químicos somados a cor, a textura e a estrutura bandada incipiente sugerem que rocha utilizada na confecção do machado seja um sillimanita biotita gnaiss. Uma rocha metamórfica cujo protólito pode estar associado a um granito gerado por fusão de rochas metassedimentares.

3.2. Matéria prima e fonte de proveniência

Em síntese, os resultados das análises mineralógicas e químicas apontam para o uso dominante de rochas ígneas máficas, principalmente basalto e diabásio como matéria prima natural na confecção dos artefatos arqueológicos (LQ-02, LQ-03, LQ-04 e LQ-06), seguido de rochas calcissilicáticas (LQ-01 e LQ-05). Apenas uma das lâminas de machado foi confeccionada a partir de um gnaiss (LQ-07).

Existem diversos registros de atividades magmáticas extrusivas e intrusivas pós-paleozóicas na Província Borborema associados a determinados intervalos de tempo, correlacionados a eventos tectônicos e com distribuição

especial conhecida. O primeiro e, mais expressivo, ocorreu durante o Cretáceo Inferior (150 a 120 Ma) relacionado à abertura do Oceano Atlântico Sul e a fase inicial de rifteamento da Bacia Potiguar (e.g. ALMEIDA *et al*, 1988; OLIVEIRA, 1988; MATOS, 1992; MIZUSAKI *et al*, 2002). Este evento é materializado por uma série de enxames de diques máficos (basaltos e diabásios) de natureza toleítica, com ou sem olivina, conhecidos como Enxame de Diques Ceará Mirim (EDCM), que ocorrem principalmente a sul da Bacia Potiguar, mas se estendem desde o vale do Rio Ceará Mirim, na costa Leste do RN, até Solonópole – Jaguaratama, no Estado do Ceará, chegando também a atingir a borda oriental da Bacia do Parnaíba (ALMEIDA *et al*, 1988) (Figura 19).

Outros pulsos magmáticos de afinidade, predominantemente alcalina, sucederam o magmatismo Rio Ceará Mirim durante o Cretáceo Superior (Cabo e Cuó) e o Terciário (Macau e Mecejana). Estas rochas ocorrem na forma de diques, *plugs*, derrames e soleiras, e sua distribuição espacial e área de ocorrência podem ser vistas na Figura 19.

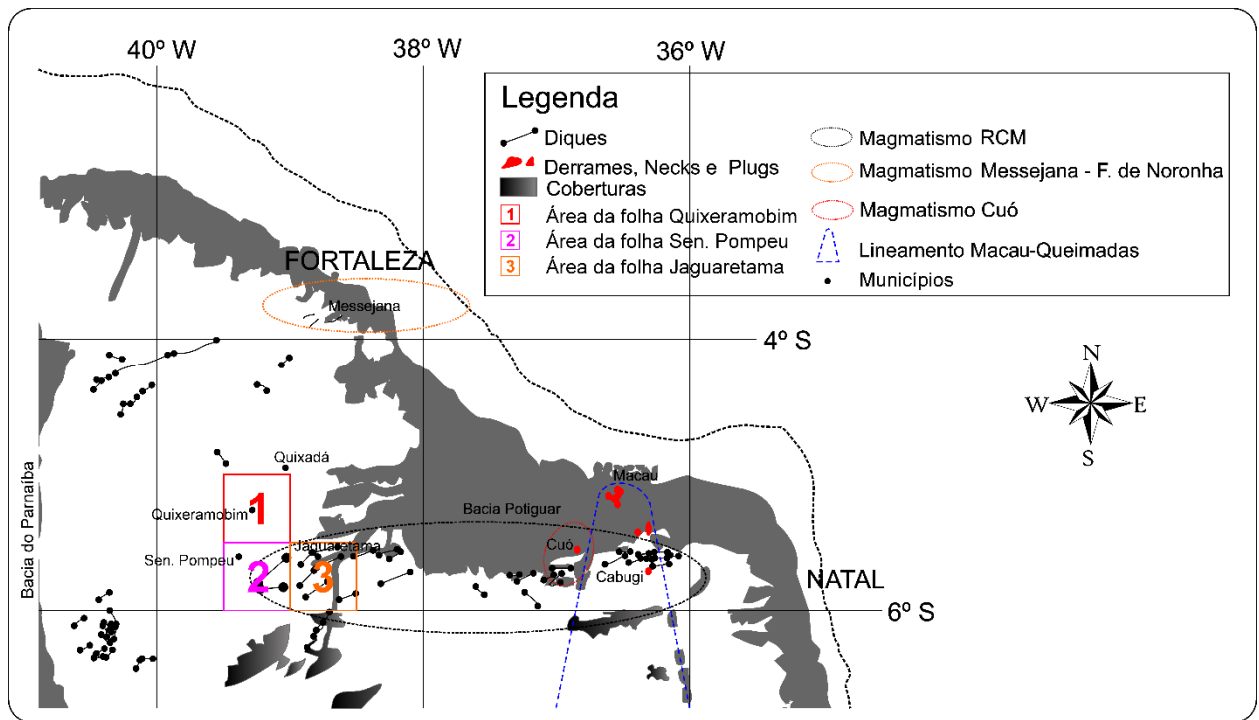


Figura 19: Principais áreas de ocorrência de magmatismo pós-paleozóico na Província Borborema e localização das cartas geológicas mais próximas da cidade de Quixeramobim (Modificado de SILVEIRA, 2006 e ALMEIDA et al, 1988).

As análises por DRX e EDS das rochas utilizadas para confecção dos machados polidos LQ-02, LQ-03, LQ-04 e LQ-06 sugerem analogia com os basaltos e diabásios do magmatismo cretáceo - EDCM.

Os diques Ceará-Mirim que se prolongam de Leste para Oeste a partir do litoral, sofrem inflexão para Sudoeste na folha Senador Pompeu (SB.24-V-D-VI), a sul da cidade de Quixeramobim, podendo se constituir em fonte de matéria prima para os referidos artefatos (Figuras 19 e 20).

Outra área promissora está situada a sudoeste de Quixeramobim, entre a cidade Jaguaratama e o açude do Castanhão, na área da carta geológica Jaguaratama (SB.24-X-C-IV) onde o enxame de diques inflete para Sudoeste (Figura 18). Já nas cartas geológicas Quixeramobim (SB.24-V-B-VI) onde se localiza a coleção estudada e, nas cartas do entorno como Quixadá (SB.24-V-B-VI), Itapiuna (SB.24-X-A-IV) e

Banabuiú (SB.24-V-C-I) as ocorrências de diques do EDCM é restrita e ocasional. Apenas nesta última, limita-se a poucas ocorrências na porção inferior da folha.

Com relação às rochas calcissilicáticas e gnaiss empregadas para confecção dos machados (LQ-01 e LQ-07) e cavador (LQ-05), a definição de áreas fonte de proveniência é menos assertiva, podendo ocorrer nas diversas cartas geológicas mapeadas na escala 1:100.000 que incluem as cidades de Quixeramobim (SB.24-V-B-VI), Quixadá (SB.24-V-B-VI), Senador Pompeu (SB.24-V-D-VI), Itapiuna (SB.24-X-A-IV), Banabuiú (SB.24-V-C-I), Jaguaratama (SB.24-X-C-IV), Itatira (SB.24-V-B-V), Boa Viagem (SB.24-V-D-II) e Mombaça (SB.24-V-D-V). As rochas calcissilicáticas ocorrem como lentes decamétricas a métricas ou em faixas normalmente descontínuas no interior de unidades geológicas paleoproterozóicas (Unidade Algodões e

Complexo Jaguaretama) ou paragneisses, xistos, quartzitos, anfibolitos e neoproterozóicas (Complexo Ceará e e migmatitos. Complexo Acopiara) associadas com

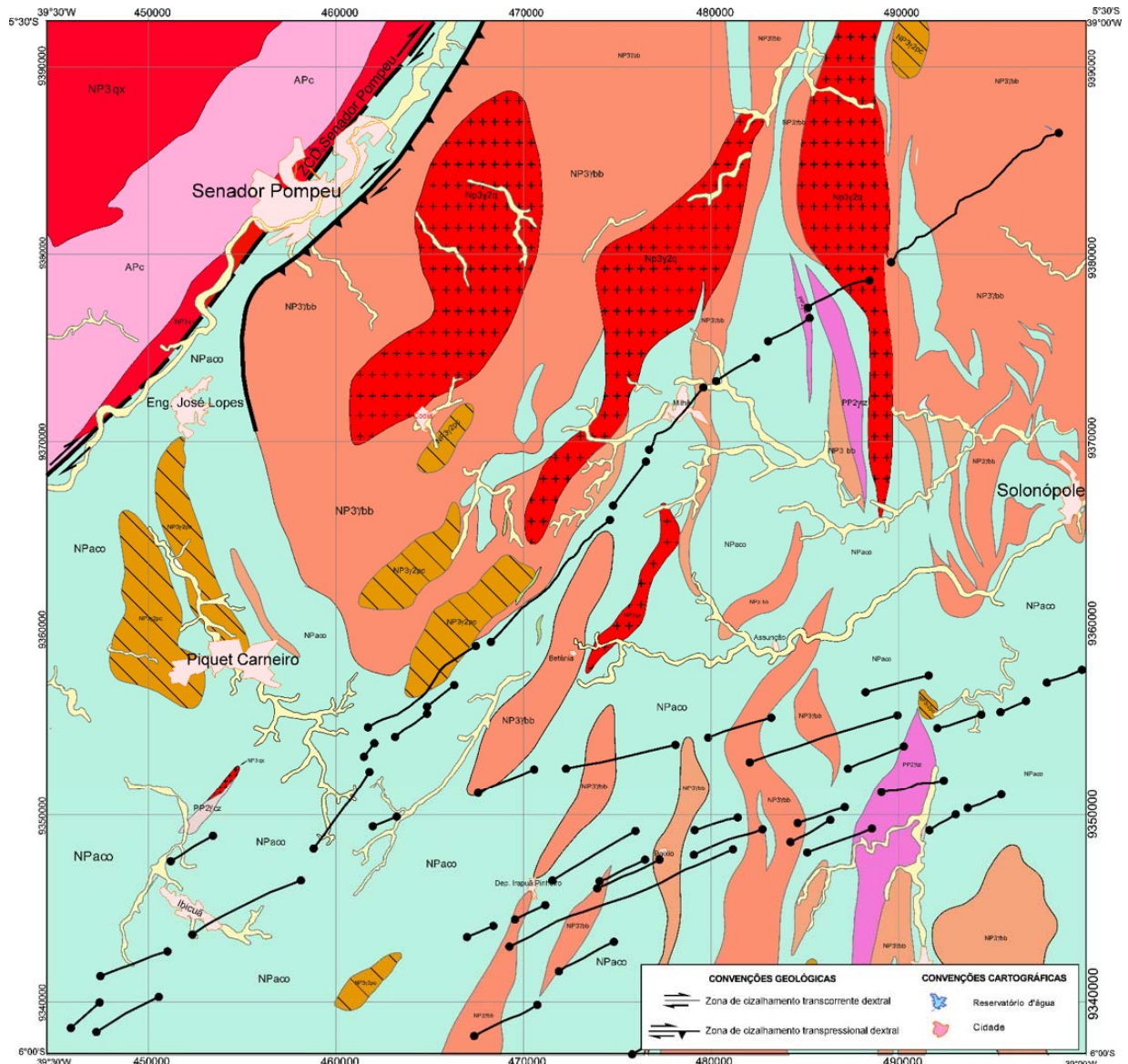


Figura 20: Carta geológica Senador Pompeu (SB.24-V-D-VI) (Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Programa Geologia do Brasil - Escala 1:100.000) (Fonte: Palheta et al. 2011).

A amostra LQ-01 é um escarnito, uma rocha calcissilicática gerada pela interação de fluidos hidrotermais com carbonatos podendo, portanto, ocorrer no contato entre rochas metamórficas paraderivadas e intrusões graníticas normalmente associadas a zonas de cisalhamento, uma condição mais evidente nas quatro folhas que limitam a Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (Quixadá, Quixeramobim, Itapiuna e Banabuiú).

O gnaiss leucocrático utilizado na confecção do machado polido LQ-07 está provavelmente associado, a leucossomas graníticos gerados por anatexia de metassedimentos aluminosos, uma condição também muito comum e encontrada regionalmente dificultando a identificação segura de prováveis áreas

No Brasil, alguns estudos sobre fontes de matéria prima lítica mostram a maior frequência do uso de rochas básicas ou as chamadas rochas verdes na elaboração de lâminas de machado polido (PROUS *et al.*, 2002; ALVES, 2010; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2014). Cerca de 90% das lâminas de machado observadas em coleções de Minas Gerais foram feitas a partir de rochas verdes, contendo olivina, principalmente gabro, doleritos, dioritos e anfibolitos (PROUS *et al.*, 2002).

Figueira Filho *et al.* (2014) relatam o predomínio do uso de diabásio e basalto para elaboração dos artefatos líticos polidos no Estado do Rio Grande do Norte. Referidos autores sugerem a preferência por ambas litologias no fabrico principalmente de machados, machadinhas, mãos-de-pilão e almofarizes pela sua densidade, dureza, resistência à compressão e suscetibilidade ao polimento.

