

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PEDRO GLÉCIO COSTA LIMA**

**PALEOAMBIENTE E PAISAGEM DURANTE O HOLOCENO EM CANAÃ DOS  
CARAJÁS, PARÁ, BRASIL**

**RECIFE**  
**Pernambuco, Brasil**  
**Fevereiro - 2018**

**PEDRO GLÉCIO COSTA LIMA**

**PALEOAMBIENTE E PAISAGEM DURANTE O HOLOCENO EM CANAÃ DOS  
CARAJÁS, PARÁ, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
para a obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano  
Coorientadora: Profa. Dra. Rita Scheel-Ybert  
Coorientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon

**RECIFE**  
**Pernambuco, Brasil**  
**Fevereiro – 2018**

**PEDRO GLÉCIO COSTA LIMA**

**PALEOAMBIENTE E PAISAGEM DURANTE O HOLOCENO EM CANAÃ DOS  
CARAJÁS, PARÁ, BRASIL**

**Aprovada em 28/02/2018**

**Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Demétrio da Silva Mützenber  
Departamento de Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares  
Departamento de Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Rafael Leite Braz  
Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Ana Lucia do Nascimento Oliveira  
Departamento de História, Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Orientadora:**

---

Profa. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano  
Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE-PE  
Fevereiro – 2018**

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF) e à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo apoio e incentivo à atividade acadêmica e de pesquisa.

Aos professores Ana Lícia Patriota Feliciano ao professor Luiz Carlos Marangon, pessoas com dedicação exemplar, agradeço pelo apoio, ensinamentos e pela amizade.

À professora Rita Scheel-Ybert, grande pesquisadora e sem a qual este trabalho seria difícilimo, pelos preciosos ensinamentos e amizade.

Aos professores e pesquisadores Mário Tomazello, Demétrio da Silva Mützenberg, Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares, Ana Lucia do Nascimento Oliveira, Rafael Leite Braz, Marcelo Alves Ramos e Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves, pelas valiosas sugestões ao trabalho.

Aos professores Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira e José Antônio Aleixo da Silva, pelo apoio e ensinamentos importantes.

Ao Projeto Arqueológico Carajás (PACA), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Vale S/A, pelo apoio financeiro e investimento na minha formação e qualificação profissional.

Ao pesquisador Marcos Pereira Magalhães, principal incentivador desde a concepção do trabalho, e à pesquisadora Ronize da Silva Santos, colaboradora maior em todas as etapas da pesquisa, pela parceria e acima de tudo pela amizade.

Às amigas e amigos do Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem (LAP) Célia Boyadjian, Caroline Bachelet, Rúbia Patzlaff, Natacha Ribeiro, Leidiana Mota, Lílian Cardoso, Mariana Cordeiro, Taís Capucho, Leonardo Azevedo, André Ávila e Rogério Pinho, pelo apoio às atividades e companheirismo.

À pesquisadora Márlia Coelho-Ferreira, importante incentivadora à pesquisa etnobotânica no MPEG, e à Paula Correa, pelo apoio às atividades no Laboratório de Etnobotânica do MPEG.

Às amigas e amigos do PPGCF/UFRPE, Marília Grugiki, Joselane Gomes, José Nailson, Maria da Penha, Guera Ouorou, Edson, Diego, Samara, Cibele, Natham, Valdemir, Juvenal, Douglas, Juliana.

À equipe do PACA e MPEG, Luiz Carlos Lobato, Edna, Regina, Vera Guapindaia, Raimundo Mardock, Raimundo Teodoro, Silvinho da Silva, Figueiredo (*in memoriam*), Carlos Barbosa, João Aires, Tatiane Gama, Gisele Chumbre, Amauri Matos, Hannah, Marcela, Camila, Regiane, Kelton, Renata, Jéssica de Paiva, Gabriele, Cláudia Cunha e Edithe Pereira, pelo apoio em campo, laboratório e sugestões ao trabalho.

A todos, o meu muito obrigado.



LIMA, PEDRO GLÉCIO COSTA. Paleambiente e paisagem durante o Holoceno em Canaã dos Carajás, Pará, Brasil. 2018. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano; Co-orientadores: Rita Scheel-Ybert, Luiz Carlos Marangon.

## RESUMO

A colonização da Amazônia desde a transição Pleistoceno/Holoceno até a conquista europeia tem chamado a atenção da comunidade científica sobre a história da presença humana nessa região, sobretudo pelo fato de existirem evidências que apontam para uma rica estratégia de uso da vegetação, o que possivelmente contribuiu para o cenário da biodiversidade atual. Uma oportunidade importante para ampliar os conhecimentos nesta temática se dá na Região de Carajás, Pará, onde existe a documentação destas ocupações no final do Pleistoceno e ao longo do Holoceno. O objetivo deste trabalho foi analisar aspectos da vegetação relacionados ao uso de recursos em culturas pretéritas, por meio de uma perspectiva paleoetnobotânica e paleoecológica em sítios da Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará, preocupando-se em avaliar quais *taxa* correspondem àqueles observados na vegetação atual. A coleta de dados foi baseada em ferramentas e técnicas da antracologia e carpologia e se deu em quatro fases: coleta de sedimento, flotação, triagem e determinação taxonômica em laboratório. Os fragmentos de carvão foram submetidos a descrições, considerando as características classicamente utilizadas em anatomia da madeira. Os dados registrados para os diferentes períodos de ocupação foram comparados entre si e com a base de dados das espécies registradas em estudos botânicos realizados na Região de Carajás. Foram analisados 452 vestígios carpológicos e 851 lenhos carbonizados. Verificou-se que os sistemas de captação de recursos vegetais ao longo do tempo incluíam o acesso a ambientes diferentes de Carajás, compreendendo a vegetação florestal (floresta ombrófila e floresta estacional), não florestal (vegetação de canga), além de áreas inundadas com predominância de palmeiras. Vários *taxa* foram continuamente utilizados ao longo das diferentes ocupações, mas a diversidade foi superior naquelas que se deram em períodos mais recentes, coincidindo com a presença de artefatos cerâmicos. A pesquisa traz resultados sobre os aspectos culturais relacionados ao uso dos recursos vegetais no passado e sua consistência ao longo do tempo, o que contribui ainda com a abordagem paleoetnobotânica aplicada à arqueologia amazônica. Os dados paleoecológicos também são importantes, sobretudo quanto integrados às demais pesquisas realizadas sobre paleoambientes de Carajás, até o presente focadas em estudos palinológicos.

**Palavras-chave:** Paleoetnobotânica; Antracologia; Carpologia; Amazônia.

LIMA, PEDRO GLÉCIO COSTA. Paleoenvironment and landscape during the Holocene in Canaã dos Carajás, Pará, Brazil. 2018. Advisor: Ana Lícia Patriota Feliciano; Co- advisors: Rita Scheel-Ybert, Luiz Carlos Marangon.

### ABSTRACT

The occupation of the Amazon since the Early Holocene has been investigated, with an increasing interest about the use of vegetation and its influence on the promotion of local biodiversity. The region of Carajás, Pará (Brazil), is an important opportunity to expand knowledge in this area, where there is documentation of these occupations at the end of the Pleistocene and throughout the Holocene. The objective of this research was to analyze aspects of vegetation related to the use of resources in ancient Amazonian cultures, from a paleoethnobotanical and paleoecological approach in the archeological sites of Carajás National Forest to understanding its relationship with modern vegetation. Data collection was based on anthracological and carpological methods, and occurred in four stages: sediment collection, flotation, screening and taxonomic determination. The charcoals analysis was made based on the characteristics traditionally used in wood anatomy. The data of the archaeological layers were compared with each other and with the current botanical studies in the Region of Carajás. A total of 347 carpological materials and 851 carbons were analyzed. It was verified that the logging systems of woody resources over time included access to environments other than Carajás, including ombrophyllous forest, seasonal forest, canga vegetation (ironstone outcrop plant communities), and swamp surrounded by palms. Several *taxa* were continuously used over different occupations, but diversity was higher in the more recent periods, coinciding with the presence of ceramic artifacts. The research brings results on the cultural aspects related to the use of vegetal resources in the past and their consistency over time, which also contributes to Amazonian paleoethnobotany.

Keywords: Paleoethnobotany; Anthracology; Carpology; Amazon.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela	Página
1	<i>Taxa</i> identificados em 72 macrorrestos analisados no sítio Bacaba I, Floresta Nacional de Carajás, Pará..... 65
2	<i>Taxa</i> identificados em 377 macrorrestos analisados no sítio Capela, Floresta Nacional de Carajás, Pará. .... 69

### CAPÍTULO II

Tabela	Página
1	Espécies da coleção de referência coletadas na vegetação da Floresta Nacional de Carajás, Pará. .... 86

### CAPÍTULO III

Tabela	Página
1	Riqueza e diversidade taxonômica para os conjuntos de carvões do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará..... 135
2	Matriz de similaridade de Sørensen para os <i>taxa</i> identificados no conjunto de carvões do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará..... 148

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO III

Quadro	Página
1	Protocolo de flotação sugerido por Scheel-Ybert et al. (2006)..... 130
2	Categorias de calibre adotadas no Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem (LAP) do Museu Nacional/UFRJ. .... 133

## LISTA DE FIGURAS

### REFERENCIAL TEÓRICO

Figura	Página
1	Mapa de localização dos sítios na região de Carajás. .... 17
2	Curva com calibração de 137 datas associadas a sítios arqueológicos no Sudeste Paraense, Brasil. .... 18
3	Mapa de localização da Floresta Nacional de Carajás, Pará. .... 36
4	Classificação dos tipos de vegetação encontrados na Serra de Carajás, Pará. .... 37
5	Perfil esquemático dos tipos de vegetação encontrados na Serra de Carajás, Pará..... 38

6	Floresta ombrófila montana e submontana na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	39
7	Floresta ombrófila montana em capão florestal localizado na Serra Norte, Floresta Nacional de Carajás, Pará. ....	41
8	Área inundada com presença de palmeiras ( <i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret) e ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.f.) na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	42
9	Vegetação xeromórfica (vegetação de canga) na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará. ....	43
10	Campo natural (canga) na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará. ....	44

## CAPÍTULO I

Figura		Página
1	Mapa de localização dos sítios Bacaba e Capela na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil.....	61
2	Vestígios carpológicos do sítio Bacaba I, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. ....	66
3	Frequência percentual de macrorrestos por taxon no sítio Bacaba I, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil.....	67
4	Vestígios carpológicos do sítio Capela, Carajás, Pará, Brasil .....	71
5	Frequência percentual de macrorrestos por <i>taxon</i> no sítio Capela, Carajás, Pará, Brasil .....	73

## CAPÍTULO II

Figura		Página
1	A-C. <i>Anacardium occidentale</i> L. D-I. <i>Licania egleri</i> Prance.....	90
2	A-C. <i>Maprounea guianensis</i> Aubl. D-F. <i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i> Barneby. ....	93
3	A-D. <i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec. E-I. <i>Sacoglottis guianensis</i> Benth. ....	96
4	A-C. <i>Theobroma glaucum</i> H. Karst. D-F. <i>Myrcia atramentifera</i> Barr. Rodr. G-I. <i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.....	99
5	A-F. <i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez .....	101
6	A-F. <i>Simarouba amara</i> Aubl. ....	102
7	A-E. <i>Rinorea riana</i> Kuntze. F-I. <i>Callisthene microphylla</i> Warm. ....	105

## CAPÍTULO III

Figura		Página
1	Mapa da área de estudo, sítio PA-AT-337: S11D-47/48, Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará. ....	118
2	Sítio PA-AT-337: S11D-47/48, Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	119
3	Mapa topográfico com localização das escavações, sítio Capela, Floresta Nacional de Carajás, Pará. ....	121
4	Quantidade de material cerâmico e lítico em valores absolutos para as escavações 1.1, 1.2 e 3.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de	