Penha (2017) destaca que a textura afanítica, típica das rochas vulcânicas (basalto, riolito, andesito) é uma

característica facilitadora do lascamento controlado quando comparada às rochas ígneas com textura fanerítica.

Prous (2019) descreve os diabásios e basaltos como rochas de comportamento intermediário (semifrágéis) quanto às técnicas de fabricação, podendo ser lascadas, picoteadas (marteladas) ou polidas. Segundo Prous (2019) o polimento permite a obtenção de gumes resistentes e biconvexos, ideais para lâminas de machado.

Com relação ao uso de gnaisses e granitos como artefatos líticos polidos, existem poucas descrições na literatura arqueológica. Sendo raras ou inexistindo até o momento descrições do uso de rochas calcissilicáticas para confecção de artefatos líticos, especialmente a partir de escarnitos.

4. CONCLUSÕES

As análises de quantidades inferiores a dois gramas do pó de artefatos arqueológicos por DRX e EDS permitiram identificar, sem a necessidade de confecção de lâminas petrográficas, a sua composição mineralógica e química.

A maioria dos artefatos foi confeccionada a partir de basaltos e diabásios provenientes, muito provavelmente, das Folhas Senador Pompeu e Jaguaretama, onde ocorre faixa expressiva de rochas magmáticas cretáceas conhecidas como Enxame de Diques Ceará Mirim (EDCM). Os demais artefatos, constituídos de rochas calcissilicáticas e gnaiss leucocrático, provém de rochas precambrianas associadas a unidades paleo e/ou neoproterozóicas regionais sem definição clara de localização.

Especialmente no caso da Província Borborema onde existem inúmeras fontes

de matéria prima no embasamento cristalino, a preferência por basaltos e diabásios para a fabricação das lâminas de machado deve obedecer a critérios predefinidos que incluem não apenas a oferta, mas também, as propriedades físico-mecânicas das rochas, conforme sugerido em outras pesquisas sobre o assunto. Podendo ser citados a densidade, a resistência mecânica e a dureza, além do caráter isotrópico e de outras características intrínsecas que facilitem o uso das técnicas pré-históricas de lascamento, picoteamento e polimento.

Entre as vantagens da metodologia empregada estão o pequeno diâmetro e a profundidade da perfuração, a diminuta quantidade de material necessário para as análises, e a possibilidade de reaproveitar a amostra coletada para restauração do artefato. As vantagens apresentadas, somado ao fato de que a peça analisada possa retornar à exposição se necessário, tornam as técnicas empregadas nesta pesquisa promissoras para aplicação em outras coleções arqueológicas particulares ou expostas em museus.

Uma vez que existe grande número de artefatos líticos armazenados em museus e coleções particulares, as técnicas utilizadas nesta pesquisa representam uma alternativa consistente, voltadas a obtenção de informações sobre a área fonte de matéria prima usada na confecção dos artefatos. Podendo contribuir, ainda, para o mapeamento e prospecção de prováveis indústrias líticas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Jorge Simão, *in memoriam*, pelos esforços em manter e guardar a coleção de artefatos pré-coloniais, possibilitando que os moradores de Quixeramobim, sobretudo os estudantes

que lhe visitavam pudessem conhecer uma história que não estava escrita nos livros. De modo incansável, divulgava que essa cultura material “era fruto do nosso índio”. Ao Sr. José Simão, filho do Sr. Jorge, estendemos os agradecimentos por reconhecer a importância deste acervo para a pluralidade de expressões culturais ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M., CARNEIRO, C. D. R., MACHADO Jr., D. L., DEHIRA, L. K. Magmatismo pós-Paleozóico no nordeste oriental do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, p. 451-462. 1988.
- ALVES, D. M. **A Indústria Lítica do Sambaqui Mar Casado e Outros Sítios do Litoral do Estado de São Paulo**. 2010. 122f. Dissertação de Mestrado. Museu de Arqueologia e Etnologia. Universidade de São Paulo.
- BUCAILLE, R.; PESEZ, J-M. **Cultura Material**. In: Enciclopédia Einaud. IN-CM. V. 16. Lisboa. 1989. p. 11-47.
- FIGUEIREDO FILHO, O. A. de; ARAÚJO, A. G. de M.; SANTOS Jr., V. dos; MARQUES, M.; OLIVEIRA, D. L de; MUTZENBERG, D. Que Pedra é essa? A Natureza do Material Lítico na Pré-História do Rio Grande do Norte. **Fundamentos**, vol. 11, p. 26-47. 2014.
- MARQUES, M. **Grafismos rupestres do Sertão Central do Ceará: análise técnica e estado de conservação**. 2002. 102f. Dissertação de Mestrado. Departamento de História. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2002.
- MARQUES, M; HILBERT, K. Coisas colecionadas: um jeito (conceitual e intuitivo) de lidar com a cultura material. **MÉTIS: história & cultura**. v. 8, n. 16, p. 43-72, jul./dez. 2009.
- MARQUES, M; HILBERT, K. Coleções e Colecionadores: vozes da exposição. **Vestígios - Revista Latino-Americana de Arqueologia Histórica**. UFMG. Belo Horizonte. Vol. 6, n.2, p. 67-85, jul./dez. 2012.

- MATOS, R.M.D., The Northeast Brazilian rift system. **Tectonics**, vol. 11, p. 766-791. 1992.
- PALHETA, E. S. M. et al. 2011. Geologia e recursos minerais da folha Senador Pompeu: SB.24-V-D-V. http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/19027/3/mapa_geologico_senador_pompeu.pdf. Acesso em: 12 abr.2020.
- PARENTE, C. V.; ALMEIDA, A. R. de; ARTHAUD, M. 2008. Geologia da folha Quixeramobim: SB.24-V-D-III. <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/10464>. Acesso em: 12 abr.2020
- PEARCE, S. M. **Museums, objects, and collections: A Cultural Study**. England: Leicester University Press. 1992. 296p.
- PENHA, U.C. Jazidas de matérias-primas líticas brasileiras: Uma visão geológica. **Journal of Lithic Studies**. vol. 4, n. 3, p. 189-216. 2017. doi:10.2218/jls.v4i3.1624 Published by the School of History, Classics and Archaeology, University of Edinburgh ISSN: 2055-0472. URL: <http://journals.ed.ac.uk/lithicstudies/>
- PROUS, A. **Arqueologia Brasileira**. 2ª ed. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília. UNB. 1992. 613p.
- PROUS, A., ALONSO, M.; PILÓ, H.; XAVIER, L.; LIMA, A.; SOUZA, G. Os machados pré-históricos no Brasil: descrição de coleções brasileiras e trabalhos experimentais: fabricação de lâminas, cabos, encabamento e utilização. **Canindé**, Universidade Federal de Sergipe, vol. 2, p. 161-236. 2002.
- PROUS, A. **Arqueologia Brasileira: a pré-história e os verdadeiros colonizadores**. Cuiabá, MT: Editoras Archaeo, Carlini & Caniato Editorial. 2019. 880p.
- SILVEIRA, F.V. **Magmatismo Cenozóico da Porção Central do Rio Grande do Norte, NE do Brasil**. 2006. 195f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- TYLLEY, C. **Interpreting Material Culture**. In: THOMAS, J. Interpretative Archaeology: a reader. London; New York: Leicester University. 2000. p. 67-75.
- X-PERT Highscore Plus, Panalytical B.V. Almelo, Holanda, © 2001 Koninklijke Philips Electronics N.V. All rights reserved.



O Corpo (Rochoso e Humano) na Composição Gráfica: Arte Rupestre no Sítio Casa de Pedra em Ibiapina Estado do Ceará, Brasil

Marcélia MARQUES¹; César Ulisses Vieira VERÍSSIMO²;
Pedro Edson Face MOURA³; Jefferson Lima dos SANTOS⁴

RESUMO: Os estudos de arte rupestre no Brasil, quando da definição de tradições, tem se pautado, sobretudo, nos componentes estéticos composicionais dos grafismos, sobre a técnica de realização e, ainda na localização regional dos mesmos. Nesse trabalho, tendo como estudo o sítio de arte rupestre Casa de Pedra, propomos a ampliação de perspectiva ao se incluir a plasticidade do corpo rochoso, o suporte, a tela rupestre, onde elementos da rocha foram agenciados na elaboração dos grafismos. No ato de pintar e gravar, os autores gráficos recorreram às marcas geológicas visibilizadas nos painéis e as incluíram em seus atos criativos. Ainda no plano da elaboração pictórica, na extensão do contato com a rocha e com as substâncias geoambientais, quando da confecção e utilização de pigmentos, os artistas vivenciaram experiências sensoriais também dimensionadas no universo da arte e do estar na paisagem. A equivalência entre os traços elaborados pelos artistas pré-coloniais e o conjunto das estratificações geradas durante a deposição dos arenitos paleozóicos, assim como as marcas de percolação de água rica em ferro subatuais, sugerem a composição das pinturas a partir das sensações desses artistas sobre os elementos geológicos e físicos da paisagem em seus agenciamentos sígnicos.

Palavras-chave: arte rupestre, geoarqueologia, composição gráfica, sentidos corporais.

ABSTRACT: *When defining traditions, rock art studies in Brazil have been based on the compositional aesthetic components of graphics, on the technique of realization and, even on their regional location. In this work, taking as a study the rock art site Casa de Pedra, we propose the expansion of perspective by including the plasticity of the rocky body, the support, the rock canvas, where elements of the rock were assembled in the elaboration of the graphics. In the act of painting and engraving, graphic authors used the geological marks visible on the panels and included them in their creative acts. Still in terms of pictorial elaboration, in the extension of contact with the rock and geo-environmental substances, when making and using pigments, the artists experienced sensory experiences that were also dimensioned in the universe of art and being in the landscape. The equivalence between the traces elaborated by the pre-colonial artists and the set of stratifications generated during the deposition of the Paleozoic sandstones, as well as the percolation marks of sub-natural iron-rich water, suggest the composition of the paintings based on the feelings of these artists about the geological and physical elements of the landscape in their signage assemblages.*

Keywords: *rock art, geoarcheology, graphic composition, bodily senses.*

¹ Núcleo de Arqueologia e Semiótica do Ceará (NARSE) – Universidade Estadual do Ceará

² Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará

³ Pós-graduação em Geografia – Universidade Federal do Ceará

⁴ Universidade Federal do Ceará – Bolsista DTI-C/CNPq – LAGETEC/DEGEO

Autor para correspondência: Marcélia Marques

Universidade Estadual do Ceará – Centro de Humanidades, Faculdade de Educação Ciências e Letras do Sertão Central – Av. José Queiroz Pessoa, 2554 - Planalto Universitário - Quixadá, CE - CEP 63900-000
E-mail: marcelia.marques@uece.br

1. INTRODUÇÃO

No topo da Serra da Ibiapaba, localizada na porção Noroeste do Estado do Ceará, em meio a uma vegetação arbustiva entrecortada por vegetação arbórea de médio porte, localmente denominada de “carrasco”, se visibiliza o abrigo sob-rocha arenítica denominado Casa da Pedra. O suporte rochoso, ou tela rupestre, se constitui de rocha arenítica onde os artistas pré-coloniais o recobriram com pinturas e os talharam com gravuras, num contexto gráfico também demarcado por superposição. Fenômenos demarcados pelo intemperismo impossibilitam a percepção da integridade do painel,

especialmente em função da erosão e de deslocamento na sua porção central, onde algumas pinturas e gravuras se apresentam descontínuas devido a fragmentação do afloramento rochoso

Ainda na década de 1950 Thomaz Pompeu Sobrinho registrou sítios de arte rupestre na área por ele denominada de Planalto da Serra da Ibiapaba, notadamente na cidade de Viçosa (POMPEU SOBRINHO, 1956). O sítio Casa de Pedra está numa região fronteira, de acordo com divisões geográfico-políticas, entre os municípios de Ibiapina, onde se localiza, e o município de Ubajara situado logo a norte (Figura 1).



Figura 1: Localização da área de pesquisa no contexto do estado do Ceará e do município de Ibiapina.

Os arenitos onde se localiza o sítio arqueológico pertencem a Formação Tianguá, membro intermediário do Grupo Serra Grande com idade neo-siluriana e representam o registro de ambiente plataformar marinho raso formado durante a invasão do mar sobre o continente sulamericano no Paleozóico (e.g., GÓES & FEIJÓ, 1994; GRAHN *et al.*, 2005). Os sedimentos das Formações Ipu (inferior), Tianguá (intermediária) e Jaicós (superior) constituem registros do primeiro ciclo transgressivo-regressivo completo da Bacia

do Parnaíba, o qual inicia com sedimentos depositados em ambiente continental fluvio-glacial, sobreposto por sedimentos de mar raso (nerítico) e retornando às condições continentais (fluvial entrelaçado) (e.g., CAPUTO, 1984; CAPUTO & LIMA, 1984; SILVA *et al.*, 2003; VAZ *et al.*, 2007).