	Carajás-PA. QA: quadrícula A; QB: quadrícula B; QC: quadrícula C; QD: quadrícula D.....	122
5	Perfil estratigráfico da escavação 1.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	124
6	Perfil estratigráfico da escavação 1.2, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	126
7	Perfil estratigráfico da escavação 3.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	128
8	Coleta de sedimento para estudo antracológico na escavação 1.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	129
9	Ficha de identificação usada durante as escavações.....	130
10	Peso e número relativos de carvões recuperados na escavação 1.1 do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará. Período IV: até 3000 anos BP; Período III: entre 3000 e 8000 anos BP; Período II: entre 8.000 e 10.000 anos BP; Período I: anterior a 10.000 BP.....	134
11	Carvões arqueológicos de <i>Mimosa</i> sp. (A-C) e <i>Callisthene/Qualea</i> sp. (G-I) e respectivos correspondentes modernos <i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i> Barneby (E-F) e <i>Callisthene microphilla</i> Warm. (J-K), sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	136
12	Curva de rarefação para os conjuntos de carvões para os períodos de ocupação no sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	137
13	Datações radiocarbônicas para o sítio Capela, Floresta nacional dos Carajás, Pará.....	142
14	Diagrama antracológico com valores percentuais para taxa em quatro períodos de ocupação no Holoceno, Sítio Capela, Floresta Nacional dos Carajás, Pará.....	143
15	Calibre de lenha carbonizada no sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	146
16	Calibre de lenha carbonizada para <i>Allophylus/Cupania/Matayba</i> sp., <i>Anadenanthera</i> sp., <i>Callisthene/Qualea</i> sp., <i>Mimosa</i> sp., <i>Piptadenia</i> sp. e <i>Psychotria</i> sp., sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	146
17	Frequência de carvões com sinais de podridão, galerias de insetos ou com presença fungos para os períodos de ocupação I, II, III e IV, sítio Capela, Carajás, Pará.....	147
18	Carvões com indicadores de uso de madeira morta no sítio Capela, Carajás, Pará.....	147
19	Dendrograma de similaridade de Sørensen para os taxa identificados no conjunto de carvões do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.....	148

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 ANTIGUIDADE DA PRESENÇA HUMANA NO SUDESTE PARAENSE .....	16
2.1.1 Cronologia das ocupações .....	16
2.1.2 Os vestígios arqueológicos.....	19
2.2 PALEOETNOBOTÂNICA E ANTRACOLOGIA.....	22
2.2.1 A antracológica em interpretações paleoambientais .....	26
2.3 A ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO ANTRACOLÓGICA .....	27
2.3.1 Variações na estrutura anatômica do lenho carbonizado.....	28
2.3.2 A deposição de carvão no sedimento.....	30
2.3.3 Carvões dispersos e concentrados .....	31
2.4 OUTRAS APLICAÇÕES DA ANTRACOLOGIA.....	32
2.5 A FLORA DE CARAJÁS .....	33
2.5.1 Aspectos palinológicos e paleoambientais .....	33
2.5.2 A vegetação moderna de Carajás.....	35
2.5.2.1 Vegetação florestal.....	39
2.5.2.2 Vegetação não florestal .....	42
REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 1 .....	56
EVIDÊNCIAS CARPOLÓGICAS: PALEOAMBIENTE E ANTIGUIDADE DO USO DE PLANTAS EM CARAJÁS, PARÁ, BRASIL.....	56
RESUMO .....	57
ABSTRACT.....	57
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>60</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	60
2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	63
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>64</b>
3.1 CARPOLOGIA NO SÍTIO BACABA I .....	64
3.2 CARPOLOGIA NO SÍTIO CAPELA.....	68
3.3 CARPOLOGIA APLICADA À ARQUEOBOTÂNICA DE CARAJÁS.....	74
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>77</b>
REFERÊNCIAS.....	78
CAPÍTULO 2 .....	82

	<b>COLEÇÃO ANTRACOLÓGICA DE ESPÉCIES ASSOCIADAS A SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS DE CARAJÁS, PARÁ .....</b>	<b>82</b>
	<b>RESUMO .....</b>	<b>83</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>83</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>85</b>
2.1	ÁREA DE ESTUDO .....	85
2.2	COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	86
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>88</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO .....	88
	<i>Anacardiaceae - Anacardium occidentale L.</i> .....	88
	<i>Chrysobalanaceae - Licania egleri Prance</i> .....	89
	<i>Euphorbiaceae - Maprounea guianensis Aubl.</i> .....	91
	<i>Fabaceae - Mimosa acutistipula var. ferrea Barneby</i> .....	92
	<i>Humiriaceae - Endopleura uchi (Huber) Cuatrec</i> .....	93
	<i>Humiriaceae - Sacoglottis guianensis Benth.</i> .....	94
	<i>Malvaceae - Theobroma glaucum H. Karst.</i> .....	95
	<i>Myrtaceae - Myrcia atramentifera Barb.Rodr.</i> .....	97
	<i>Nyctaginaceae - Neea oppositifolia Ruiz &amp; Pav.</i> .....	97
	<i>Lauraceae - Mezilaurus itauba (Meisn.) Taub. ex Mez</i> .....	100
	<i>Simaroubaceae - Simarouba amara Aubl.</i> .....	101
	<i>Violaceae - Rinorea riana Kuntze</i> .....	103
	<i>Vochysiaceae - Callisthene microphylla Warm.</i> .....	104
3.2	CONTRIBUIÇÃO PARA A ANTRACOLOGIA EM CARAJÁS .....	106
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>108</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>108</b>
	<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>113</b>
	<b>VESTÍGIOS DO USO E COMBUSTÃO DE PLANTAS NO HOLOCENO: A ECONOMIA DO COMBUSTÍVEL NO SÍTIO CAPELA, CARAJÁS, PARÁ .</b>	<b>113</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>114</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>114</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>117</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	117
2.2	SELEÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO.....	120
2.2.1	Escavação 1.1 .....	123
2.2.2	Escavação 1.2 .....	125
2.2.3	Escavação 3.1 .....	127

2.3	COLETA DE DADOS PALEOETNOBOTÂNICOS.....	129
2.4	AMOSTRAGEM, DESCRIÇÃO ANATÔMICA E IDENTIFICAÇÃO .....	131
2.5	AVALIAÇÃO DO CALIBRE.....	132
2.6	ANÁLISE DOS DADOS .....	133
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>134</b>
3.1	QUANTIFICAÇÃO ANTRACOLÓGICA.....	134
3.2	RIQUEZA TAXONÔMICA .....	135
3.2	CALIBRE DA LENHA UTILIZADA .....	146
3.3	USO DE MADEIRA MORTA.....	147
3.4	SIMILARIDADE ENTRE OS PERÍODOS DE OCUPAÇÃO .....	148
3.5	CONTRIBUIÇÃO À ARQUEOBOTÂNICA EM CARAJÁS .....	149
	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>151</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>152</b>
	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>157</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>160</b>
	Apêndice I. Lista de trabalhos com datas de radiocarbono para carvões vegetais no Sudeste Paraense, Brasil.....	161
	Apêndice II. Vestígios carpológicos do Sítio Bacaba I, Carajás, Pará. ....	167
	Apêndice III. Vestígios carpológicos da Escavação 1.1, quadrícula A, sítio Capela, Carajás, Pará.....	170
	Apêndice IV. Tabela resumo com os dados anatômicos qualitativos e quantitativos das espécies analisadas.....	170
	Apêndice V. Lista de tipo de materias e <i>taxa</i> identificados nas escavações do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. ....	173
	Apêndice VI. Distribuição dos carvões analisados de acordo com a escavação e período de ocupação, sítio Capela, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. ....	181
	Apêndice VII. Carvões arqueológico do sítio Capela, Florseta Nacional de Carajás, Pará, Brasil .....	182



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os fenômenos naturais e a ação humana são responsáveis pela conformação das paisagens no espaço e no tempo, resultando em mosaicos diversos de ambientes e ecossistemas. Os dados geoespaciais demonstram que mais de 21% do continente americano corresponde a florestas secundárias, o que na Amazônia Legal abrange cerca de 130.000 km<sup>2</sup>, o equivalente a 2,6% da área total (CARIM; SCHWARTZ; SILVA, 2007; ALMEIDA et al., 2010). De maneira geral, esses dados da vegetação moderna evidenciam o impacto antrópico na modificação das florestas destas regiões. Isso vêm sendo documentado em várias pesquisas, demonstrando um longo processo da interação humana com as florestas, as quais permitiram a ocupação de diferentes regiões, onde ocorreu o manejo e modificação da flora (BALÉE, 1994; MAGALHÃES, 2005; LEVIS et al., 2012; 2017; SANTOS, 2017).

Os traços ecológicos perpetuados numa paisagem e resultantes de eventos pretéritos são denominados de efeitos de herança (RICKLEFS, 2003). Fenômenos naturais como mudanças geológicas, avanço e retração de geleiras ao longo dos continentes causaram grandes mudanças na paisagem terrestre e no caso amazônico existem vários vestígios deste processo (HAFFER; PRANCE, 2002). Contudo, as ações humanas também causam alterações e mantêm resquícios de sua influência ao longo do tempo, gerando mudanças na paisagem onde o uso e o manejo dos recursos naturais foram praticados (RICKLEFS, 2003).

As pesquisas que exemplificam o efeito de herança antrópica na paisagem têm considerado dados de composição florística da vegetação moderna, a riqueza de espécies no banco de sementes, alterações topográficas, fertilidade do solo, bem como macro e microvestígios biológicos presentes em sítios arqueológicos (ALCORN, 1981; ANDERSON; POSEY, 1985; SALICK, 1995; PLUE et al., 2008, SCHMIDT et al., 2014, ARROYO-KALIN, 2010; LEVIS et al., 2012; BALÉE et al., 2014; LINS et al. 2015; SANTOS, 2017).

Além das variáveis supracitadas, outra fonte de informações para a interpretação de aspectos socioculturais e ambientais no passado vem a ser a análise dos vestígios preservados em sítios arqueológicos (ARCHILA, 2005; CASCON, 2010; SILVA, 2012; CAROMANO et al., 2013). A pesquisa paleoetnobotânica na Amazônia vem cumprindo esse papel e é essencial para compreender a relação entre pessoas e plantas no passado, por meio da análise de micro (fitólitos, grãos de amido e pólen) e macrorrestos botânicos (material carpológico, carvões). Os estudos sobre macrorrestos serão o enfoque desta pesquisa e já foram objeto em outros trabalhos na Amazônia (ARCHILA, 2005; SILVA, 2012; CAROMANO et al., 2013).

Uma oportunidade para ampliar os conhecimentos nesta temática se dá na região de Canaã dos Carajás, Estado do Pará, onde a ocupação de sítios de abrigo desde a transição Pleistoceno/Holoceno tem chamado a atenção da comunidade científica sobre a história da presença humana na Amazônia.

Os pressupostos da pesquisa estão alinhados a duas principais afiliações temáticas: uma arqueológica e outra paleoetnobotânica. No que diz respeito à primeira, esta toma em conta a Arqueologia Amazônica, especialmente as discussões levantadas por Roosevelt et al. (1996) e Magalhães (2005) sobre a continuidade e interconexões relacionadas ao uso de plantas nas diferentes fases de ocupação humana, cujas principais espécies foram perpetuadas ao longo do tempo nesta região (SILVEIRA, 1994; ROOSEVELT et al., 1996; MAGALHÃES, 2005).

O presente trabalho leva em consideração o argumento sobre a interação humana precoce com diferentes ecossistemas amazônicos, o que vem recebendo novas evidências por meio de diversas pesquisas (BALÉE, 1994; ROOSEVELT et al., 1996; MAGALHÃES, 2005; SCHEEL-YBERT; CAROMANO; AZEVEDO, 2016; LEVIS et al., 2017). A região de Carajás, no Sudeste do Pará, tem contribuído neste sentido, por documentar a presença de caçadores-coletores há milhares de anos neste local, onde os dados arqueológicos indicam o uso e aproveitamento da flora tanto de savana (vegetação de canga) como de floresta tropical (MAGALHÃES, 2005; SILVEIRA et al., 2009).

Quanto à afiliação paleoetnobotânica, a pesquisa assume que os carvões em sítios arqueológicos proporcionam informações sobre contexto paleoambiental e paleoetnobotânico associado à uma ocupação humana no passado (CHABAL, 1992; VERNET; FIGUEIRAL, 1993; THÉRY-PARISOT, 2001; SCHEEL-YBERT; BEAUCLAIR; BUARQUE, 2013). Neste caso, as assembleias antracológicas de diferentes contextos arqueológicos são reflexos de duas dimensões ou duas naturezas de informações sobre Carajás: uma relacionada à paisagem associada a diferentes contextos de ocupação de um mesmo espaço no Sudeste Paraense; outra, relacionada aos aspectos culturais de diversos períodos de ocupação, tendo-se em conta que diferentes contextos arqueológicos foram definidos com base em artefatos (lítico e cerâmico), ecofatos (principalmente restos de plantas e animais), estratigrafias e datações radiocarbônicas.

Para o presente trabalho, assume-se a antracologia como a ferramenta metodológica e disciplinar, uma vez que a principal variável da pesquisa são os carvões vegetais, cuja determinação taxonômica requer conhecimento anatômico, respaldado por consultas a coleções de referência, bancos de dados e bibliografias especializadas. Segundo Scheel-Ybert (2016), diversos pesquisadores falantes do idioma inglês preferem o termo "charcoal analysis" (análise de carvões). No entanto, em concordância com as discussões da autora, será tomada a

"antracologia" e seu conjunto de métodos. O termo antracologia refere-se especificamente à análise e identificação do carvão vegetal baseado na anatomia da madeira e, segundo a autora é mais preciso e bastante difundido na literatura internacional (SCHEEL-YBERT, 2016). Ressalta-se a relevância da Carpologia para a presente pesquisa, tendo em conta a riqueza de informações que potencialmente são obtidas em dados sobre os frutos e sementes preservados nos sítios arqueológicos de Carajás, o que já foi explorado por alguns autores (SILVEIRA, 1994; MAGALHÃES, 2005; SANTOS, 2017).

Ademais, a pesquisa tomará em conta os processos históricos e culturais arqueologicamente reconhecidos para Carajás e, neste sentido, considera os elementos e dados disponíveis para a diferenciação e caracterização estratigráfica e arqueológica propostas para o sítio Capela (MAGALHÃES et al., 2016). O objetivo é reconhecer os componentes da vegetação relacionados ao uso dos recursos naturais por culturas que ocuparam a região da Serra dos Carajás no passado, tomando como base o estudo sobre macrovestígios vegetais nos sítios arqueológicos Capela e Bacaba, situados na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, na porção a ragida pelo Município de Canaã dos Carajás, Pará, Brasil.

Nesse sentido, pretende-se com a presente pesquisa ampliar as condições de análises dos dados arqueológicos a partir da perspectiva paleoetnobotânica e paleoecológica, focando nos seguintes questionamentos: quais os vestígios vegetais carbonizados associados aos processos históricos das Culturas Tropical e Neotropical na região de Carajás? Qual a diversidade florística registrada no contexto arqueológico local? Existe variação na composição, riqueza e diversidade taxonômica entre os diferentes períodos de ocupação? O registro da vegetação observada corresponde a tipos de vegetação atualmente conhecidos do ponto de vista florístico? A riqueza e características florísticas diferem de outros trabalhos da região neotropical? Quais as características da lenha utilizada quanto ao calibre e estado da madeira (verde ou morta) antes da carbonização?

Para a referida área foram testadas as seguintes hipóteses:

- I - Existe variação na diversidade taxonômica entre os diferentes períodos de ocupação;
- II - A composição e riqueza taxonômica dos níveis arqueológicos varia entre os diferentes períodos;
- III - O registro da vegetação observada corresponde a tipos de vegetação atualmente conhecidos, do ponto de vista florístico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

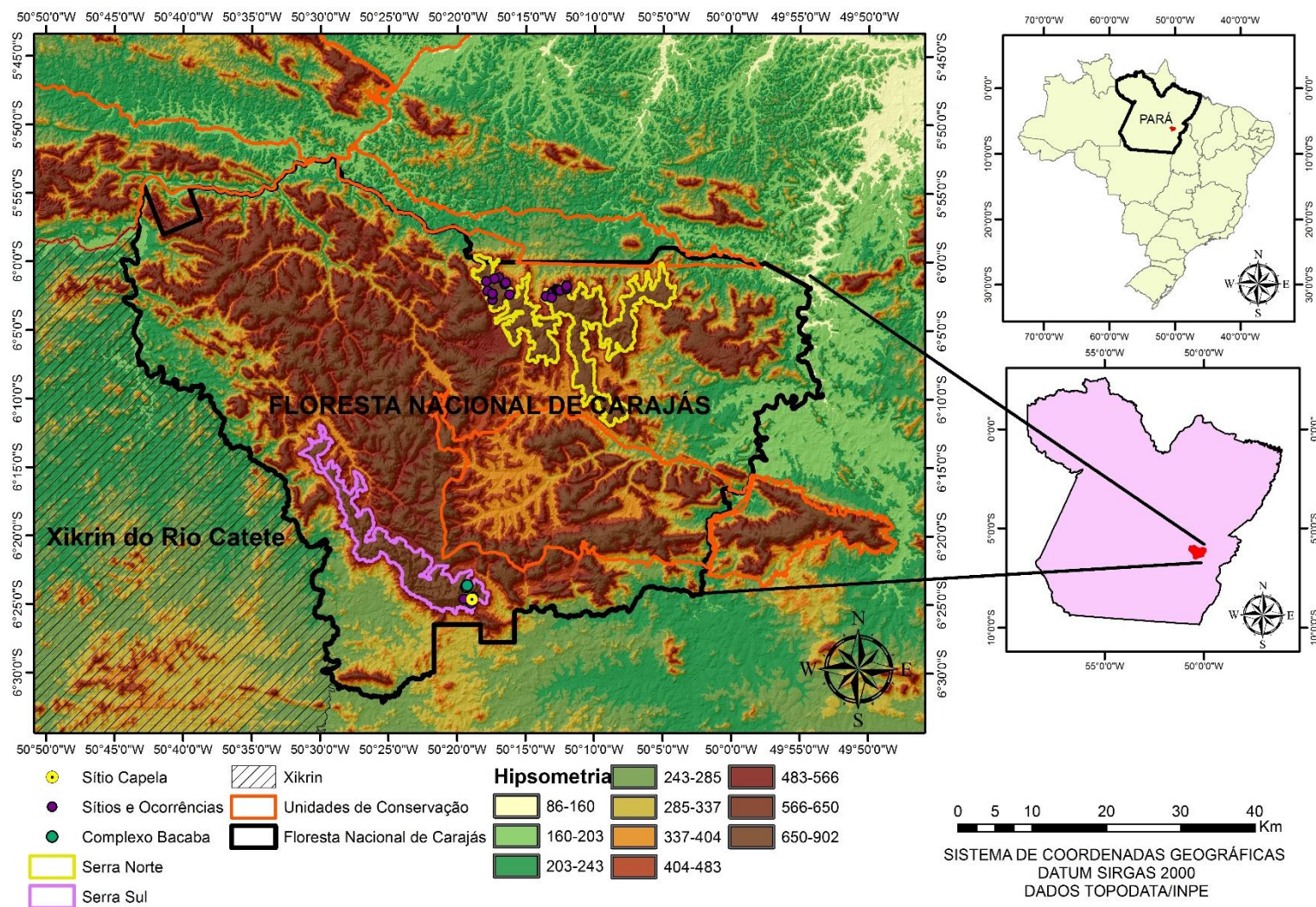
### 2.1 ANTIGUIDADE DA PRESENÇA HUMANA NO SUDESTE PARAENSE

#### 2.1.1 Cronologia das ocupações

Os trabalhos pioneiros que documentaram a antiguidade da presença humana no Sudeste Paraense remetem aos achados de Frikel, em 1960. Tais esforços abriram caminho a uma sequência de pesquisas nas décadas seguintes, cujos primeiros resultados de datações radiocarbônicas chamaram a atenção da comunidade científica, por reforçar os dados cronológicos mais recuados obtidos em outras regiões da Amazônia (MAGALHÃES, 2005; 2009; KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA, 2005). A construção de um cenário científico mais amplo se consolidava e confirmava a presença de caçadores-coletores, sendo que os métodos de datações cronológicas foram uma das ferramentas-chave para balizar os argumentos e achados arqueológicos. Esse conjunto de informações foi sobretudo alimentado pelos dados obtidos nas serras da região de Carajás, decorrente das atividades de salvamento arqueológico. Estas pesquisas são obrigatoriamente realizadas nas áreas do governo brasileiro sob concessão para a atividade mineradora, como é o caso da Floresta Nacional de Carajás, uma das unidades de conservação de uso sustentável desta região (MAGALHÃES et al., 2016).

Nesta região, os sítios ocorrem tanto nas terras baixas, onde predominam os de área aberta, como em terras elevadas, neste caso associados a cavernas e grutas (Figura 1). Os sítios de áreas elevadas estão localizados sobretudo nas Serras Norte e Sul de Carajás e reúnem as datações mais antigas da presença humana no Sudeste Paraense, como vem sendo confirmado nos estudos realizados nos sítios Capela e Bacaba, ambos situados na Serra Sul de Carajás (MAGALHÃES et al., 2016). Entre os trabalhos pioneiros, destacam-se sítios da Serra Norte, como a Gruta do Gavião [8140±30 BP (9.256 a 8.777 anos cal BP)], primeiro sítio da Amazônia brasileira a apresentar evidências de ocupações humanas na floresta tropical durante o Holoceno inferior. Os demais trabalhos com datações em áreas elevadas são de Silveira (1994), Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005), Magalhães (2005) e Magalhães et al. (2016). Quanto aos sítios de área aberta em terras baixas, estes foram estudados por Caldarelli; Araújo; Kern (2005), Silveira et al. (2009, 2015) e Magalhães et al. (2016) e estão localizados em ambientes de floresta ombrófila e suas informações cronológicas são importantes para a interpretação do processo de ocupação local, especialmente por indicarem a presença de caçadores-coletores para além das cavidades situadas nas áreas elevadas. Esses dados auxiliam no entendimento sobre a interação e dinâmica espacial de grupos humanos desde o Holoceno inferior (11.000-10.000 anos cal BP),

Figura 1. Mapa de localização dos sítios de áreas elevadas na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil.

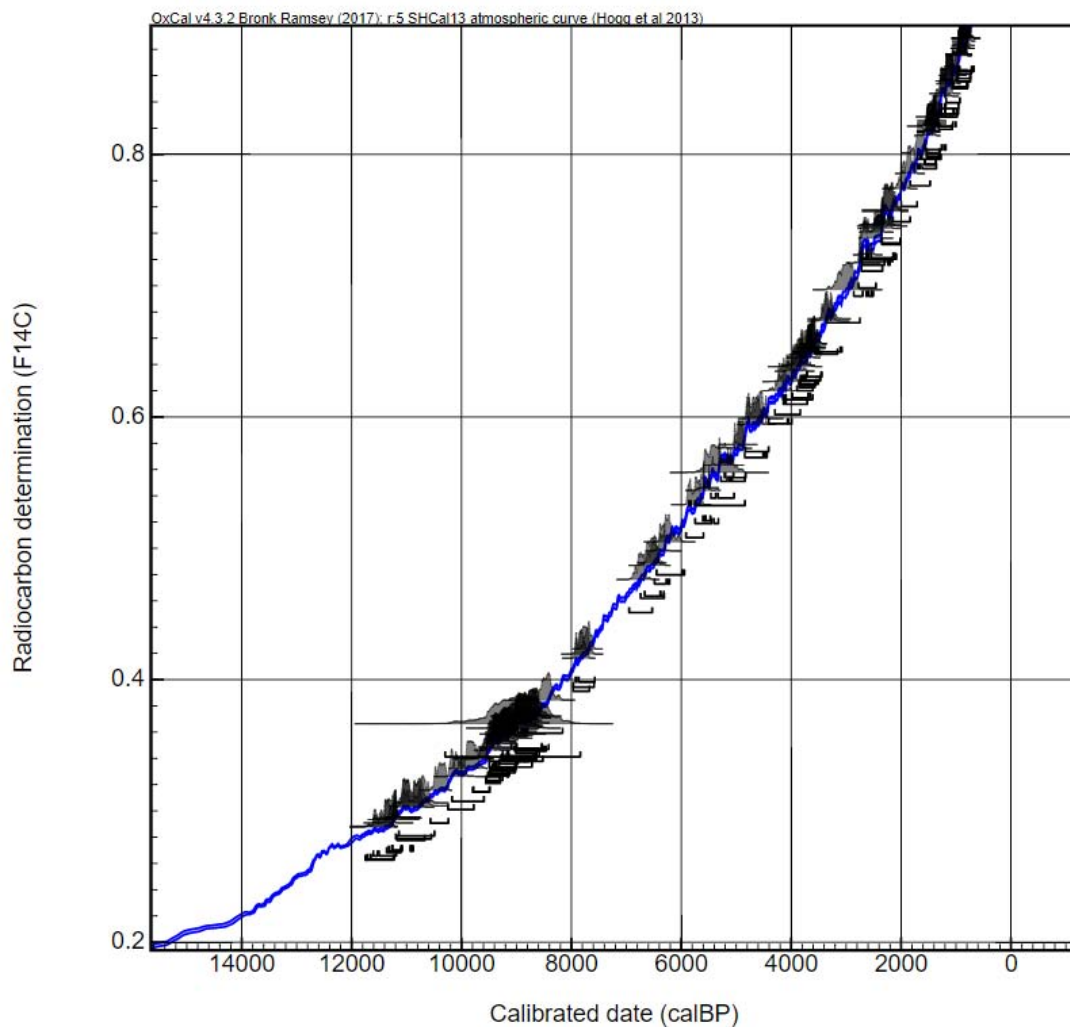


Fonte: Tavares (2018)

assim como sobre a interação com os diversos ecossistemas presentes no Sudeste Paraense. Estas ocupações abrangem intervalos cronológicos distintos, sendo mais recuados em Breu Branco [9570±70 BP (11.194 a 10.551 anos cal BP)] que na região do Salobo [5780±60 BP (6.740 a 6.6315 anos cal BP)] (CALDARELLI; ARAÚJO; KERN, 2005; SILVEIRA et al., 2009)

A base de dados atual para a cronologia em sítios do Sudeste Paraense conta com pelo menos 137 datações para carvões, pertencentes a 19 sítios de terras baixas e 15 de áreas elevadas (Figura 2, Apêndice 1).