O relevo local é caracterizado por pequenas mesas orientadas noroeste-sudeste e morros arredondados com amplitude média de 30 metros e cota máxima de 760 metros, com topos planos formados por dissecação típica em relevos

Revista de Geologia 32 (2), 2019.

tabulares (Figura 2). O curso de água mais importante da área possui orientação aproximada N-S e é afluente pela margem direita do rio Pejuaba que abastece no sentido oeste, a sub-bacia do baixo Parnaíba (PNRH, 2006). Na frente da mesa onde se situa o sítio, resta um morro protegido pela camada superior de arenito mais resistente, que testemunha o prolongamento do relevo para sul-sudeste e marca a antiga posição da escarpa,

anterior a incisão do relevo e da erosão que isolou o morro testemunho. As observações de campo sugerem a influência da ação de curso de água superficial tanto na formação do morro testemunho quanto na gênese do abrigo na rocha arenítica.

A imagem tomada com levantamento aerofotogramétrico a 50 metros da superfície mostra detalhe da localização do abrigo onde se situa o sítio Casa de Pedra (Figura 3).

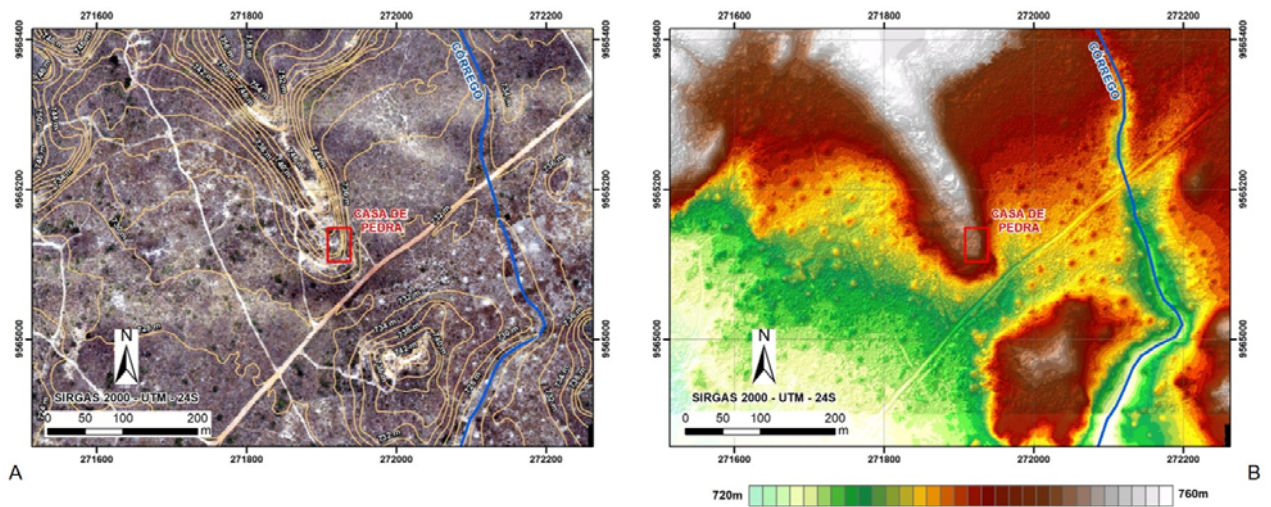


Figura 2: Detalhe do relevo local onde se situa o Abrigo Casa de Pedra elaborado a partir do levantamento aerofotogramétrico. (A) ortofoto com curvas de nível topográfico, drenagem, estradas e principais acessos. (B) modelo digital de elevação (MDE) com classes altimétricas diferenciadas em cores.

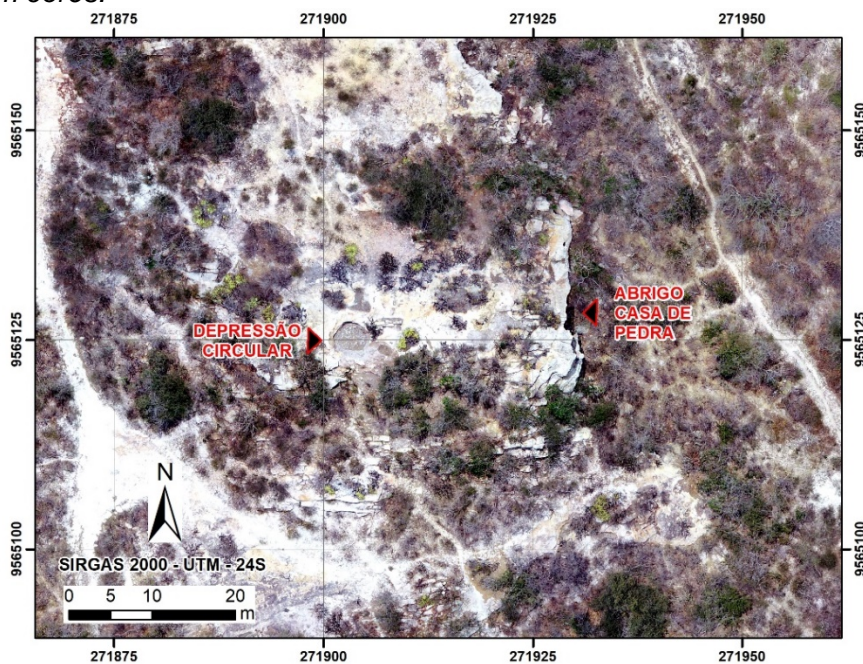


Figura 3: Localização do sítio Casa de Pedra. A imagem corresponde a um detalhe da área delimitada com um quadrado de contorno vermelho na Figura 2. A seta no lado oposto a entrada, indica depressão circular e zona de acumulação de água no período chuvoso.

Toda a face do suporte rochoso voltado para leste tem registros de pinturas, de gravuras e de concavidades na rocha, *cupules*, algumas simetricamente alinhadas, conforme serão mostradas a

seguir (Figura 4). Há ainda, o que a princípio denominamos pilões por serem depressões côncavas e com indícios de polimento (Figura 5).



Figura 4: Vista frontal do painel do Sítio Casa de Pedra evidenciando as pinturas, gravuras e as concavidades geradas pela erosão hídrica.



Figura 5: Detalhe dos pilões na base do suporte do abrigo rochoso (indicados por setas). Vista lateral da Figura 4.

A arte rupestre do Brasil tem sido demarcada por estudos de pintura rupestre em diversas regiões, sobretudo na região Nordeste (GUIDON, 1992; MARTIN, 1999; PROUS, 2019; PESSIS & GUIDON, 2000; ETCHEVARNE, 2007; PESSIS & MARTIN, 2014). As classificações em tradições de arte rupestre, no Brasil, também elegeram, além dos componentes gráfico-estéticos, as técnicas de elaboração das pinturas como elemento de diferenciação. Nesta perspectiva, foram priorizados os elementos utilizados quando da execução das pinturas, tais como dedos, galhos de árvores e carimbos, para citar exemplos. A nossa proposta de estudo, num primeiro momento, apenas considerou um reconhecimento taxonômico de tradições visando situar o sítio Casa da Pedra no âmbito dos estudos numa perspectiva regional, para em seguida, centrar a atenção, predominantemente, nos agenciamentos de elementos rochosos do suporte/painel, tais como marcas ou cicatrizes que foram eleitos na composição das pinturas. Em vista disso, foi necessário analisar a gênese do suporte/painel com o intuito de se identificar os processos geológicos que concorreram para formar e definir as marcas da estratificação, do escorrimento de óxido e cicatrizes quando da formação de pisólitos. Esses fenômenos naturais foram os principais elementos agenciados na composição/elaboração de alguns dos grafismos realizados no painel de arte rupestre do sítio Casa da Pedra, fenômeno este observado também na região do Sertão Central do Ceará, em rochas do embasamento cristalino (MARQUES, 2002; 2009). Estudos análogos, ao se agenciar elementos da rocha na composição da arte rupestre, também foram desenvolvidos na Bahia (ETCHEVARNE, 2007) e no Seridó

Potiguar (NASCIMENTO & SANTOS, 2013).

2. GÊNESE DO CORPO ROCHOSO

A gênese do suporte rochoso está relacionada à ação de fluxo aquoso erodindo os arenitos paleozóicos da Bacia do Parnaíba. A análise do painel que contém as pinturas sugere uma evolução policíclica do suporte em estágios, que iniciaram em fase mais úmida e com presença de drenagem ativa provocando a abrasão e formação do painel em dois períodos (indicado pelas setas pretas). As curvas de nível (linhas tracejadas vermelhas) marcam as diferentes posições do nível freático neste primeiro ciclo e sugerem a migração da drenagem em direção ao nível de base atual situado a leste. Um segundo ciclo marca a erosão interna de porções do abrigo pelo fluxo de água proveniente da infiltração pluvial através dos arenitos (seta branca) (Figura 6).

Em ambas as fases, a erosão basal promoveu o abatimento de parte do teto, com a queda de blocos métricos controlado pelo deslocamento segundo os planos de acamamento sedimentar (estratificações) seccionados por fraturas subverticais orientadas na direção Leste-Oeste.

A figura 7 ilustra o modelo evolutivo em diferentes escalas de observação, no âmbito da paisagem e do abrigo, com seus respectivos estágios e fases.

A figura 8 representa o segundo estágio proposto para formação do abrigo a partir da seção 4.1 da figura 7, com as principais feições ilustradas ao lado das seções.

O segundo estágio pode ser comparado aos modelos existentes para gênese de outros abrigos, onde estruturas

pré-existentes influenciam no aprofundamento e recuo da cavidade (FARRAND, 2001; BURNS & RABER, 2010). Entretanto, no caso do Abrigo Casa de Pedra, dois aspectos relevantes que influenciam na sua formação devem ser considerados: a geometria sub-horizontal dos sets de estratificação, com mergulhos suaves no sentido da vertente (encosta livre) e o conjunto de fraturas subverticais que seccionam a rocha sedimentar. Neste caso as fraturas canalizam e concentram a

água pluvial para, posteriormente circular lentamente através dos planos de estratificação, em direção a face livre da vertente (Figura 8).

Em uma fase seguinte ocorre o colapso de blocos métricos do teto por alívio de tensão e peso segundo os planos de acamamento sedimentar (estratificações) seccionados por fraturas subverticais orientadas Leste-Oeste (Figura 6).



Figura 6: Feições sugestivas sobre a gênese do abrigo. Linhas tracejas vermelhas numeradas com 1 e 2 marcam diferentes posições do nível freático. Setas pretas indicam as superfícies polidas de abrasão pela água. A seta branca indica fluxo aquoso no sentido contrário, proveniente de infiltração pluvial e marcam o processo de formação de alvéolos e ampliação de cavidades de erosão, com subsequente destruição do painel. A frente do abrigo observa-se blocos métricos colapsados do teto.

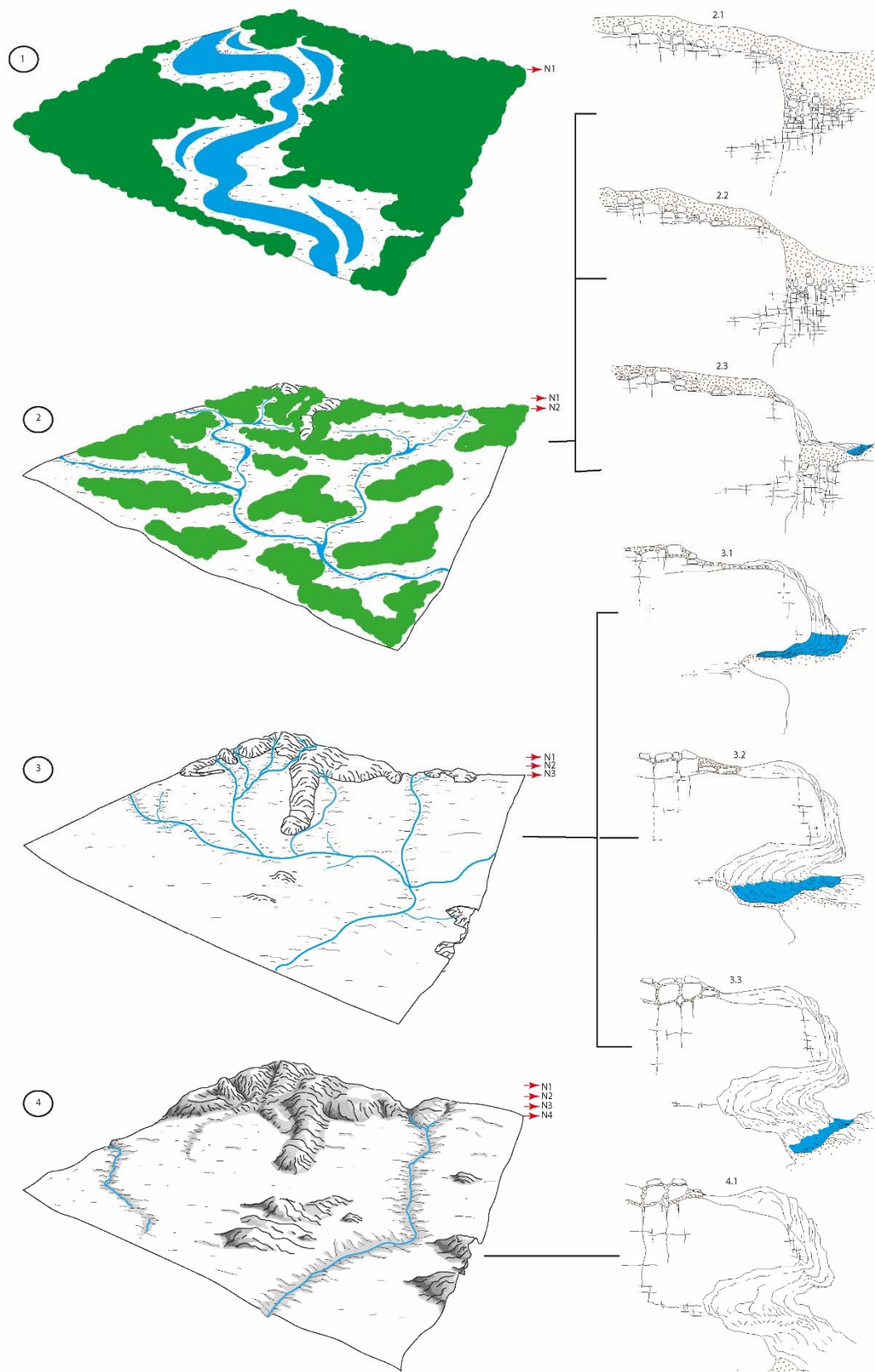


Figura 7: Modelo esquemático de evolução da paisagem (esquerda) e do abrigo (direita) relacionado ao primeiro estágio em clima úmido. N_1 a N_4 a direita do bloco diagrama correspondem a níveis progressivos da dissecação do relevo. O Bloco diagrama de nº 4 e a seção transversal correspondente do abrigo a sua direita (4.1) registram a formação do painel após o primeiro estágio e antecedem a fase em clima mais seco que marca o início do segundo estágio.