Figura 2. Curva com calibração de 137 datas associadas a sítios arqueológicos no Sudeste Paraense, Brasil. Os intervalos de confiança para as datas calibradas foram baseados na curva SHCal-13 (HOGG et al. 2013), adotando-se um nível de probabilidade de 95% (2 sigmas). Gráfico gerado no programa OxCal 4.2 (BRONK RAMSEY, 2009).





Dentre as análises sobre a cronologia da região, destaca-se aquelas realizadas por Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005), a qual incluiu 17 dados de dez sítios e as de Silveira et al. (2009, 2015), com 47 datas obtidas principalmente em sítios localizados em terras baixas, às margens do Igarapé Salobo, Rio Cinzento e Igarapé Mirim. Os estudos mais recentes são de Magalhães et al. (2016), que reuniram um número significativo de datas inéditas tanto para a Serra Norte como para a Serra Sul da Floresta Nacional de Carajás, onde se verifica que o sítio com datas mais recuadas atualmente corresponde à gruta Capela [ $10.010 \pm 40$  BP (11.750 a 11.236 anos cal BP)], situada na Serra Sul (MAGALHÃES et al. 2016).

De maneira geral, as datas obtidas em sítios do Sudeste paraense indicam uma sequência de ocupações, a primeira delas num período mais recuado durante a transição Pleistoceno/Holoceno, entre 11.500 e 10.000 anos cal BP, relacionada a grupos caçadores-coletores. Após esse período seguem um conjunto de ocupações que evoluem em frequência e formam um intervalo cronológico entre 10.000 e 8.000 anos cal. BP. Em seguida, entre 8.000 e 6.000 anos cal BP, observa-se uma diminuição na frequência de datas, sendo estas mais escassas em torno de 7.000 anos cal BP. As frequências voltam a aumentar após 6.000 anos cal BP, acentuando-se a partir de 5.000 anos cal BP, quando começam a ocorrer vestígios de uma cultura ceramista, findando em datas associadas aos períodos de pré e pós-contato. O intervalo cronológico mais recente pertence ao sítio Bitoca 1 (SILVEIRA et al. 2009), entre 495 e 152 anos cal BP (SILVEIRA et al., 2009; KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA, 2005; MAGALHÃES et al., 2016).

### **2.1.2 Os vestígios arqueológicos**

A cultura material encontrada nos sítios arqueológicos do Sudeste Paraense vem sendo sistematicamente estudada nas bacias dos rios Tocantins, Itacaiúnas e Parauapebas. Parte desse acervo é representado por artefatos cerâmicos, que vêm sendo associados à Tradição Tupiguarani, cuja frequência é maior nas ocupações de até 2000 anos BP, em sítios acampamento e habitação em terras baixas, às margens do Igarapé Salobo, Rio Cinzento e Igarapé Mirim (SILVEIRA et al. 2009). Para vários destes sítios, há evidências de reocupações, o que tem sido constatado por meio do reconhecimento de sobreposição de manchas e mudanças na cultura material, com datações que recuam em até 6000 anos BP (SILVEIRA et al., 2015).

O antropólogo Protásio Frikel coletou uma grande quantidade de artefatos arqueológicos em margens de rios e nas áreas pertencentes aos Xikrins, muitos destes tratando-se de áreas de terra preta. Esse material compõe uma coleção que conta com pelo menos 3.749 fragmentos cerâmicos juntamente com diversos artefatos líticos (MAGALHÃES, 2016). De

acordo com o estudo realizado por Napoleão Figueiredo, entre a cerâmica coletada por Frikel haviam estilos diferenciados, para os quais realizou uma classificação em três tipos: Itacaiúnas Simples, Caiteté Simples e Itacaiunas Corrugado (FIGUEIREDO, 1965). Quanto à cerâmica encontrada em cavidades, Magalhães et al. (2016) explicam que apesar de não haver um estudo sistemático para estas, boa parte delas apresenta características da Tradição Tupiguarani, comuns àquelas encontradas nos demais sítios das terras baixas da região.

A maior parte das informações sobre as indústrias líticas dizem respeito às escavações realizadas na Serra Norte (HILBERT, 1993 *apud* BUENO, 2010); SILVEIRA, 1994; LIMA, 2013; MAGALHÃES, 2005; MAGALHÃES et al., 2016), mas novos estudos vêm sendo apresentados para a Serra Sul (OLIVEIRA, 2007; MAIA, 2017). Os materiais recuperados em Carajás estão associados tanto às ocupações mais antigas, quanto àquelas de mais recentes, neste último caso, relacionados à uma cultura ceramista (HILBERT, 1993 *apud* BUENO, 2010; OLIVEIRA, 2007; LIMA, 2013; MAGALHÃES et al., 2016; MAIA, 2017).

Quanto às indústrias líticas em sítios de ocupações recentes desta região, algumas informações sistemáticas podem ser encontradas nos estudos de Bueno e Pereira (2007), Falci e Rodet (2016) e Maia (2017). Bueno e Pereira (2007) demonstraram que os principais materiais encontrados no sítio Domingos foram percutores, bigornas, instrumentos utilizados para cortar e raspar, amassar, triturar, pilar, percutir e esmagar. Estes autores explicam que tais artefatos estavam associados a diversas práticas de uso do fogo, processamento de alimentos, produção de cerâmica e em outras atividades onde o fogo também seria o principal agente. Outro exemplo são os materiais recuperados na Mina de Manganês do Azul, porção leste da Serra Norte de Carajás, cujas pesquisas demonstram a confecção de adornos corporais, como contas e pingentes elaborados a partir de matérias minerais como a caulinita silicificada (FALCI; RODET, 2016).

Assim como verificado para os líticos mais recentes, os estudos direcionados às ocupações mais antigas também conseguiram identificar a natureza das matérias-primas, formas de transformação dos minerais e elaboração de artefatos, dados essenciais para a compreensão das diferentes ocupações que se deram na região (HILBERT, 1993 *apud* BUENO, 2010; SILVEIRA, 1994; CALDARELLI; ARAÚJO; KERN, 2005; KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA 2005; MAGALHÃES, 2005; OLIVEIRA, 2007; BUENO, 2010; MAGALHÃES et al., 2016; MAIA, 2017). Uma sistematização foi realizada por Hilbert (1993) *apud* Bueno (2010) para uma coleção de líticos recuperados na Gruta Gavião, onde os vestígios, representantes de diferentes etapas de produção de artefatos, foram classificados em três tipos principais: instrumentos retocados (34%), instrumentos com marcas de uso (44%) e moedores



e polidores (21%). Os principais tipos de matérias-primas registradas foram quartzo hialino, quartzo leitoso, quartzo fumê, quartzito, minério de ferro, rocha metamórfica, sílex, além de outros materiais específicos, que variam de acordo com o sítio.

Com relação às mudanças na organização sociocultural a partir de vestígios líticos ao longo do tempo, Maia (2017) explica que no sítio Capela, situado na Serra Sul de Carajás, o primeiro momento de ocupação, durante a transição Pleistoceno/Holoceno (11.224 BP), as indústrias são relativamente simples, obtidas por meio da percussão direta dura e a percussão sobre bigorna, em materiais como quartzo leitoso e hialino. A partir do Holoceno inferior (9.520 BP) parece ter ocorrido um maior investimento tecnológico, quando passam a ser observados instrumentos com retoques unifaciais elaborados, o que pode corresponder a outra ocupação ou ainda a um grupo de lascadores mais especializados. Neste caso, acredita-se que a partir do Holoceno médio houve outra ocupação no referido sítio (ou uma transformação sócio-econômica na sociedade inicial), pois os produtos são muito diferentes dos até então observados. Por fim, a partir do Holoceno superior (4.000 anos BP) as indústrias parecem retornar à simplicidade observada nos primeiros níveis de ocupação do sítio, ainda com a predominância da percussão direta dura. Os instrumentos encontrados neste período foram substancialmente produzidos sobre lascas e raramente com retoques unifaciais. Inclusive a quantidade deles se torna praticamente ínfima quando comparada com os períodos anteriores. Isto pode indicar a introdução de um maior número de produtos feitos de outras matérias-primas, especialmente a madeira (MAIA, 2017).

Até o momento, verifica-se que os estudos sobre indústrias líticas na Amazônia reuniram dados principalmente de sítios arqueológicos na Amazônia central, Mato Grosso e Sudeste Paraense (KERN et al., 1992; MILLER, 1992; MAGALHÃES, 2005; ROOSEVELT et al., 1996; ROOSEVELT; DOUGLAS; BROWN, 2002; COSTA, 2009). Para esse cenário, percebe a relevância do Sudeste Paraense, que segundo Bueno (2010), contribuiu com informações relacionadas a 14 sítios arqueológicos, equivalente a mais de 50% dos sítios catalogados no seu trabalho. Neste sentido, a região de Carajás tende a se tornar cada vez mais relevante como fonte de dados a esse respeito, uma vez que novos estudos conduzidos pelo Projeto PACA e outras pesquisas vem recuperando mais materiais e identificando novos sítios, não apenas nas serras, como em diversos sítios de áreas abertas, situados em terras baixas de Carajás (MAGALHÃES, 1998; CALDARELLI; ARAÚJO; KERN, 2005; KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA, 2005; SILVEIRA et al., 2009).

## 2.2 PALEOETNOBOTÂNICA E ANTRACOLOGIA

O estudo sobre a interação entre pessoas e plantas, desde os primórdios de sua formalização acadêmica, no final do século XIX, têm direcionado suas investigações em duas perspectivas cronológicas: uma relacionada a populações contemporâneas, a etnobotânica, e outra a populações pretéritas, a paleoetnobotânica. O presente trabalho dará destaque à segunda, a qual vem a ser uma disciplina voltada para a compreensão da relação entre os seres humanos e o mundo vegetal a partir de vestígios arqueológicos (PEARSALL, 2015) e vem auxiliando na busca por respostas sobre como as culturas pretéritas interagiam com o meio em que viviam.

A compreensão de questões desta natureza pode ser obtida por diversos caminhos e vem sendo explorada em estudos sobre o uso de plantas a partir de experiências históricas desenvolvidas em diferentes regiões do mundo (CHABAL, 1997; PIPERNO, 1998; PENNINGTON; WEBER, 2004; PEARSALL; HASTORF, 2011; DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; VANDERWARKER et al., 2016). As contribuições destas pesquisas abrangem diferentes enfoques, havendo o predomínio em questões sobre domesticação, reconstituição paleoambiental, estratégias de subsistência, uso e manejo de plantas, sedimentação, experimentação, uso ritual e discussões teóricas e metodológicas sobre a disciplina, sendo que o primeiro é um dos temas mais explorados. Destaca-se ainda a recorrente discussão sobre a composição de coleções de referência, o que de fato é imprescindível para segurança na determinação taxonômica das amostras analisadas nestas pesquisas (BABOT, 2007; CASCON, 2010; SCHEEL-YBERT, 2016).

Com relação à relevância do tema da domesticação de plantas entre os trabalhos, nota-se que os dados arqueobotânicos que têm contribuído para essa discussão são relacionados tanto a macro como a micro vestígios, sendo os principais: vestígios de frutos e sementes, fitólitos, grãos de amido e pólen (BABOT, 2007; PIPERNO, 1998; PENNINGTON; WEBER, 2004; CASCON, 2010; PEARSALL; HASTORF, 2011; CAROMANO et al., 2013). As informações tendem a compor um quadro mais completo do processo quando associados aos conhecimentos e métodos de outras disciplinas, como agronomia, genética de populações, ecologia histórica, biologia molecular e métodos de datação (CLEMENT, 1989; ERICKSON et al., 2005; CLEMENT et al., 2010; LANGLIE et al., 2014).

No continente americano, até o presente, foram identificados vários centros de domesticação de plantas, associados aos principais territórios de ocupação ameríndia (PIPERNO, 1998; PEARSALL; HASTORF, 2011; PENNINGTON; WEBER, 2004; VANDERWARKER et al., 2016). Além disso, os dados vêm demonstrando que houve um

importante sistema de trocas, uma vez que plantas domesticadas em regiões diferentes são encontradas em vestígios arqueobotânicos, como é o caso do milho, cujo centro de domesticação corresponde ao que hoje é o México, mas que tem sua presença documentadas em território sul-americano desde 7170 ± 60 BP (8015–7945 cal BP) (PIPERNO, 2011).