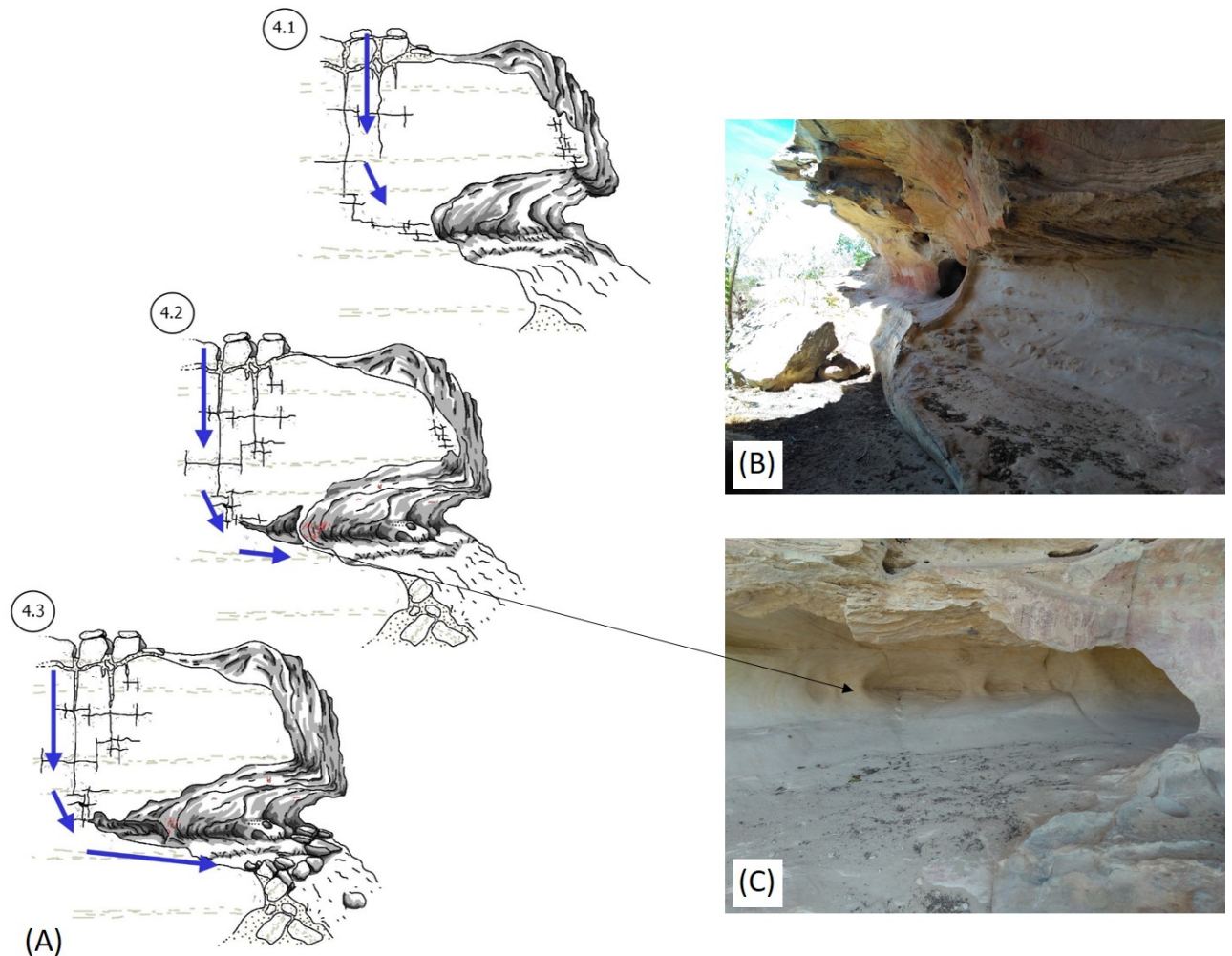


Figura 8: Modelo esquemático de evolução do abrigo durante o segundo estágio (A). A lenta infiltração da água pluvial através de fraturas conectadas com planos de estratificação subhorizontais a montante do abrigo levam a formação de alvéolos de erosão, a destruição do painel contendo os grafismos e consequente queda de blocos (A: seções 4.2 e 4.3). As imagens à direita do modelo ilustram: a erosão da porção central do painel, antes contínuo (B); e, detalhe de alvéolos de erosão elípticos no interior do abrigo, gerados pela percolação de água segundo os planos de estratificação do arenito (C).

Os grafismos foram realizados sobre a superfície contínua do abrigo após o primeiro ciclo. A existência de elementos gráficos incompletos, as marcas de água e os alvéolos de erosão, a montante da superfície que configura o painel, indicam a progressão da erosão com formação de novas cavidades nas porções mais internas do painel central (Figura 9).

Como parte da composição do painel e suporte rochoso observa-se com grande frequência crostas avermelhadas ou ocre-amareladas concordantes e discordantes as estruturas sedimentares, segundo 258

planos de fraturas e outras superfícies expostas. Em função da elevada porosidade primária dos arenitos é comum a presença de manchas amarronzadas que marcam o caminho de percolação da água fluindo através da rocha, especialmente controlada por planos de estratificação e fraturas, mas também fluindo por gravidade sobre outras superfícies livres ou planos inclinados.

Uma vez que o ferro apresenta grande mobilidade em condições superficiais a formação tanto das crostas como das concreções ferruginosas presentes nos
Revista de Geologia 32 (2), 2019.

arenitos pode ter origem a partir da existência pretérita de minerais (micas, sulfetos ou óxidos) no ambiente sedimentar, que contenham ferro no estado bivalente. As variações climáticas entre

condições secas e úmidas podem levar a mobilização do ferro a partir do intemperismo destes minerais, e a geração das crostas ou concreções contendo hematita e goethita (Figura 10).



Figura 9: Erosão do painel e destruição da arte rupestre. A seta indica a ruptura da continuidade do grafismo pela erosão interna do painel provocada pela água de infiltração associada ao segundo ciclo.



Figura 10: (A) crostas superficiais e (B) concreções ferruginosas, formadas pelo intemperismo químico sob influência da água nos arenitos.

A formação das crostas e concreções circulares semelhantes a pisólitos mas com núcleos “ocos” tem origem, provavelmente supergênica e, é nitidamente tardia as estruturas sedimentares, pois se

sobrepõem a estas. A ausência de esferas sólidas no interior das concreções sugere erosão dos componentes originais que continham o ferro bivalente (Figuras 10B e 11).



Figura 11: Concreção ferruginosa nos arenitos da Formação Tianguá. Os traços pretos indicam a orientação aproximada dos planos de estratificação cruzada na amostra.

3. O AGENCIAMENTO CORPORAL E GRÁFICO-GEOLÓGICO

A arte rupestre, na medida em que é formada por elementos naturais acrescidos ou subtraídos por ações humanas, pode ser inserida numa configuração territorial, que se mostra dinâmica ao englobar as coisas naturais e a herança social, segundo a perspectiva do geógrafo Milton Santos (SANTOS, 2002; 2004). Neste sentido, os aspectos fisiográficos e a agência humana resultam em interações que extrapolam a concepção simplista de ambientes naturais, apenas percorridos pelos grupos humanos, pois passam a ser, sobretudo, territorializados pela transformação destes. Sob um viés arqueológico, Felipe Criado considera que os resultados das ações sociais são motivados pela vontade de visibilidade ou invisibilidade. Nas interferências onde a visibilidade é manifestada pela vontade, e ainda, quando é presidida de uma agência no plano ideológico, as decorrências culturais se constituem em efeito dessa própria vontade (CRIADO, 1998). O antropólogo Alfred Geel aponta claramente que a agência social

não se restringe a conexões na dimensão das realizações físicas, na medida em que o êxito é decorrente de atos mentais, da intenção e da vontade (GELL, 2016). A perspectiva que alude à agência social no ambiente concorre para se dimensionar o encontro do corpo humano e do corpo rochoso, quando da composição do agenciamento gráfico e de outras experiências sensoriais, por homens e/ou mulheres, no período pré-colonial no sítio Casa de Pedra. Nesse sentido, a atividade perceptiva não se restringe apenas à operação da mente, e sim, ao movimento intencional e indissociável do corpo e da mente no ambiente (INGOLD, 2000).

No ato pictórico, numa ação sensorial corpórea e mental, foram percebidas as marcas geológicas e as mesmas foram selecionadas para se delinear formas gráficas, no suporte rochoso, um dos componentes do ambiente. Estendendo essas ações para a dimensão do olhar, esse, especificamente, “envolve, apalpa, esposa as coisas visíveis” (MARLEAU-PONTY, 2012: 130). Embora, neste sentido, a visão tenha sido metaforizada

pelo sentido tátil, “apalpa [...] as coisas visíveis”, ainda assim, o olhar assume o ‘lugar corpóreo’ por excelência quando do encontro do humano com uma materialização natural da paisagem, o corpo rochoso. No entanto, a visão não é apenas o sentido em que se opera o ato de criação artístico pré-colonial, pois o corpo humano, como um todo, em seus múltiplos sentidos, é convocado para o ato criativo. Yannis Hamilakis ao refletir sobre a autonomia da visão e da compartimentação das experiências sensoriais afirma que:

“[...]los regímenes sensoriales dominantes de la modernidad occidental promovieron la individualización y fragmentación de la experiencia sensorial y de la autonomía de la visión, hubo siempre contextos sensoriales alternativos y subalternos que permitieron que tuvieran lugar experiencias sinestésicas y multisensoriales. [...]”¹ (HAMILAKIS, 2015).

Predominantemente as pinturas do sítio Casa de Pedra foram elaboradas com os dedos, assim se apresentam pela espessura dos traços. Os dedos, para além do delineamento de grafismos, retêm as sensações na identificação da espessura da tinta, numa simbiose sensorial com o olhar, contribuindo para a decisão do ‘ponto do preparo’ em que os pigmentos estão propícios para serem empregadas no ato de pintar. Substâncias líquidas podem ter sido acrescidas ao óxido de ferro, a base das tintas pré-coloniais, imprimindo sensações táteis quanto à percepção da consistência dos pigmentos. Numa alusão etnoarqueológica foram inscritas as criações da arte das índias Tremembé, habitantes da comunidade Varjota, no município de Acaraú, no Ceará, que tradicionalmente realizam pinturas murais,

onde preparam pigmentos com sedimentos, à base do óxido de ferro, extraídos das margens do rio Aracati-Mirim (MARQUES & LAGE, 2010). O procedimento de confecção dos pigmentos se dá por decantação em que o preciosismo desta ação envolve a sensorialidade cadenciada pelo tato e visão. Aliado a isso, os gestos, as escolhas técnicas e as realizações são vivenciadas na amplitude da experiência sensorial. Os sentidos não são passivos, meros receptores de informações, na medida em que são construídos socialmente (PELLINI, 2014).

O agenciamento da materialidade das marcas no suporte rochoso e o delineamento dos grafismos, material e simbolicamente elaborados, demarcam um encontro de releituras na formação de ‘lugares pictórico-arqueológicos’, quando do conhecimento do abrigo. Decorrendo deste modo, um ambiente ressignificado com a arte, em que elementos constituintes da rocha foram visibilizados, tocados e agenciados para resultar em composições gráficas. Na medida em que a natureza da rocha fora incorporada ao processo de elaboração dos grafismos, ocorre uma dupla visibilidade, a manifestada naturalmente na rocha e a elaborada artisticamente na manifestação cultural, onde se operou um desejo de remarcar, reavivar, reproduzir e incorporar elementos que reforçam o que previamente já estava posto pela natureza. Essa abordagem acerca desses lugares se aproxima de alguns pressupostos das biografias das paisagens, na medida em que o ambiente, a ecologia, não são apenas percebidos em suas constituições fisiográficas, mas interpretados em seu potencial polissêmico

¹ [...]los regímenes sensoriales dominantes da modernidade ocidental promoveram a individualização e fragmentação da experiência sensorial e a autonomia da visão, sempre houve

contextos sensoriais alternativos e subalternos que permitiram que experiências sinestésicas e multissensoriais ocorram. (Tradução livre).

(MIOTTI, HERMO, 2011). Nesta perspectiva se observa que a estratificação natural da rocha, em camadas sobrepostas paralelas, “inspirou”² a ressignificação do(s) artista(s) ou da(s) artista(s) na criação da composição gráfica. Com pigmento à base do óxido de ferro, elaboraram traços paralelos em alusão a estratigrafia natural da rocha com os dedos, os pincéis metafóricos, na experiência da sensorialidade tátil (Figura 12), que delinearam as cores, na pintura, e talharam

a rocha, na gravura, reconhecendo a textura e resistência da rocha. O paralelismo das formas muitas vezes varia ao longo de uma seção ou corte em função das formas de leito, da energia e regime de fluxo, e de mudanças de direção do agente de transporte no ambiente sedimentar. Desta forma, existem estratificações plano-paralelas e cruzadas no domínio do abrigo e cortes segundo planos variados de observação.

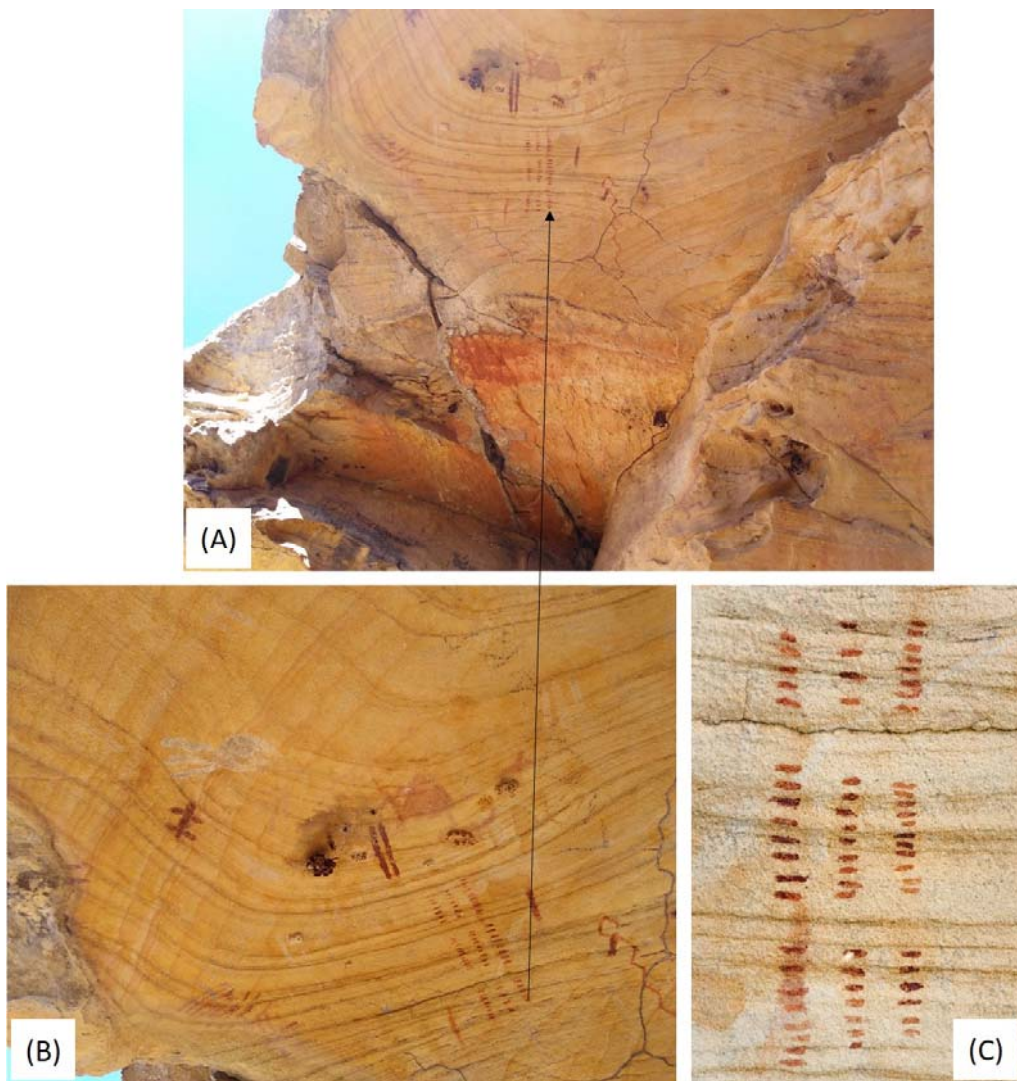


Figura 12: Colunas de grafismos em traços paralelos curtos, concordantes aos planos de estratificação dos arenitos. (A) Teto do abrigo no setor leste, com a seta indicando posição das pinturas no painel. (B) Detalhe da foto anterior. (C) Maior detalhe de B, da pintura realizada com dedo, em traços paralelos à estratificação primária do arenito.

² Esta inspiração é empregada no sentido de haver uma elaboração pictórica semelhante a

estratificação paralela natural no painel do sítio Casa de Pedra.

As marcas naturais da rocha, na visibilidade do painel e pela experiência tátil de descontinuidade, também se constituíram como referências limitantes da composição gráfica. Desse modo, há no painel alguns grafismos que seguiram bandas ou alinhamentos de estratificação como referência/limite. A Figura 13 apresenta grafismos alusivos a uma grega, que tem como limite superior um plano de estratificação na rocha arenítica.

No painel de arte rupestre há ainda, escorrimentos verticais a subverticais de óxido de ferro, resultantes de processos de

intemperismo químico. No que diz respeito aos processos criativos ainda dos componentes pictóricos, se observa que há traços de pinturas, também paralelos, em alinhamento semelhante a essas marcas de oxidação natural (Figura 14). Em alguns trechos dessa composição gráfica, se constata que também houve recobrimento/reavivamento com o ato de pintar essas manchas de escorrimento do óxido de ferro. Na figura 6 se observa acima a semelhança pictórica com a estratificação natural da rocha e abaixo, a repintura das marcas de óxido de ferro naturalmente resultante de processos intempéricos.



Figura 13: Grafismo que tem a parte superior limitada pelo plano da estratificação sedimentar no arenito.



Figura 14: Repintura de escorrimentos de óxido de ferro por artistas pré-coloniais. As linhas acompanham a inclinação do painel e geralmente se originam a partir de plano paralelo ao acamamento sedimentar que limita os diferentes conjuntos de estratificações onde ocorre a percolação da água de dentro para fora do painel.

Do mesmo modo, as marcas de pisólitos naturalmente presentes na área inferior do painel de arte rupestre, também inspiraram a composição gráfica de algumas gravuras rupestres deste sítio. Neste sentido se observam cúpulas ou *cupules* imediatamente alinhadas a uma cicatriz de pisólito (Figura 15), em que ao se desprender o óxido de ferro resulta numa concavidade semelhante as cúpulas realizadas pela ação humana. Ainda em se tratando da inspiração pelas marcas de cicatriz de pisólitos, há uma gravura que tem como centro a cicatriz natural do

pisólito e linhas radiais, que partem desse centro, gravados, na rocha arenítica (Figura 15 A).

Essas gravuras envolvendo técnicas de polimento e picoteamento vão encontrar correspondência técnica em pilões, ou concavidades trabalhadas pela mão humana. Essas materialidades estão posicionadas em vários locais ao longo do painel, sobretudo na área inferior, ou mesmo abaixo da linha de pinturas do painel de arte rupestre, no que denominamos primeiro patamar do sítio Casa de Pedra (Figura 15 B).

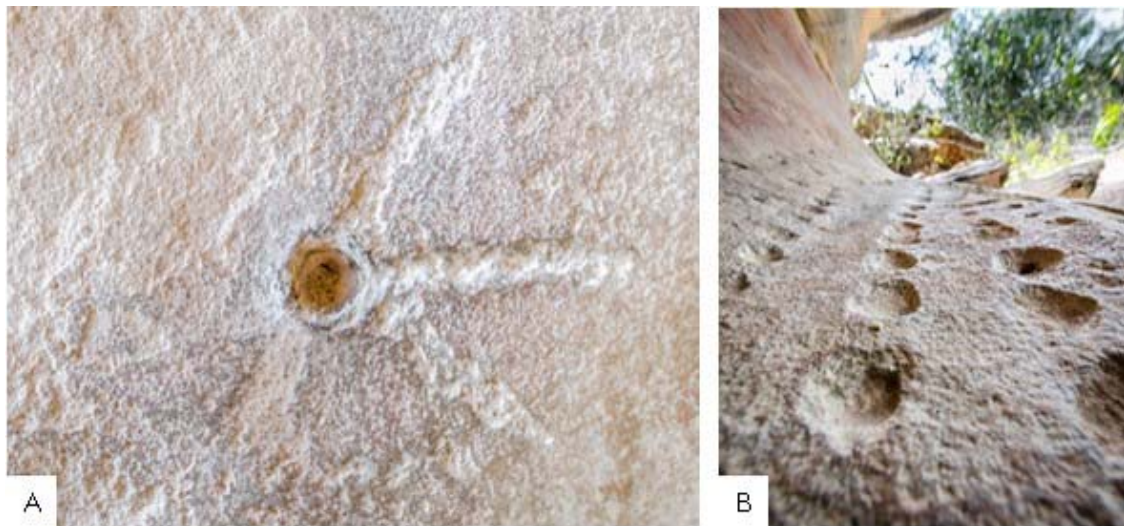


Figura 15: A. À esquerda raios gravados e direcionados a partir da cicatriz do pisólito. B. À direita, alinhamento de cupules 'imitando' a cicatriz de pisólito.

Mesmo não estando no mesmo universo de criações artísticas, estes pilões ou concavidades trabalhadas por algumas técnicas de polimento podem estar associados a algum momento da realização das pinturas, como por exemplo, recipientes de substâncias utilizados para aquele fim, ou ainda, instituir-se como elementos adotados ou agenciados em algumas atividades neste abrigo, tais como processamento de vegetais ou acondicionamento de substâncias.

É possível se estar falando de sociedades de agricultores pré-coloniais? De popula-

ções indígenas na altura de contatos interétnicos com outras populações, na altura do contato com os conquistadores no processo de colonização? Neste sentido, o painel de arte rupestre poderia estar interagindo com outras materialidades que estão presentes no sítio. E ainda, o que pretendemos destacar são alguns aspectos crono-espaciais, pois nesse sítio há vestígios diversos referentes às pinturas rupestres, gravuras, bloco/estrutura rochosa compostas por concavidades polidas, em conjunto, ou isoladamente (Figura 16)

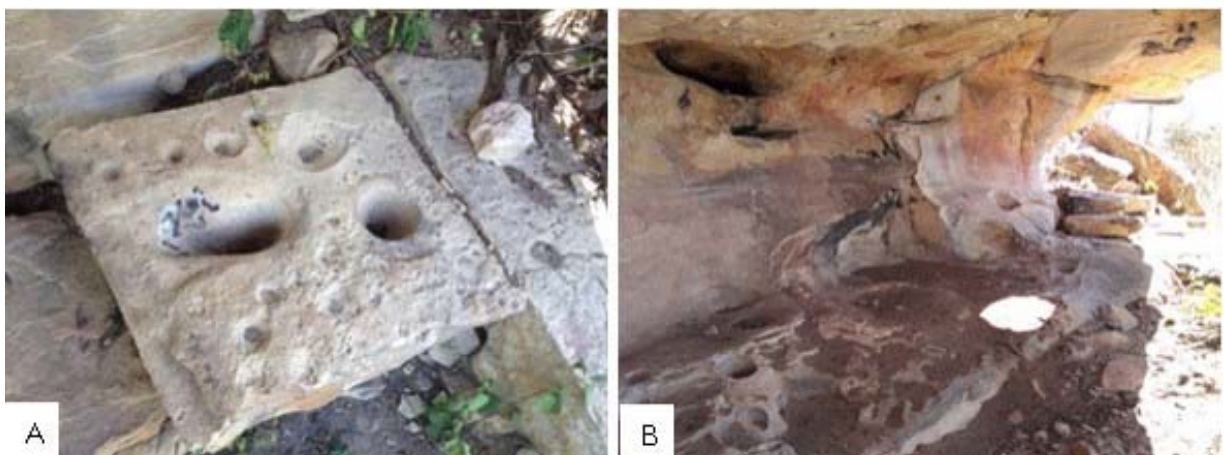


Figura 16: A: Bloco com vários pilões insculpidos, situado na porção Norte do abrigo. B: À direita, no canto da foto, pode ser visualizado vários pilões distribuídos na base, ou primeiro patamar do abrigo.