Várias plantas foram estratégicas para assegurar a subsistências dos assentamentos humanos pretéritos, havendo variações dos grupos vegetais que sobressaíram entre as diferentes regiões. Nas florestas tropicais e regiões andinas, a reconhecida importância de recursos ricos em carboidratos como os tubérculos de *Calathea* sp., *Maranta arundinaceae*, *Manihot* spp. e *Dioscorea* spp. vem sendo confirmada nos registros arqueobotânicos, os quais vêm permitindo situar a antiguidade e relevância desses *taxa* para a segurança alimentar, o que também interfere no entendimento sobre a cronologia do uso desses recursos. (PIPERNO, 1998; PEARSALL; HASTORF, 2011; PENNINGTON; WEBER, 2004; VANDERWARKER et al., 2016). É importante destacar, que cada espécie requer o desenvolvimento de sistemas de produção especializados, podendo compor cultivos homogêneos ou mistos, requerendo ainda diferentes tecnologias de processamento e consumo de seus tubérculos (PIPERNO, 1998; PEARSALL; HASTORF, 2011).

A paleoetnobotânica vem sendo desenvolvida por instituições e universidades de diversos países do mundo, mas os dados de publicações ainda são bem menores quando comparado a outras áreas da etnobiologia, como a etnobotânica. As grandes potências científicas para o tema são os Estados Unidos, França, Espanha, Alemanha e Reino Unido. É importante ressaltar que os dois primeiros abrigam importantes escolas na área, porém com nuances e especialidades diferenciadas, e são bastante influentes nos demais países do mundo, podendo-se observar autoras relevantes como as norte-americanas Dolores Piperno (PIPERNO, 2011) e Deborah Pearsal (PEARSALL, 2015), que realizaram estudos principalmente em microarqueobotânica; e a pesquisadora francesa Lucie Chaball (CHABAL, 1997), a qual organizou importantes discussões metodológicas em antracologia.

Nota-se, no entanto, uma evolução de trabalhos em regiões do Hemisfério Sul a partir da segunda metade da década de 1990 e início de 2000, o que corresponde principalmente às pesquisas sul-americanas e da Oceania. Nestes países vêm sendo reunidas informações relacionadas a problemas particulares, diferentes daquelas tratadas nos centros mais clássicos do Hemisfério Norte. Isso não quer dizer que não haja um diálogo com as outras regiões, mas que existem questões específicas, como tem se observado nos estudos sobre antracologia (SCHEEL-YBERT, 2016).

A antracologia, que corresponde à identificação de carvão com base em caracteres anatômicos da madeira, é uma disciplina desenvolvida na França nos anos 70, sendo principalmente aplicada à arqueologia (VERNET, 2006; CHABAL, 1997, SCHEEL-YBERT, 2004a,b; SCOTT; DAMBLON, 2010; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017). Ela também vem sendo reconhecida como uma ferramenta confiável para a reconstrução paleoecológica e paleoambiental (VERNET; THIEBAULT, 1987; VERNET; FIGURERAL, 1993; THIÉBAULT, 2002; SCHEEL-YBERT; BEAUCLAIR; BUARQUE, 2013) e geologia (CARCAILLET; THINON 1996; FIGUEIRAL et al., 2002). Mais recentemente, tem se demonstrado que a identificação de carvão pode ser usada para o controle e fiscalização da produção de carvão vegetal (VITAL, et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016; SCHEEL-YBERT, 2016).

Para a o Hemisfério Sul, nota-se que a aplicação da antracologia foi intensificada a partir do final da década de 1990, muito posterior ao seu desenvolvimento e aplicação na Europa. Atualmente, já podem ser encontrados trabalhos no Brasil, Argentina, Austrália, Nova Zelândia, Chile, África do Sul e Polinésia Francesa. As pesquisas aí desenvolvidas lidam com um cenário bastante diferente daquele encontrado no Hemisfério Norte, podendo-se destacar os seguintes aspectos: a elevada diversidade das floras regionais que demanda maior esforço em estudos sobre a anatomia da madeira de suas espécies; a necessidade de composição de coleções de referências e a adequação de métodos e critérios amostrais (SCHEEL-YBERT, 2006a,b). Segundo Scheel-Ybert (2016), a antracologia sul-americana esteve integrada às especialidades arqueobotânicas desde os primeiros trabalhos, o que difere da prática europeia, onde é considerada uma disciplina à parte. As pesquisas realizadas na África e na Oceania, pelo que se percebe, procedem de maneira semelhante à sul-americana (DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015).

De maneira geral, verifica-se que os dados contemplam períodos distintos e têm ajudado a entender como a população humana teve um papel muito ativo na conformação da flora do hemisfério sul tanto no Pleistoceno (DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; LENNOX et al., 2015; WHITAU et al., 2017), como no Holoceno (SCHEEL-YBERT, 2000, 2002; MARCONETTO, 2010; MELO JÚNIOR; MAGALHÃES, 2015; BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017). O protagonismo cultural na configuração da paisagem tem ocorrido por meio de diferentes práticas, como a agricultura, coleta e manejo de recursos florestais e promoção de plantas em diversos ambientes (BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017; DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; LENNOX et al., 2015; WHITAU et al., 2017; SCHEEL-YBERT; CAROMANO; AZEVEDO, 2016). Essas atividades têm como testemunho o registro de

recursos vegetais associados a diversas culturas que desenvolveram mecanismos e tecnologias a contextos ambientais diferenciados, como sabaqueiros no litoral brasileiro, culturas ceramistas e pré-ceramistas na América do Sul, Austrália e na Nova Zelândia (SCHEEL-YBERT, 1999; SCHEEL-YBERT; EGGERS, 2003; DEBLASIS et al., 2007; BEAUCLAIR et al., 2009; MELO JÚNIOR; MAGALHÃES, 2015; DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017).

Na América do Sul, apesar dos primeiros trabalhos antracológicos terem sido realizados por Deborah Pearsall no Equador em 1973 (PEARSALL; HASTORF, 2011), somente na década de 1990 é que a aplicação dos métodos sistemático do estudo de carvões arqueológicos se apresentam com certa continuidade, havendo um crescimento na década de 2000.

Nos sítios ceramistas do Sudeste e do Sul do Brasil e na Amazônia brasileira demonstram que a ocupação humana e o uso de recursos lenhosos estão relacionados a alterações na vegetação local e promoção de ambientes antropogênicos (CAROMANO et al., 2013; SCHEEL-YBERT; CAROMANO; AZEVEDO, 2016; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017). Apesar de se reconhecer o papel das populações pretéritas na conformação de florestas e suas características modernas, ainda não haviam dados antracológicos que apontavam diretamente quais plantas eram utilizadas (SCHEEL-YBERT; CAROMANO; AZEVEDO, 2016). Os diferentes grupos estudados nas áreas citadas transformaram a paisagem com a criação de vegetação secundária e uma possível concentração de plantas úteis no entorno dos assentamentos (SCHEEL-YBERT; CAROMANO; AZEVEDO, 2016).

A história sobre a economia do combustível no vale Mantaro, no Peru, aponta para estratégias de coleta de lenha integrada à agricultura e pecuária, estabelecendo um sistema complexo para a coleta de lenha entre as pessoas daquela região. Essas informações foram possíveis a partir de dados históricos, etnográficos e antracológicos, este último, por meio do estudo de estruturas de combustão domésticas que remontam há pelo menos 500 anos antes do presente (JOHANNESSEN; HASTORF, 1990).

Na Oceania, Dotte-Sarout, Carah e Byrne (2015) explicam que a disciplina foi inicialmente aplicada com algumas limitações metodológicas, o que inclui basicamente as amostragens reduzidas, frequentemente menos que 100 fragmentos por assembleia de um mesmo contexto arqueológico, bem como a obtenção de carvões concentrados (lareiras, fogueiras, restos de estacas ou depósitos de outras atividades antrópicas) sem a amostragem sistemática de carvões dispersos.

A análise dos carvões na caverna Riwi, no norte da Austrália Ocidental, permitiu uma reconstrução da vegetação lenhosa local durante a ocupação nos últimos 45 mil anos. O

conjunto de carvões de madeira das unidades estratigráficas do Pleistoceno mostrou uma mudança na composição da vegetação de *Eucalyptus* spp. para savana dominada por *Corymbia* sp. Enquanto que no Holoceno, os carvões correspondiam a *taxa* típicos da revegetação moderna, demonstrando que as pessoas estavam interagindo com uma vegetação adaptada a um clima de maior umidade (WHITAU et al. 2017).

Com relação ao continente africano, destaca-se o trabalho de Lennox et al. (2015), que analisaram os carvões arqueológicos da caverna Sibudu, com idade de 49.100 anos BP. Foi constatada que a madeira de *Acacia* sp. foi geralmente favorecida na utilização como combustível. Além disso, eles observaram a presença de *Spirostachys africana*, uma planta tóxica, que foi utilizada possivelmente na produção de fumaça para repelir de insetos.

Destaca-se ainda uma pesquisa importante sobre etnoarqueologia neste continente, que traz informações complementares para a interpretação em antracologia. A partir dos estudos sobre o consumo de lenha em aldeias Fang, Guiné Equatorial, foi verificado que a escolha da lenha não é condicionada pelas espécies em si, mas está relacionada com as propriedades físicas da madeira (teor de água, o tamanho de diâmetro), o que corroborou pesquisas anteriores sobre as propriedades do combustível em diferentes contextos culturais e ecológicos (GELABERT; ASOUTI; MARTÍ, 2011).

Como observado, a antracologia é fornecedora das mais diversas informações paleoetnobotânicas, podendo elucidar todo um histórico de relações socioeconômicas e ambientais das populações antigas e serem usadas como subsídios para um melhor direcionamento das relações entre sociedades e o ambiente na atualidade (SCHEEL; GASPAR; YBERT, 1996). Além disso, o estudo de carvões arqueológicos pode ser cronologicamente amplo, podendo ser útil na investigação sobre mudanças na paisagem e permitir interpretações sobre o comportamento humano frente às mudanças climáticas e ambientais ao longo do tempo.

### **2.2.1 A antracológica em interpretações paleoambientais**

Por mais que hajam limitações amostrais e de representatividade intrínsecas ao contexto da pesquisa antracológica, as interpretações paleoambientais permanecem válidas e jamais devem ser ignoradas, fato comprovado pelos enormes avanços acadêmicos e científicos dessa disciplina nos últimos anos (VERNET; THIÉBAULT, 1987; SOLARI, 1990; FIGUEIRAL et al., 2002; THIÉBAULT, 2002; SCHEEL-YBERT, 2005; CAROMANO et al., 2013; SCHEEL-YBERT; BEAUCLAIR; BUARQUE, 2013; SCHEEL-YBERT; CAROMANO, AZEVEDO, 2016). As informações para esse tipo de interpretações atualmente não partem apenas de dados antracológicos, pelo contrário, os métodos clássicos adotam dados palinológicos (pólen) e

paleobotânicos (madeiras e outras estruturas de diversas plantas fossilizadas) (FIGUERAL; MOSBRUGGE, 2000).

Independentemente do tipo de material analisado, haverá sempre um viés de cada método. Por exemplo, as assembleias de pólen representam apenas o grupo de plantas com dispersão pelo vento. Ademais, os tipos de materiais fossilizados também variam de acordo com a espécie, a exemplo de Lauraceae, que são frequentes em registros fósseis e, no entanto, seu pólen degrada-se facilmente sendo raro seu registro palinológico (FIGUERAL; MOSBRUGGE, 2000).

Quanto aos carvões, estes representam a comunidade lenhosa, cuja representatividade vai depender de fatores como o grau de fragmentação, o qual pode estar relacionada ao tipo de espécie e ao estado da madeira antes da carbonização (madeira morta ou madeira saudável). Conseqüentemente, pode haver um viés de representatividade da comunidade arbórea (SMART; HOFFMAN, 1988; CHABAL 1992; SCHEEL-YBERT, 2004b; THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010). Outra questão seria o comprometimento da determinação taxonômica devido ao tamanho do fragmento (que deve ser superior a 2mm) e a variações drásticas como a vitrificação e a deformação por diagênese (FIGUERAL; MOSBRUGGE, 2000; THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010).

### 2.3 A ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO ANTRACOLÓGICA

Uma das principais preocupações na coleta de dados antracológicos é a determinação taxonômica, o que requer conhecimentos básicos de anatomia da madeira. A madeira corresponde botanicamente ao xilema secundário, um tecido vegetal complexo, resultante da atividade cambial, presente em gimnospermas e angiospermas. Esse tecido vascular apresenta conjuntos celulares organizados axial e verticalmente, compondo um sistema tridimensional distinguível e com relevante valor para a caracterização e diagnose taxonômica (EVERT, 2013). Várias informações podem ser encontradas em literaturas especializadas. Uma das mais relevantes para os anatomistas é a publicação de Metcalfe e Chalk (1950). Para se ter uma ideia de como esse trabalho ajuda na diagnose de carvões, pode-se exemplificar algumas características gerais, observadas na anatomia de dicotiledôneas e compiladas por estes autores, onde cerca de 20 características anatômicas ocorrem em 10% ou menos das madeiras desse grupo no mundo (WHEELER et al., 1986 *apud* WHEELER; BAAS, 1998), como segue abaixo.