A concepção dessas materialidades pode ter ocorrido em diferentes momentos, na medida em que as gravuras se sobrepõem às pinturas provocando inclusive, parte da destruição desta. E isso pode ser um 'sinal' de ocupação posterior. Deste modo, esse lugar pode ter sido visitado, por períodos mais curtos ou prolongados, em diferentes temporalidades. A cada vez, metafóricamente, eram tecidas "novas camadas" de materialidades decorrentes dos acontecimentos sócio-culturais, religiosos, econômicos e políticos no pretérito. O horizonte cronológico nesse espaço, outrora habitado por pessoas que imprimiram e sentiram de diversas maneiras suas vivências, poderia ser representado por um grafismo alusivo à atividade de caça, conforme um propulsor pintado no painel. Ou ainda, pela presença de pilões que possam ter sido utilizados por aqueles que conheciam o processamento de vegetais, os agricultores, assim como por aqueles que, porventura, os tivesse incorporado a atividade da pintura, os empregando na confecção dos pigmentos da tinta pré-colonial. No entanto, estamos diante de uma variedade de signos-objetos, em que se torna limitante reconhecê-los isoladamente, tendo em vista sua cadeia de circularidade. Não sendo, portanto, estagnados, esses signos são reconduzidos uns aos outros mediante a dinamicidade das ações (MARQUES, 2016). Cronologicamente, esse sítio poderá ser mais bem elucidado com datações radiocarbônicas que venham a serem realizadas no futuro.

4. CONCLUSÃO

O conhecimento da gênese do painel, dos constituintes materiais dos mesmos, da seleção dos minerais para a confecção de

pigmentos, da localização do abrigo, das escolhas das áreas dos suportes rochosos a serem pintadas e gravadas, revelam o conhecimento 'empírico-sensorial' das populações pré-coloniais acerca dos elementos propiciadores para as criações artísticas. Essas materialidades também se constituem em 'dados' para o conhecimento científico interdisciplinar quando da associação de materialidades com as expressões simbólico-ideológicas que favorecem o pensamento geoarqueológico, como aqui também estamos tratando. Na dimensão da arte rupestre, as 'marcas naturais e as cicatrizes' na rocha que suscitaram a elaboração de grafismos e que foram, de certo modo, incorporadas ao *corpus* gráfico do sítio Casa de Pedra apontam para um conhecimento de alguns elementos dos constituintes rochosos. E ainda, os homens e/ou mulheres pré-coloniais e coloniais, em que esses, porventura, vieram posteriormente vivenciar o abrigo, de acordo com o que possa apontar as datações geocronológicas, o elegeram e agenciaram contextos paisagísticos em novas reconstruções sígnicas-sensoriais.

As influências que afetaram os artistas ou as artistas no plano da natureza, do próprio contato com a feição natural do 'painel de arte rupestre' ou 'tela rupestre', ocorreram na vivência do contato direto entre o corpo rochoso e o corpo humano. O abrigo ganha nesse momento uma dimensão cultural ao serem eleitas algumas marcas, pela visibilidade e tato, que compõem o saber, da natureza que agora se torna 'animada' pelo corpo humano e vice-versa, e que resultarão em criações no plano da arte. Diante dessa seleção, a partir da experiência corporal na área do painel, todo o abrigo se torna imanado de manifestação humanizada pela arte. Esse corpo rochoso foi percebido em sua

dimensão material geológica, com feições e traços que se tornaram alvo de visibilidade e de conhecimento por aqueles que pintaram algumas de suas faces. Além da percepção, a paisagem, enquanto ambiente onde se estendem vivências humanas, é sentida por múltiplas sensações, pelo contato dos pés que se apoiam em diferentes texturas rochosas, pelo toque dos dedos ao pintarem os painéis, pela audição da água que escorria pelo painel, deixando marcas de percolação – conforme se demonstrou quando da presença da água na formação do abrigo e, ainda, pela sonoridade dos golpes e polimentos que foram impressos quando da elaboração das gravuras. Esses regimes de experiência demonstram que a criação artística não se reserva apenas ao olho que vê, na medida em que são potencializados outros sentidos. Para além de imitação da natureza, houve uma regência de materialidades, de sensações corporais e de signos, em que a natureza da rocha fora sentida quando da elaboração da arte rupestre e, por assim ser, eclodiu em paisagem.

Agradecimentos

A realização deste trabalho se deu mediante o apoio da Prefeitura Municipal Ubajara, onde ocorreu o VI GEGAL (VI Encontro de Geoarqueologia da América Latina) tendo, ainda, viabilizado a logística de campo no município vizinho, Ibiapina. O Secretário de Cultura e Turismo de Ubajara, Glauco Sousa, esteve presente em vários momentos para que esse encontro tivesse êxito. Nossos agradecimentos são na mesma proporção para o chefe do Parque Nacional de Ubajara Gilson Mota e a Analista Ambiental Nágila Campos, ambos do ICMBio, os quais, desde o início das pesquisas, não mediram esforços para revelar-nos os

aspectos culturais e ambientais do Parque Nacional de Ubajara e de sua área de amortecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURNS, J.A.; RABER, P.A. Rockshelters in Behavioral Context: Archaeological Perspectives from Eastern North America. **North American Archaeologist**, vol. 31, n.3-4, p. 257-285, 2010.
- CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of Northern Basins of Brazil**. 1984. 586 f. Thesis (Doctorate) - University of Califórnia, Santa Bárbara, 1984.
- CAPUTO, M. V. & LIMA, E. C. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 2, p. 740-753.
- CRIADO, Felipe. **The visibility of the archaeological record and the interpretations of social reality**. In: HODDER, I.; SHANKS, M.; ALEXANDRI, A.; BUCHLI, V.; CARMAN, J.; LAST, J.; LUCAS, G., (Eds), *Interpreting Archaeology*. New York: Routledge, 1998. 275 p.
- ETCHEVARNE, C. **Escrito na Pedra**. Rio de Janeiro: Versal, 2007. 311 p.
- FARRAND, W. R. Archaeological Sediments in Rockshelters and Caves. In: STEIN, J. K. and FARRAND, W. R. (Eds.), *Sediments in Archaeological Context*. Salt Lake City: University of Utah Press, 2001. p. 29-66.
- GELL, A. **Arte y Agencia: uma teoria antropológica**. Sb editorial. Buenos Aires. 2016. 331 p.
- GÓES, A.M.O.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, vol. 8, n.1, p. 57-68, jan/mar, 1994.
- GRAHN, Y.; MELO, J. H. G.; STEEMANS, P. Integrated chitinozoan and miospore zonation of the Serra Grande Group (Silurian-Lower Devonian), Parnaíba Basin, Northeast Brazil. **Revista Española de Micropaleontología**, Madrid, v. 37, n.

- 2, p.183-204, mayo/ago. 2005.
- GUIDON, N. As Ocupações Pré-Históricas do Brasil (excetuando a Amazônia). In: CUNHA, M.C. da (Org.), **História dos Índios no Brasil**. São Paulo: Editora Schwarcz, 1992. p. 37-52.
- HAMILAKIS, Y. **Arqueología y los sentidos: experiencia, memoria y afecto**. Madrid: JAS Arqueología Editorial, 2015. 322 p.
- INGOLD, T. **The Perception of the Environment: essays on livelihood, dwelling and skill**. New York: Routledge, 2000. 465 p.
- MARLEAU-PONTY, M. **O visível e o Invisível**. São Paulo: Perspectiva, 2012. 271p.
- MARQUES, M. **Grafismos rupestres do Sertão Central do Ceará: análise técnica e estado de conservação**. 2002. 102 f. Dissertação de Mestrado. Departamento de História. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2002.
- MARQUES, M. **Materiais e Saber na Arte Rupestre**. Museu do Ceará. Fortaleza: Secult., 2009. 176 p.
- MARQUES, M.; LAGE, M. C. S. M. **La tinta e la tela em el arte rupestre del Sertão Central de Ceará, Nordeste de Brasil**. In: HERMO, D.; MIOTTI, L. Biografías de paisajes y seres: Visiones desde la arqueología sudamericana. Córdoba. Encuentro Grupo Editor. 2011. 154 p.
- MARQUES, M. **Pedra que te quero palavra: arqueologia, semiose e discursividade**. Editora Prisma. Curitiba. 2016. 281 p.
- MARTIN, Gabriela. **Pré-história do nordeste do Brasil**. UFPE. Recife. 434 p.
- MIOTTI, L.; HERMO, D. Introducción: Apuntes para biografías de paisajes e seres. HERMO, Darío; Biografías de paisajes y seres: Visiones desde la arqueología sudamericana. 2011. 154 p.
- NASCIMENTO, M. A. L.; SANTOS, O. J. **Geodiversidade na Arte Rupestre no Seridó Potiguar**. Natal: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), 2013. 61 p.
- PELLINI, J. R. Redomas de vidro: relações entre tato, cultura material e práticas de institucionalização. **Revista de Arqueologia Pública**, n.9, LAP/NEPAM/UNICAMP. Campinas: 2014. p. 63-78.
- PESSIS, A. M.; GUIDON, N. Registros rupestres e caracterização das etnias pré-históricas. In: LUX, V. (Org.). **Grafismo Indígena: estudos de antropologia estética**. Studio Nobel:FAPESP. 2000. p. 19-34.
- PESSIS, A. M.; MARTIN, G. Arte Pré-histórica do Brasil: da técnica ao objeto. In: BARCINSKI, F. W. (Ed.), **Sobre a arte brasileira: da Pré-história aos anos 1960**. São Paulo: Martins Fontes. 2014. p. 22-61.
- PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos. Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 184p. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf. Acesso em: 12 fev.2020.
- POMPEU SOBRINHO, T. Algumas inscrições inéditas do estado do Ceará. Fortaleza. **Revista do Instituto do Ceará**. Tomo LXX, Ano LXX, p. 115-126, 1956.
- PROUS, A. **Arqueologia Brasileira: a pré-história e os verdadeiros colonizadores**. Cuiabá, MT: Editoras Archaeo, Carlini & Caniato Editorial. 2019. 880p.
- SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**. São Paulo: EDUSP. 2002. 384 p.
- _____. **Território e Sociedade**. Editora Fundação Perseu Abramo. 2004. 127 p.
- SILVA, A. J. P.; LOPES, R.C.; VASCONCELOS, A.M.; BAHIA, R.B.C. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M. e GONÇALVES, J. H. (Eds.). Capítulo II: Bacias Sedimentares Paleozóicas e Mesozoicas Interiores. Brasília, CPRM, 2003, p. 55-85.
- VAZ, P. T.; REZENDE, V. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, **Boletim de Geociências da Petrobrás**, vol. 15, n. 2, p. 253-263. 2007.



Dados de elementos climáticos para a conservação de sítios arqueológicos na área do Parque Nacional Serra da Capivara – PI.

Leandro SURYA¹; Danilo MAGALHÃES²; Renê Jota Arruda de MACÊDO³

Resumo: Por meio desta pesquisa, buscou-se compreender a influência das variáveis climáticas nos processos de transformações naturais em sítios arqueológicos visando a conservação preventiva. Neste sentido, quatro sítios com a presença de registros rupestres (Toca do Pajaú, Toca da Entrada do Pajaú, Toca do Barro e Toca do Paraguaio), em abrigo sob rocha, localizados no Desfiladeiro da Capivara, no Parque Nacional Serra da Capivara-PI foram monitorados por um ano. Nestes locais foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar, assim como os provenientes de duas estações meteorológicas (estação São João do Piauí e estação São Raimundo Nonato). Em seguida, os dados foram armazenados e processados no *software* RStudio, nos quais identificaram-se os valores de amplitudes. Os resultados indicam três grupos de amplitudes: área de chapada, área limite do cânion e área interior do cânion. Os sítios presentes na área limite do cânion necessitam de maiores cuidados e monitoramento, pois sofrem maior efeito das variáveis estudadas.

Palavras-chave: Monitoramento, Linguagem R, Registro rupestre.

ABSTRACT: *Through this research, we sought to understand the influence of climatic variables on the processes of natural transformations in archaeological sites aiming at preventive conservation. In this sense, four sites with rock painting (Toca da Entrada do Pajaú, Toca do Pajaú, Toca do Barro, and Toca do Paraguaio), located in the Desfiladeiro da Capivara, at the Serra da Capivara-PI National Park were monitored for one year. In these locations, data from temperature and relative humidity of the air, as well as from two meteorological stations (São João do Piauí station and São Raimundo Nonato station) were collected. Then, the data were stored and processed into the RStudio software, in which the amplitude values were computed. The results suggest three groups of amplitudes namely the plateau area, the canyon boundary area, and the inner canyon area. The sites placed on the boundary areas of the canyon need more care in the monitoring processes because they are more affected by the studied variables.*

Keywords: *Monitoring, R Language, Rock painting.*

¹ Programa de Pós-Graduação em Arqueologia - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

² Colegiado de Arqueologia e Preservação Patrimonial - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

³ Colegiado de Ciências da Natureza - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Autor para correspondência: Leandro Surya.