- Presença de traqueídes vasculares ou vasicêntricos (10%);
- Raios estratificados; parênquima axial ausente ou raro (9% cada);
- Bandas axiais do parênquima com mais de quatro células de largura (8%);

- Anel semi-poroso (7%);
- Placas de perfuração escalariforme com mais de 20 barras, canais ou tubos laticíferos, raios com mais de 10 células de largura (6% cada);
- Raios com a porção unisseriada igual à porção multisseriada, anel poroso (5% cada);
- Canais axiais (4%);
- Cristais em idioblastos, células oleíferas ou mucilaginosas (3% cada);
- Tilose esclerótica, fibras com espessamento espiralado, floema incluso, ráfides ou drusas (2% cada).

Segundo Wheeler e Baas (1998), as madeiras com algumas destas características em combinação com outras mais comuns podem ser mais facilmente identificadas, principalmente se sua origem geográfica for conhecida. Essas informações auxiliam bastante a análise antracológica, fazendo parte da rotina do pesquisador a consulta às bases de dados correlatas.

No entanto, essa tarefa apresenta pontos críticos, como estabelecer a que nível taxonômico (famílias, gênero ou espécies) uma amostra pode ser identificada e reconhecer quando se deve ficar satisfeito com a análise (WHEELER; BAAS, 1998). Quando se tratam de madeiras em regiões tropicais, dificilmente se alcança a identificação das espécies, o que vai depender de diversos fatores que variam entre as famílias. Scheel-Ybert (2016) aponta a necessidade de mais estudos sobre as madeiras em regiões tropicais, onde nem sempre é possível a determinação infrafamiliar, tal qual ocorre com as madeiras de Annonaceae, cujos gêneros são difíceis de serem diferenciados (WHEELER; BAAS, 1998).

As limitações para a identificação de madeiras de alguns grupos podem estar relacionadas a sua diversidade, associada à carência de informações anatômicas. A riqueza mundial da família Fabaceae, por exemplo, é de aproximadamente 19.500 espécies, várias destas sendo árvores e arbustos. No entanto, as informações anatômicas do Inside Wood contemplam atualmente menos de 5% da riqueza total desse grupo. Neste sentido, são essenciais revisões taxonômicas, uma vez que as atualizações podem reunir dados mais refinados, o que vem sendo feito inclusive a partir de coleções de carvões (ALBUQUERQUE, 2012; GONÇALVES et al., 2016; GONÇALVES; SCHEEL-YBERT, 2016).

### **2.3.1 Variações na estrutura anatômica do lenho carbonizado**

O carvão vegetal difere de sua matéria orgânica original quanto às suas propriedades químicas, moleculares e físicas e esta diferença é um resultado direto das condições de aquecimento, isto é, da temperatura e tempo de exposição à fonte de calor (BRAADBAART;



POOLE; VAN BRUSSEL, 2009). Mesmo que não afete a organização dos tecidos do lenho, ocorrem variações nas dimensões de atributos anatômicos, devido uma readequação estrutural da madeira submetida a temperaturas mais elevadas (PRIOR; GASSON, 1993; ALBUQUERQUE, 2012; GONÇALVES et al., 2014). Essa exposição provoca a degradação da celulose, da hemicelulose e a destruição da estrutura microfibrilar da madeira (MCGINNES JUNIOR; KANDEEL; SZOPA, 1971).

Quando os carvões são analisados em microscópio é possível serem observadas variações nos planos transversal, tangencial e radial, como a fusão de células ou tecidos, fendas de retração, além de outras características relacionadas ao estado da madeira antes da carbonização, principalmente a presença de hifas de fungo e ataque de insetos (MARGUERIE; HUNOT, 2007). Com relação às estruturas anatômicas, as principais modificações são verificadas nos vasos, pontoações intervasculares, nos raios e nas fibras.

Uma das modificações possíveis é a diminuição do diâmetro dos vasos devido à contração da madeira, o que já foi constatado em alguns estudos (PRIOR; GASSON, 1993; ALBUQUERQUE, 2012; GONÇALVES et al., 2014). Por vezes, é ainda possível ocorrer uma distorção na sua forma, a exemplo do estudo de Albuquerque (2012), em que os vasos de *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin passaram de circular a oblongo para alongado e com paredes irregulares no plano transversal. Já nas pontoações intervasculares, ocorrem contrações no diâmetro e a fusão das auréolas, sendo que em alguns casos há a deformação completa, devido à fusão de estruturas ou tecidos. Nos raios, foram verificadas variações morfométricas para a largura (0,0% a 26,32%) e a altura (0,51 a 42,13%) (ALBUQUERQUE, 2012). Quanto às fibras, sua anatomia pode ser alterada, quando as paredes destas são mais espessas, com lúmen reduzido e massa compacta. Nestes casos, constatou-se a contração das paredes tangencial e radial para algumas espécies, que no estudo do autor supracitado variaram de 0,0 a 50%.

Existem deformações que comprometem áreas ou todo o fragmento do carvão. Algumas fendas de retração são comuns no sentido radial e por vezes dificultam a quebra das amostras para a obtenção dos planos anatômicos. Sabe-se que estas distorções são menos frequentes quando próximas à região da medula e sua ocorrência está relacionada com a perda de água durante a carbonização (MARGUERIE; HUNOT, 2007).

Outro fenômeno da carbonização que compromete a análise do lenho é a vitrificação. Neste caso, a anatomia da madeira passa por modificações, conferindo ao tecido um aspecto deformado e reluzente. Estas alterações podem ser pontuais ou atingirem todo o fragmento, por

vezes com os elementos e estruturas celulares completamente fundidos e homogêneos, tornando os carvões mais densos e friáveis (MARGUERIE; HUNOT, 2007). O aumento da densidade decorrente da vitrificação pode ser explicada pela fusão das paredes celulares, que diminui os espaços vazios no interior do carvão e aumenta sua densidade (SCHEEL-YBERT, 2004b). Nos casos em que o fragmento é completamente vitrificado, a descrição anatômica fica comprometida, sendo muito provável a sua não determinação taxonômica.

### **2.3.2 A deposição de carvão no sedimento**

O conjunto de alterações que ocorrem no sedimento ao longo do tempo afeta não apenas os carvões, mas todo o conjunto de artefatos arqueológicos. Muitas dessas alterações podem ser identificadas já no momento da escavação (bioturbações), enquanto que outras são verificadas em laboratório com o auxílio de microscópio (diagênese) (THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010). Para discutir os processos de sedimentação que ocorrem com o carvão, serão apresentados os seguintes aspectos: os fatores associados ao deslocamento, processos diagenéticos e a fragmentação do carvão.

O deslocamento de materiais no solo pode ser causado por vários fatores. O sistema radicular das plantas ocasiona muitas alterações e movimentações no sedimento, levando ao revolvimento dos carvões, o que pode ser mais acentuado em sítios de áreas abertas que em cavidades, devido a maior cobertura da vegetação (THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010). A fauna do solo é bastante diversa, incluindo microrganismos e vários animais invertebrados e é considerada como um dos agentes de modificação nesse ecossistema (cf. SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; CORREIA; OLIVEIRA, 2000). De acordo com Wood e Johnson (1978), as minhocas – animais da Classe Oligochaeta (CORREIA; OLIVEIRA, 2000) – podem deslocar o carvão e outros materiais arqueológicos em aproximadamente 5mm ao ano. Mas esse efeito foi considerado relevante apenas para fragmentos de carvão inferiores a 2mm (STEIN, 1983). A construção de galerias por animais também ocasiona o revolvimento do material arqueológico, devendo ser adequadamente representada nas estratigrafias para um melhor controle da amostragem.

O transporte pela água é talvez um dos fatores mais relevantes quando se trata do deslocamento de carvões. Seu efeito pode ser ainda mais acentuado em solos arenosos ou com grande proporção de cascalho, ao contrário dos solos argilosos, onde, neste caso, a força de circulação da água é mais limitada (THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010). Os processos erosivos atuam no deslocamento de carvões, funcionando como canais de entrada ou saída de fragmentos no sítio, dependendo das suas características topográficas e cobertura do solo.

Quanto aos processos diagenéticos do carvão, pode-se afirmar que é um dos aspectos que ainda carecem de mais estudos, demandando esforços de diferentes especialidades, como a pedologia, a pedoantracologia e a sedimentologia. Uma constatação relevante, diz respeito ao pH básico do solo ( $\text{pH} > 6$ ), condição em que foram obtidas evidências de deterioração mais acentuada do carvão (COHEN-OFRI et al., 2006).

A fragmentação do carvão também está relacionada ao fato de se tratar de um material friável, vulnerável à pressões e intervenções mecânicas. Pelo fato dos carvões serem proveniente de diversas espécies, há de se pensar que as diferenças mais significativas na fragmentação seja um resultado das características anatômicas de cada grupo taxonômico. No entanto, as propriedades mecânicas dos carvões são influenciadas por um conjunto de fatores, onde, além da anatomia das espécies, devem ser considerados a taxa de umidade, a temperatura de combustão, o diâmetro e o estado da madeira coletada (madeira morta ou verde). Ao que parece, as informações mais claras na literatura apontam para uma maior relevância do estado da madeira que da própria característica das espécies. Dados experimentais mostraram que o carvão da madeira saudável é 3 a 5 vezes mais resistente que o daquela deteriorada. Desta maneira, a madeira morta coletada no ambiente gera um carvão que se degrada mais rapidamente, por ser geralmente mais poroso e friável, produzindo fragmentos de menor tamanho (THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010).

### **2.3.3 Carvões dispersos e concentrados**

Os carvões em contexto arqueológico podem ser recuperados de diferentes formas e encontram-se em variados padrões de dispersão nos sítios. Assim, temos os carvões dispersos, que correspondem aos fragmentos aleatoriamente distribuídos no sedimento, os quais são mais representativos de atividades de longos períodos de ocupação e potencialmente estão associados a diferentes eventos no sítio. Neste sentido, este grupo de carvões seria mais representativo das condições paleoecológicas e paleoambientais, pelo fato de corresponderem a vestígios de sucessivas queimas no sítio (BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017).

Os carvões concentrados, por sua vez, estão associados a estruturas ou contextos mais delimitados, como fogueiras, e teriam um menor potencial para a reconstituição paleoambiental (SCHEEL-YBERT, 2004b). Estes apresentam um viés pelo fato de corresponderem a um evento em particular, ou seja, representam atividades de curto prazo. No entanto, podem levar a interpretações culturais importantes, sobretudo em contextos arqueológicos bem definidos, oferecendo indícios sobre costumes, seletividades, usos rituais, entre outros (BEAUCLAIR et al., 2009; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017).

Estes dois tipos de carvão requerem métodos diferenciados de amostragem em antracologia (SCHEEL-YBERT, 2004b). Basicamente existem duas formas principais: coletas manuais e amostragens sistemáticas de sedimento para posterior separação dos carvões por peneiragem ou flotação. Para responder certas questões de cunho sociocultural, a literatura vem mostrando resultados interessantes com ambos contextos de amostragem, mas pondera a essencialidade de se realizar amostragens sistemáticas de carvões dispersos, os quais auxiliam em inferências sobre aspectos culturais e de reconstituição de paisagem, além de servirem como controle para as análises e interpretações dos carvões concentrados (SCHEEL-YBERT, 2004b; BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017).

Pernaud (1992) concorda que os carvões concentrados em certas estruturas podem fornecer uma imagem válida do ambiente vegetal, mas alerta que é somente a análise dos fragmentos dispersos que confirma, ou não, a validade das interpretações. Por exemplo, a frequência de um *taxon* em um conjunto de carvões concentrados pode não refletir a preferência ou seletividade de um recurso, mas a aleatoriedade da coleta de lenha em um episódio muito particular, ou mesmo as características da comunidade vegetal num determinado momento.

#### 2.4 OUTRAS APLICAÇÕES DA ANTRACOLOGIA

O carvão é o produto da carbonização incompleta da madeira e sua importância nas sociedades modernas é indiscutível. A economia de diversos países depende da produção deste recurso. Para se ter uma ideia, o carvão vegetal e a lenha corresponderam a cerca de 20% da matriz energética brasileira advinda de recursos renováveis em 2014 (BRASIL, 2015).