Universidade Federal do Vale do São Francisco – Laboratório de Preservação Patrimonial
Rua João Ferreira dos Santos s/n, Bairro Campestre, São Raimundo Nonato – PI, Brasil,
CEP: 64770-000. E-mail: leandro.surya@univasf.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O estudo do clima em Arqueologia é comumente associado a noção de características passadas envolvendo a paisagem e a vegetação. Diversos autores apresentam esta perspectiva, para Bahn e Renfrew (1998), Gaspar (2003) e Prous (2006) a arqueologia além de estudar o modo de vida dos grupos humanos, nos tempos pretéritos, através da sua materialidade, também busca compreender como era o ambiente em que viviam e como o clima influenciou na vida social. Etchevarne (2000, p.115) afirma que “os ciclos climáticos com grande alternância impuseram aos grupos pré-históricos uma dinâmica socioeconômica relacionada com o ritmo da natureza, de onde retiravam o seu sustento para a perpetuação da espécie”.

Neste sentido, este trabalho busca utilizar as variáveis climáticas de maneira oposta à arqueologia tradicional. Pretende a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar melhorar a compreensão dos processos de transformação e conservação de sítios arqueológicos. Como premissa, assumiu-se a posição de que a exposição dos sítios arqueológicos às variações climáticas é um fator determinante em sua conservação.

A área escolhida para a pesquisa é o Desfiladeiro da Capivara, um cânion localizado na área do Parque Nacional Serra da Capivara (Figura 1). Partiu-se do princípio que o efeito do clima seria mais brando nos sítios localizados no interior do cânion, pois possuiriam mais umidade e, conseqüentemente, menores temperaturas internas em relação as áreas de chapada. Para avaliar esta

questão foram monitorados quatro sítios na área do Desfiladeiro da Capivara, dois deles a Toca do Pajau – TP e a Toca da Entrada do Pajau – TEP – estão localizados mais próximos da área periférica do cânion. Os outros dois são os sítios Toca do Barro – TB – e Toca do Paraguaio – TPO – localizados na área mais central do cânion. Os dados relacionados à área de chapada foram coletados em duas estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – localizados nas cidades de São Raimundo Nonato e São João do Piauí. Todos os sítios em estudo são do tipo abrigo, tendo o arenito como rocha base nas maiores porções dos seus espaços. O arenito é composto por diversas frações de areia e silte, muito friável.

O efeito que as variações climáticas causam nos sítios arqueológicos, especialmente naqueles que contêm registro rupestre, é motivo de preocupação, pois se supõe que a mudança climática deteriora o registro e o sítio como um todo.

Segundo Lage *et al.*, (2017, p.99):

O fato de encontrarem-se expostos ao tempo, os sítios e os acervos gráficos sofrem agressões que deixam marcas. [...] Assim é fundamental que sejam efetuados estudos na paisagem do entorno, mensurando as condições climáticas e ambientais em que se encontram os sítios, na tentativa de identificar a origem dos problemas de conservação.

Monitorar as variáveis decorrentes do clima em regiões onde estão sítios arqueológicos é necessário, pois dessa forma é possível compreender se realmente há influência

do clima sobre os artefatos e o registro rupestre, este último tem persistido graças às “condições especiais de conservação que atravessaram milênios superando os efeitos do desgaste dos agentes naturais, como água, vento e umidade” (PESSIS, 1999, 2006).

Os processos naturais que causam a degradação e a decomposição são obras do intemperismo que aparecem na forma física, química e biológica. Segundo (LAGE *et al.*, 2005) os raios solares, a água e o vento estão entre os agentes que mais ocasionam o intemperismo. Os sítios de registro rupestre, da Serra da Capivara, estão localizados no semiárido nordestino, a água, mesmo não sendo uma ameaça constante devido aos breves períodos de chuva, deixa marcas visíveis tanto nas pinturas rupestres quanto nos paredões rochosos.

Os efeitos da insolação provocam o aumento da temperatura nas rochas, podendo resultar em possíveis fissuras e deslocamento, além de descolorir as pinturas presentes em sítios que não se localizam em abrigo sob rocha. A consistente ação do vento é responsável pela abrasão, erosão, deposição de areia e poeira sobre os painéis rochosos com registro rupestre (LAGE *et al.*, 2005).

Os insetos representam a ação biológica que também degrada as pinturas rupestres, uma vez que constroem suas casas sobre as mesmas (LAGE *et al.*, 2005). De acordo com Toledo (2001) e Torres, Neto e Menezes (2012): as variações na temperatura causam expansão e contração térmica no paredão rochoso, gerando processos de fragmentação, resultando em possíveis deslocamento.

De acordo com Lage *et al.*, (2005, p. 29):

Os sítios de pinturas rupestres, no entanto, correm riscos permanentes de degradação, tanto por fatores antrópicos como por fatores naturais [...], como o vento, a chuva, a insolação, a presença de insetos e microrganismos, só serão controladas através de uma política de conservação mais direta por meio de trabalhos de preservação e monitoramento.

A preservação do sítio arqueológico acontece por meio de ações preventivas e intervencionistas, dando ênfase as pinturas rupestres, pois elas se localizam tanto em abrigo sob rocha, quanto em paredões rochosos ao ar livre, por isso, acabam sofrendo um impacto maior dos agentes naturais e muitas vezes antrópicos, portanto é necessário que tenham uma atenção maior (LAGE *et al.*, 2005).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nos quatro sítios em estudo foram instalados *dataloggers* (modelo Akso) que registravam a temperatura (em graus Celsius) e a umidade relativa do ar (em porcentagem) gravando um dado de cada variável por hora, resultando, após um ano de medições, em oito planilhas com 8.760 pontos cada uma. Os *dataloggers* foram posicionados nas áreas de sombra (sem receber diretamente luz solar) a altura média de um metro do piso em cada um dos sítios. Os sítios são preparados para visita turística e possuem passarelas de madeira, local que serviu de ponto para fixação dos equipamentos.

A escolha dos sítios se deu a partir da noção de que os sítios TP e TEP

estariam mais suscetíveis aos efeitos do clima que ocorre na chapada por sua proximidade ao início do cânion. Por sua vez, os sítios TB e TPO por estarem localizados na área mais próxima ao centro do cânion sofreriam um menor

efeito com as variáveis climáticas, apresentando valores menores de temperatura e umidade relativa do ar. Na Figura 2 é possível identificar a distribuição dos sítios arqueológicos existentes no Desfiladeiro da Capivara.

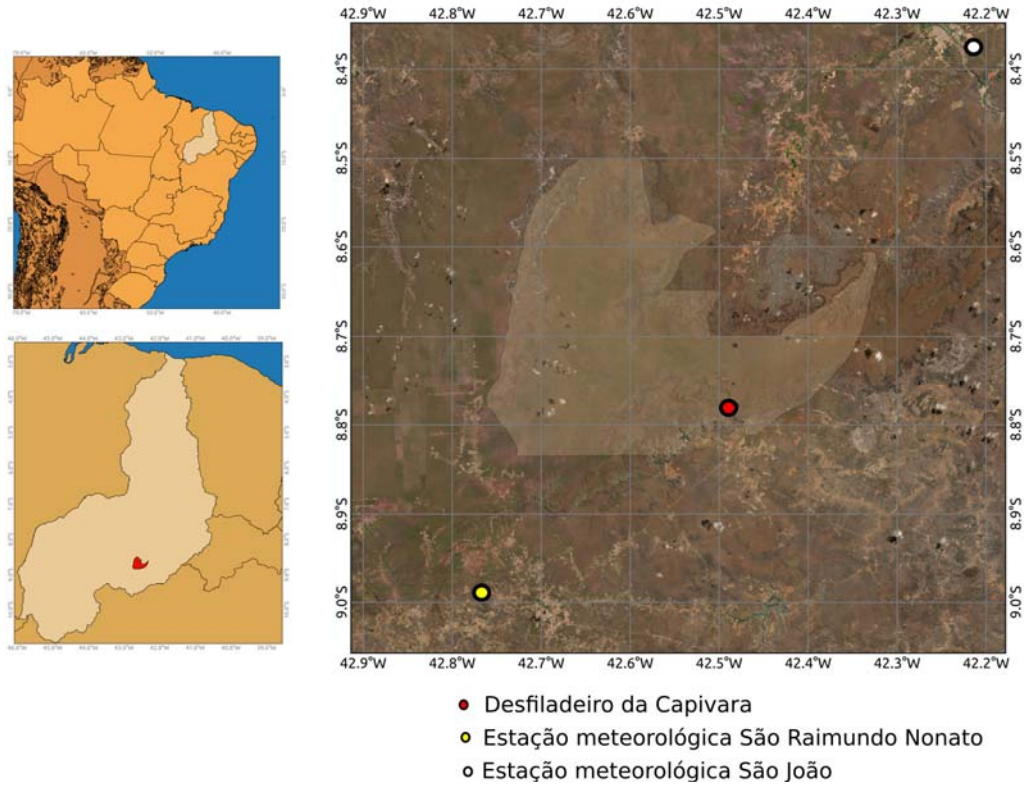


Figura 1: Localização do Parque Nacional Serra da Capivara e das estações meteorológicas em estudo. Fonte: Junção de imagens ESRI (2018) e IBGE (2018).

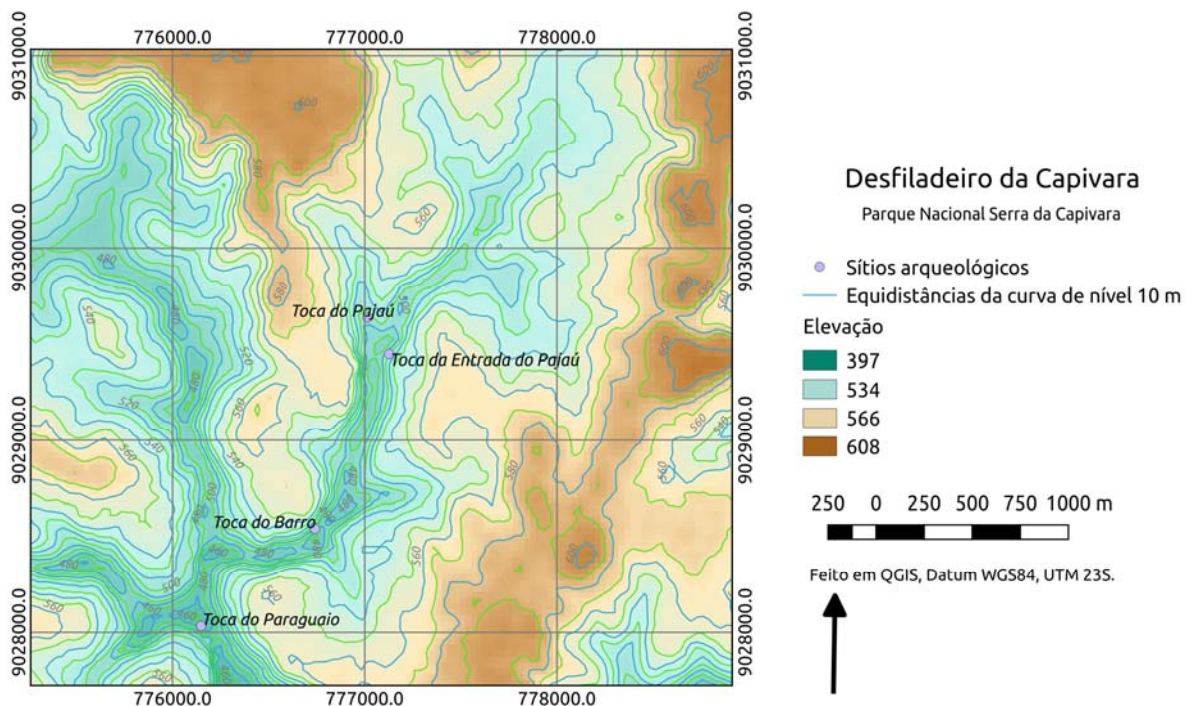


Figura 2: Localização dos sítios arqueológicos no Desfiladeiro da Capivara. Fonte: Os autores.

Os dados foram tratados no software RStudio e um script foi desenvolvido para tratamento dos dados. Este script identificou, entre outras funcionalidades, os valores máximos e mínimos para cada dia do ano, separando os valores mensais das amplitudes de temperatura e umidade relativa do ar para cada sítio em estudo. O script também produziu os mesmos dados para as duas estações meteorológicas utilizadas nesta pesquisa. A escolha das estações automáticas de São Raimundo Nonato – SRN – e São João do Piauí – SR – se deu devido a serem as mais próximas da área em estudo.

Tabela 1: Amplitudes e temperatura das estações meteorológicas de São Joao e São Raimundo Nonato.

Mês	Ano	SJ	SRN
Abril	2017	17,3	20,3
Maio	2017	17,5	15,7
Junho	2017	12,8	16,1
Julho	2017	16,4	18,6
Agosto	2017	16,7	19,4
Setembro	2017	15,4	20,6
Outubro	2017	15,3	19,3
Novembro	2017	16,2	21,2
Dezembro	2017	16,6	19,4
Janeiro	2018	16,9	18,5
Fevereiro	2018	17,7	18,7
Março	2018	18,8	20,4

Fonte: Os autores.

Com os *dataloggers* também não ocorreu nenhum tipo de falha durante o período de coleta de dados. As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores das amplitudes coletadas para os sítios. Observa-se que os sítios TB e TPO na maior parte das vezes possuem valores mais baixos de amplitudes de temperatura e umidade relativa do ar que

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estações meteorológicas do INMET de SJ e SRN não apresentaram falhas nos dados coletados (suas planilhas não continham células sem valor), a partir dos valores identificados nas Tabelas 1 e 2 é possível perceber como os efeitos de amplitudes para as duas variáveis estudadas são mais elevadas na estação SRN. Durante os doze meses avaliados, nenhum valor de amplitude de SJ superou as medidas para SRN.

Tabela 2: Amplitudes de umidade relativa do ar das estações meteorológicas de São Joao e São Raimundo Nonato.

Mês	Ano	SJ	SRN
Abril	2017	71,2	77
Maio	2017	73,2	75,4
Junho	2017	70,8	75,1
Julho	2017	72,1	75,2
Agosto	2017	51,8	75
Setembro	2017	66,4	73,7
Outubro	2017	57,1	68,1
Novembro	2017	44,7	63,5
Dezembro	2017	47	65,7
Janeiro	2018	66,7	56,4
Fevereiro	2018	70,9	75,5
Março	2018	70,9	75,7

Fonte: Os autores.

os sítios TP e TEP. Isto indica que a área mais central do cânion possui variações mais amenas nas diferenças de temperatura e umidade durante as 24 horas do dia. Por exemplo, ao relacionar as amplitudes de umidade e temperatura do mês de abril para as estações de SJ (71,2%; 17,3° C) e SRN (77 %; 20,3° C) com as dos sítios TB (61,1 %; 9,7° C) e

TPO (56,3 %; 9,1° C) para o mesmo período, é possível perceber que apesar de todos os locais possuírem amplitudes compatíveis com o clima semiárido, as áreas abrigadas pelo cânion estão bem mais protegidas.

Os três conjuntos de valores de amplitude térmica podem ser

visualizados nas Figuras 3 e 4. Na ordem de valores SRN e SJ são mais altos que TP e TEP, que por sua vez, são maiores que TB e TPO. Este efeito é mais uma vez explicado pela relação espacial entre as áreas de chapada (estações SRN e SJ), áreas limítrofes do cânion (sítios TP e TEP) e áreas mais protegidas no interior do cânion (sítios TB e TPO).

Tabela 3: Amplitudes de temperatura dos sítios TP, TEP, TB e TPO.

Mês	Ano	TP	TEP	TB	TPO
Abril	2017	18	14,4	9,7	9,1
Maio	2017	17,8	13,6	9,9	10,6
Junho	2017	15,6	13,1	9,5	11
Julho	2017	17,7	15,4	10,5	10,2
Agosto	2017	20	14,3	10,1	12,1
Setembro	2017	20,1	13	10,5	10,7
Outubro	2017	20,2	12,6	11,1	9,9
Novembro	2017	22	13,5	11,2	11,2
Dezembro	2017	20,6	13,9	12,4	11,6
Janeiro	2018	20,8	14,5	11,7	10,7
Fevereiro	2018	14,7	9,8	8	8,2
Março	2018	17,7	11,8	14,1	12,3

Fonte: Os autores.

Tabela 4: Amplitudes de umidade relativa dos sítios TP, TEP, TB e TPO.

Mês	Ano	TP	TEP	TB	TPO
Abril	2017	66,4	60,4	61,1	56,3
Maio	2017	65,1	59,2	58	57,2
Junho	2017	56,8	55,2	51,6	53,1
Julho	2017	56,8	51,1	48,1	46,4
Agosto	2017	60	52,8	52,1	51,9
Setembro	2017	60,2	48,7	46,9	42,6
Outubro	2017	54,3	52,4	45,7	46
Novembro	2017	71,2	59,3	59,8	58,1
Dezembro	2017	72,1	61	62,5	63,1
Janeiro	2018	74,4	67,5	72	67,5
Fevereiro	2018	56,4	47	45,7	42,3
Março	2018	57,5	49,4	60,3	52,2

Fonte: Os autores.

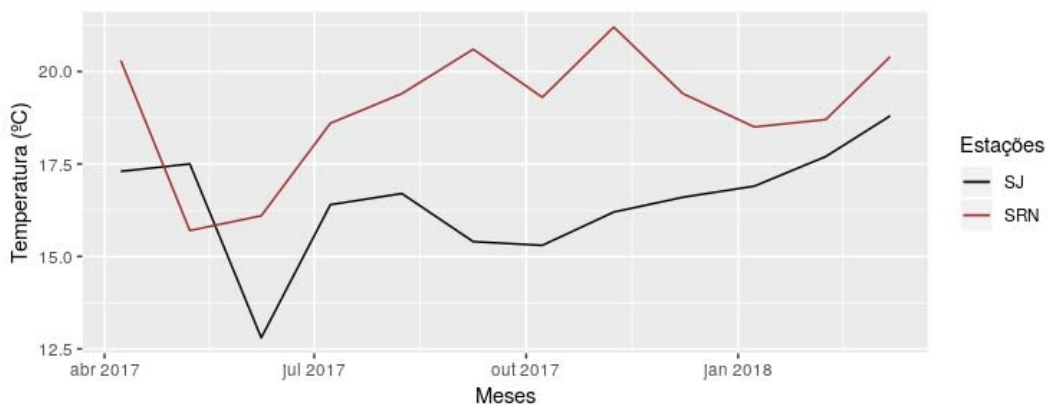


Figura 3: Representação gráfica dos dados de amplitude térmica das estações de São João e São Raimundo Nonato. Fonte: Os autores.

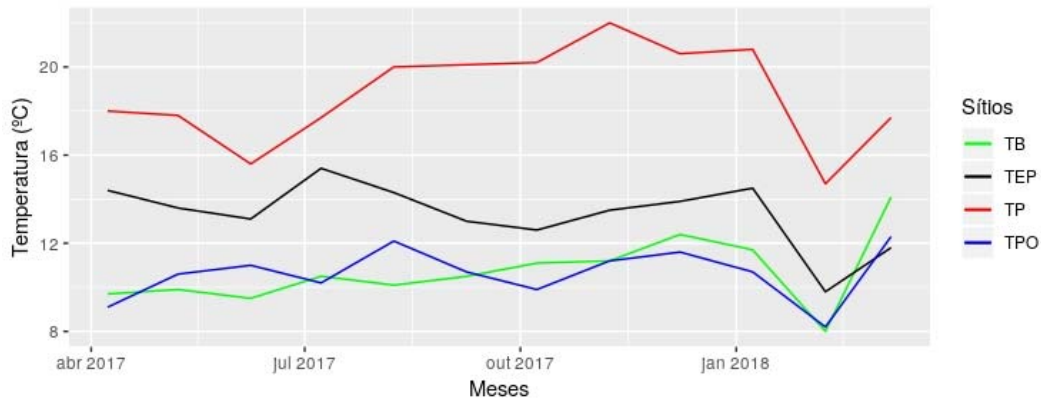


Figura 4: Representação gráfica dos dados de amplitude térmica dos sítios arqueológicos TP, TEP, TB e TPO. Fonte: Os autores.

O mesmo efeito ocorre quando analisamos as Figuras 5 e 6. Estas representam os valores dos dados de amplitude da umidade relativa do ar. Os três conjuntos podem ser novamente observados, apesar dos valores do sítio TEP estarem mais próximos do conjunto formado por TB e TPO – mas, ainda é

nítida a diferença durante a maior parte do ano. A estação SJ também apresenta entre os meses de outubro e janeiro valores menores de amplitude, provavelmente devido ao período mais seco do ano. De qualquer forma, os valores globais ainda são suficientes para poder agrupar se no conjunto SRN e SJ.

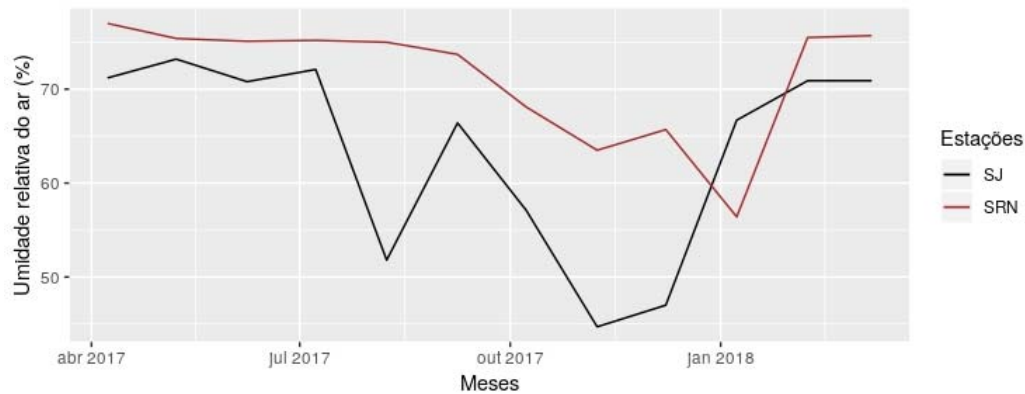


Figura 5: Representação gráfica dos dados de amplitude de umidade relativa do ar das estações de São João e São Raimundo Nonato. Fonte: Os autores.

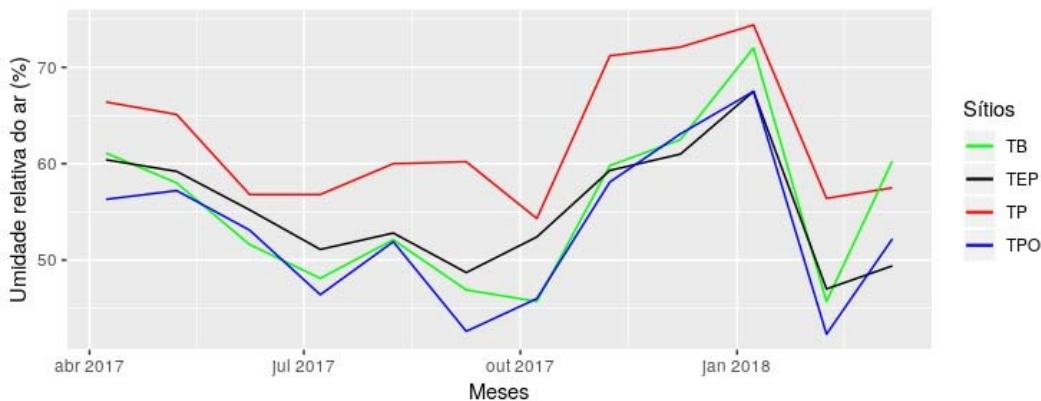


Figura 6: Representação gráfica dos dados de amplitude de umidade relativa do ar dos sítios arqueológicos TP, TEP, TB e TPO. Fonte: Os autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um monitoramento anual das variáveis climáticas de umidade relativa do ar e temperatura foram realizados em quatro sítios arqueológicos na região do PARNA. Os três conjuntos identificados servem como um indício para as questões ligadas a conservação dos sítios arqueológicos, que permitem direcionar os cuidados dos arqueólogos conservadores para melhor preservar e monitorar os ambientes nos quais encontram-se os registros rupestres. A exposição dos sítios arqueológicos às variações climáticas é um fator determinante em sua conservação. Maiores atenções devem ser direcionadas para os sítios TP e TEP, que se apresentam mais desgastados pelos efeitos das variações amplitude de umidade e temperatura. Todavia, os sítios TB e TPO, apesar dos resultados indicarem menor intensidade das variáveis climáticas, devem ter os devidos cuidados e monitoramento para preservação do patrimônio arqueológico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ, ao ICMBio, ao IBAMA e ao INMET, por proporcionarem condições para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHN, P. e RENFREW, C. Arqueología: teorías, métodos, y práctica. Madrid: Akal. 1998.
- BEASLEY, C. R. Bioestatística usando R, apostila de exemplos para o biólogo. UFPA. Bragança, 2004.
- ETCHEVARNE, C. A ocupação humana do Nordeste brasileiro antes da colonização portuguesa. Revista USP, n. 44, p. 112-141, 2000.
- GASPAR, M. A arte rupestre no Brasil. Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed, 2003.
- LAGE, M. C. S. M.; BORGES, J. F.; ROCHA JR, S. Sítios de registro rupestre: monitoramento e conservação. Mneve Revista de humanidade. Dossiê Arqueologias Brasileira. V.6, n.13. Dez2004/jan2005.
- LAGE, M. C. S. M, et al. arte rupestre pré-histórica: algumas medidas de conservação. In: CAMPOS, Guadalupe do Nascimento. Preservação do Patrimônio Arqueológico: desafios e estudos de caso. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2017.
- PESSIS, A. M. Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara. In: TENÓRIO, M. C. (Org.) Pré-História da Terra Brasilis. Rio de Janeiro: UFRJ, 1999.
- PESSIS, A. M. Um mergulho no passado: A renovação de um pacto. In: CLIO ARQUEOLÓGICA N°21. Vol.2; PESSIS, MARTIN, LIMA, GUIDON, GUERIN, FAURE, 195-284, 2006.
- PROUS, A. O Brasil antes dos brasileiros: a pré-história de nosso país. Rio de Janeiro: Jorde Zahar Ed. 2006.