Pelo menos seis mil toneladas de carvão vegetal foram produzidas em 2015 no Brasil (IBGE, 2016), país considerado como o maior produtor mundial, com aproximadamente um quarto da produção do planeta, seguido da Etiópia, Nigéria e Índia (BAILIS et al., 2013). Infelizmente esse cenário representa uma ameaça à biodiversidade das florestas dos diferentes biomas brasileiros, já que a produção de lenha e carvão ainda está fortemente ligada ao desmatamento ilegal.

Diversas medidas devem ser tomadas para o controle na produção de carvões de madeira tropical. A fiscalização deste produto florestal vem se utilizando de instrumentos oficiais como o "documento de origem florestal" (DOF), no intuito de rastrear a extração da madeira utilizada para este fim nos diversos biomas brasileiros. O problema é quando existem dúvidas quanto à origem da madeira, se é de plantio florestal ou de florestas nativas (VITAL et al., 2014; GONÇALVES et al., 2016).

Nesta perspectiva, a antracologia pode ser útil na fiscalização ambiental, já que ela permite identificar se o carvão é oriundo de florestas plantadas, onde predomina o gênero *Eucalyptus* L'Hér ou de outras espécies nativas (VITAL et al.2014, GONÇALVES et al., 2016). Como se percebe, a antracologia pode ser integrada a políticas públicas para a conservação da flora brasileira, mas para isso, chama-se a atenção mais uma vez sobre a consolidação das coleções de referência e a base de dados para a identificação de carvões de madeiras tropicais.

Com relação a outra aplicação da antracologia, destacam-se os estudos da dendrocronologia, disciplina que estuda os anéis de crescimento, caracterizando a anatomia do desenvolvimento vegetal, relacionando-a com as condições climáticas e ambientais do passado, já que estes resultam da atividade periódica do câmbio vascular (COOK; KAIRIUKSTIS, 2013). Os anéis de crescimento possibilitam a determinação da idade de árvores ou peças de madeira, contribuindo em estudos ambientais e históricos. (KAENNEL; SCHWEINGRUBER, 1995; BOTOSSO; MATTOS, 2002). Nas investigações paleoecológicas, estas análises ajudam a entender mudanças ambientais principalmente em regiões temperadas, onde as estações climáticas são mais regulares. Porém, vários trabalhos vêm se dedicando ao estudo dos anéis de crescimento em espécies de ecossistemas tropicais, onde estas estruturas estão relacionadas a mudanças ambientais muito drásticas, como estações secas anuais severas ou alagamentos periódicos intensos (EVERT, 2013; GONÇALVES et al., 2016).

## 2.5 A FLORA DE CARAJÁS

### 2.5.1 Aspectos palinológicos e paleoambientais

A flora de Carajás passou por diversas modificações relacionadas a variações ambientais e climáticas, como vem sendo verificado em estudos palinológicos e paleoecológicos (ABSY et al., 1991; TURCQ et al., 1998; SIFEDDINE et al., 2001; CORDEIRO et al., 2008; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012; ALIZADEH et al., 2017). Dentre estas pesquisas, os resultados de Absy et al. (1991) são os que apresentam uma cronologia mais recuada, com dados palinológicos de até 51.200 anos BP. De acordo com esses autores, houve uma forte predominância de Poaceae em torno de 60.000 anos BP, 40.000 anos BP e entre 23.000-11.000 anos BP, indicando que a representação da floresta tenha sido reduzida nesses períodos. Um intervalo mais recente de sub-representação florestal é identificado entre 7.500 e 3.000 anos BP, o qual difere dos anteriores pela diminuição dos taxa de savana e uma grande abundância de detritos vegetais carbonizados, sugerindo que os incêndios contribuíram para a abertura da paisagem nesse período (ABSY et al., 1991).

Além do estudo supracitado, outros trabalhos foram realizados na Serra Sul, especificamente na Lagoa da Cachoeira e Pântano da Mauritia (HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012, 2015), bem como em uma região de depressão situada no limite entre a floresta e a canga (ALIZADEH et al., 2017).

De acordo com Hermanowski, Costa e Behling (2012, 2015), os ecossistemas da floresta na Serra Sul de Carajás eram instáveis, conforme a constatação de mudanças na composição e diversidade de pólen durante o final do Pleistoceno e em todo o Holoceno. Os dados coletados no Pântano da Mauritia, sugerem que no período glacial tardio, entre 25.000 e 11.400 anos BP, ocorreram condições climáticas mais secas e frias, sendo que as áreas de savana foram mais representativas, enquanto que as florestas eram mais abertas e diferentes em relação à flora moderna. Em seguida, no Holoceno inferior entre 11.400 e 10.200 anos BP, houve uma transição de um clima seco e frio para um clima mais quente e úmido, com o desenvolvimento de uma vegetação menos adaptada ao frio, uma vez que *Podocarpus*, *Ilex* e *Myrsine* deixam de ocorrer ou tornam-se mais raros no registro palinológico. Esse cenário passa a mudar no Holoceno inferior e médio, entre 10.200 e 3.400 anos BP, devido ao desenvolvimento de uma forte sazonalidade no Sudeste amazônico (HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012).

Com relação aos resultados coletados na Lagoa da Cachoeira, foi identificada uma variação climática e ambiental semelhante aos estudos de Absy et al. (1991) e Hermanowski, Costa e Behling (2012). No entanto, os autores chamam a atenção para os incêndios no passado, destacando dois períodos principais, um entre 11.000 e 10.200 anos BP e outro após 5.000 anos BP. A maior parte dos estudos realizados em Carajás destaca as mudanças climáticas como a principal causa das alterações mais drásticas nesta região (SIFEDDINE et al., 2001; CORDEIRO et al., 2008; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012, 2015). Parte destas mudanças se deve à intensificação de paleoincêndios, o que têm sido atribuído também à atividade humana, cuja presença na região se dava desde a transição Pleistoceno/Holoceno (TURCQ et al., 1998; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012, 2015; MAGALHÃES et al., 2016).

O desenvolvimento da vegetação no Holoceno superior é discutido em todas as pesquisas, mas foi objeto de uma análise mais detalhada por Alizadeh et al. (2017), onde são apresentados dados para comunidade situadas ao redor do platô, na transição entre floresta e canga. Essas informações da encosta demonstram que houve um avanço da comunidade arbórea e arbustiva em direção à savana desde meados do Holoceno, devido a mudanças climáticas favoráveis, sendo que após 3.400 a 4.000 anos BP a fronteira entre esses ambientes já era semelhante ao que se observa atualmente. Porém, diversos fatores vêm impedindo o avanço da

floresta e o principal aspecto destacado são as condições do solo, cujo processo de formação é lento e ainda não atingiu profundidade suficiente para a sustentação de uma comunidade arbórea mais desenvolvida (ALIZADEH et al., 2017).

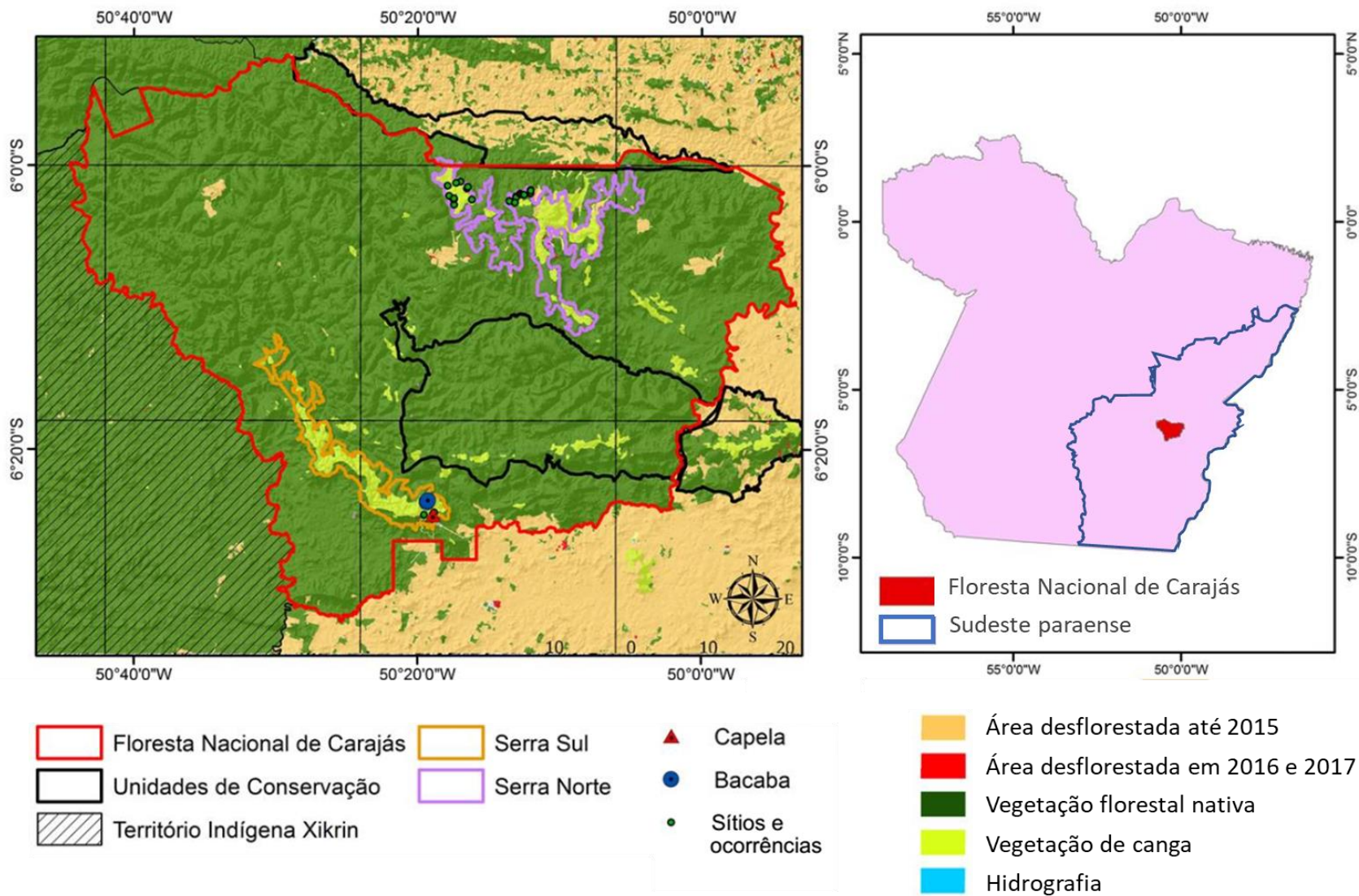
As discussões acima apresentadas não foram aceitas por alguns estudiosos (COLINVAUX et al., 1996), os quais questionam que tenha havido oscilações drásticas na vegetação e que os dados de Absy et al. (1991) seriam o resultado de condições pantanosas muito locais que ocorreram ao longo do tempo. Porém, Absy et al. (2014), defenderam que as características da chuva de pólen em savanas de Carajás sustentam as interpretações iniciais, já que os *taxa* herbáceos encontrados representam os habitats abertos e secos dali. Os autores destacam que Poaceae seria um caso especial em abordagens paleoecológicas, cuja interpretação como indicador de savana deve ser sempre relacionada com os demais *taxa*.

### **2.5.2 A vegetação moderna de Carajás**

A vegetação de Carajás é principalmente abrangida pela área da Floresta Nacional de Carajás, cujo entorno corresponde a terras indígenas, unidades de conservação, além das áreas desmatadas relacionadas à ocupação urbana, mineração e atividade agropecuária nos municípios de Parauapebas e Canaã dos Carajás (Figura 3). As áreas de florestas predominam nas terras baixas, ambientes submontanos e montanos, sendo que ali existe ainda uma comunidade não florestal muito particular, conhecida como vegetação de canga, a qual está restrita às regiões elevadas das serras, onde predominam formações ferríferas (BRASIL, 1974; SECCO; MESQUITA, 1983; AB'SABER, 1986; IBAMA, 2003; ICMBIO, 2016).

A caracterização da diversidade florística de Carajás vem sendo realizada por diversas pesquisas ao longo das últimas cinco décadas e demonstraram que ali ocorrem variações tanto entre serras, como entre platôs em uma mesma serra (BRASIL, 1974; SECCO; MESQUITA, 1983; AB'SABER, 1986; CLEEF; SILVA, 1994; PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994; VIANA et al., 2016). O inventário da diversidade taxonômica local vem evidenciando ocorrências de espécies raras e endêmicas, o que têm grande relevância para as ações de conservação, particularmente para as formações ferruginosas não somente do estado do Pará, mas do Brasil (CAVALCANTE, 1970; AUSTIN, 1981; PLOWMAN, 1984; AUSTIN; SECCO, 1988; SECCO, 1993; CABRAL; MIGUEL; VIANA et al., 2012; GONÇALVES; ARRUDA, 2014; VIANA et al., 2016). Uma revisão sobre esses trabalhos foi realizada por Santos et al. (2016), onde os principais tipos fitofisionômicos são apresentados, demonstrado que estes levantamentos foram complementares e essenciais para compor uma caracterização mais abrangente para a vegetação de Carajás (Figuras 4 e 5).

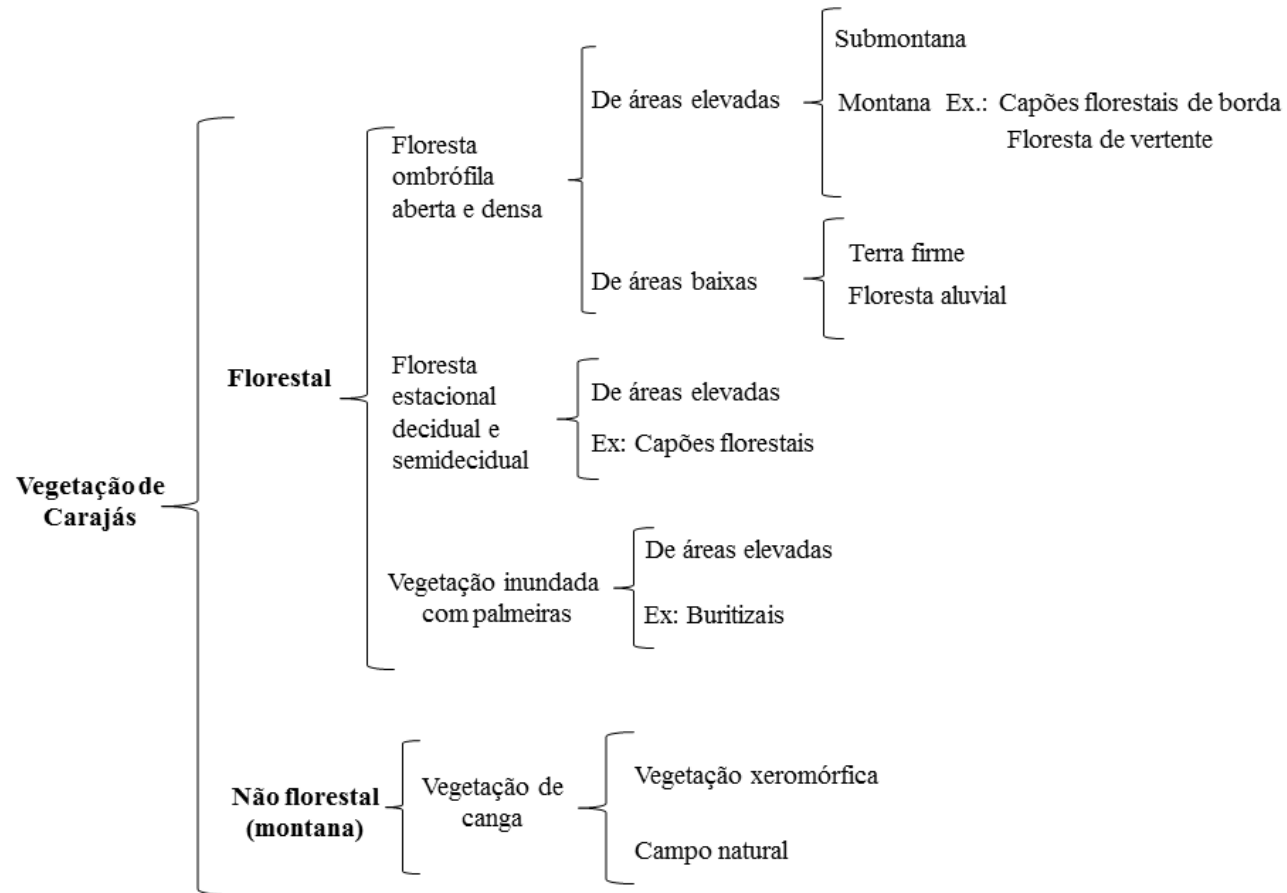
Figura 3. Cobertura vegetal e desmatamento na região da Floresta Nacional de Carajás, Pará.





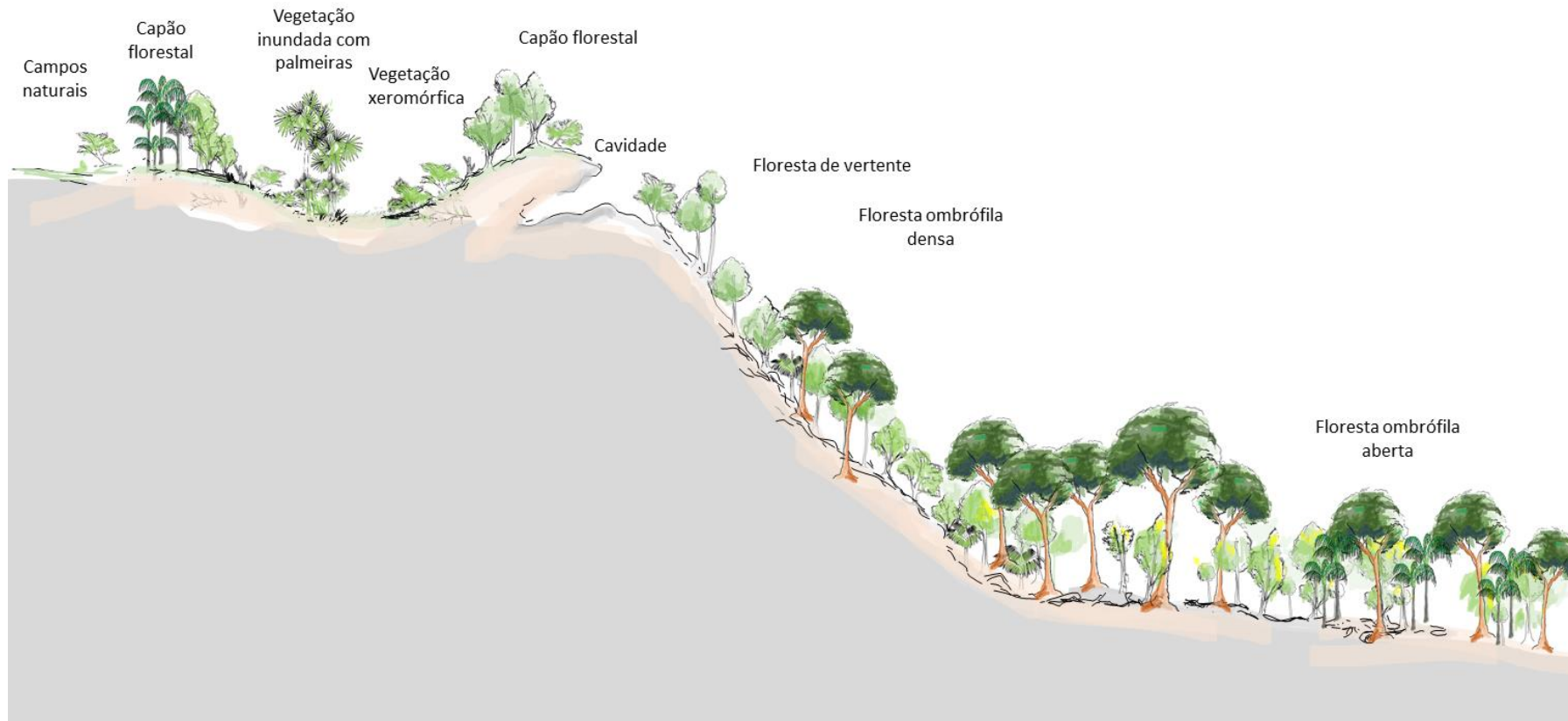
Fonte: Tavares e Lima (2018)

Figura 4. Classificação dos tipos de vegetação encontrados na Serra de Carajás, Pará.



Fonte: Lima e Santos (2018).

Figura 5. Perfil esquemático dos tipos de vegetação encontrados na Serra de Carajás, Pará.



Fonte: Lima e Santos (2018).

### 2.5.2.1 Vegetação florestal

A vegetação florestal de Carajás compreende diferentes tipos fitofisionômicos, os quais variam conforme o tipo e profundidade do solo, altitude e umidade (SCHAEFER et al., 2012; NUNES et al., 2009; 2015). Nas terras baixas ocorrem as florestas ombrófilas densas e abertas, bem como as florestas aluviais. Nas áreas submontanas e montanas, além das florestas ombrófilas, ocorrem também as florestas estacionais semidecíduais, e uma vegetação inundada com presença de palmeiras. Com relação às florestas montanas e submontanas (Figura 6), as primeiras compreendem todas as faixas florestais situadas acima de 500 m de altitude, enquanto que as segundas são aquelas abaixo desta altitude (ICMBIO, 2016).

Figura 6. Floresta ombrófila montana e submontana na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: LIMA (2016).

*Floresta ombrófila densa* - é uma fitofisionomia que se estende desde as planícies até os terrenos moderadamente montanhosos das formações litológicas típicas de Carajás (PARADELLA et al., 1994). Sua estrutura é caracterizada por um dossel muito irregular, sub-bosque aberto e com muitos indivíduos, além da presença de lianas nas copas e de espécies

emergentes como *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J.W. Grimes (PARADELLA et al., 1994; IBAMA, 2003).

*Floresta ombrófila aberta* - esse tipo de vegetação ocorre principalmente em áreas planas, mas também se desenvolve em encostas, vales e cumes paralelos, associada a rochas metavulcânicas, bem como em relevos montanhosos baixos (PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994). É caracterizada pela presença de lianas e palmeiras, sendo que os ambientes onde dominam as lianas, os indivíduos arbóreos de porte mais elevado distribuem-se de maneira mais espaçada do que na floresta aberta com palmeiras, tendo emergentes como *Astronium graveolens* Jacq. e *Bertholletia excelsa* Bonpl. (PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994). É importante frisar que todos os trabalhos que tratam deste tipo de vegetação em Carajás mencionam a predominância de cipós e a presença de manchas de floresta densa, sendo que as famílias de maior destaque foram Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Bignoniaceae, Sapindaceae, Lauraceae, Sapotaceae, Burseraceae, Meliaceae, Rutaceae, Arecaceae, Annonaceae e Lecythidaceae (PIRES, 1973; SILVA et al., 1986; SILVA; ROSA; OLIVEIRA, 1987; PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994; RIBEIRO et al., 1999; IBAMA, 2003).

*Floresta ombrófila aluvial* - esta vegetação geralmente ocorre na planície, estando adaptada ao excesso de umidade ou condições de inundação, o que geralmente acontece nas áreas de drenagem. A ocorrência de clareiras naturais é comum e o dossel geralmente é irregular, correspondendo ao estrato mais relevante em biomassa. Nesse ambiente nota-se a presença marcante de palmeiras como açai (*Euterpe oleracea* Mart.), buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) e inajá [*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.] (PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994; IBAMA, 2003).

*Floresta ombrófila montana* – Esse tipo fitofisionômico encontra-se restrito aos platôs associados a lateritos, onde a incidência de liana é menor, sendo que a estratificação entre dossel e emergentes é pouco evidente (BRASIL, 1974; PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994). Dentre as espécies frequentes nesses ambientes, destacam-se *Aparisthium cordatum*, *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez, *Caraipa densifolia* Mart., *Matayba guianensis* Aubl., *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr., *Miconia alborufescens* Naudin e *Trichilia micrantha* Benth (MORELLATO; ROSA 1991).

Essa vegetação pode formar comunidades particulares, denominadas de capões florestais (Figura 7), os quais correspondem a ilhas de florestas em meio à vegetação de canga, encontradas nas bordas de platôs e lagos, em pequenas depressões, ao longo de grotas e cânions, associados ou não a cavernas (NUNES, 2009; SCHAEFER et al., 2012; SANTOS, 2017). Sua composição florística é marcada pela dominância de Myrtaceae, Melastomataceae,

Euphorbiaceae e Fabaceae, além de *Callisthene microphylla* Warm. e *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby, espécies típicas da vegetação de canga (NUNES, 2009; SANTOS, 2017).

*Vegetação inundada com presença de palmeiras* (Figura 8) - a ocorrência dessa formação está relacionada com as depressões inundadas, onde se acumulam sedimentos e água da chuva, favorável ao estabelecimento de uma comunidade vegetal adaptada a solos mal drenados, sendo frequentes palmeiras como buritirana [*Mauritiella armata* (Mart.) Burret], buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) e açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) (MORELLATO; ROSA, 1991; CLEEF; SILVA, 1994; SANTOS, 2017). As famílias mais relevantes são Arecaceae, Chrysobalanaceae, Annonaceae, Icacinaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Ochnaceae, Melastomataceae, Chrysobalanaceae, Erythroxilaceae, Lauraceae e Moraceae (MORELLATO; ROSA, 1991; CLEEF; SILVA, 1994; SANTOS, 2017).

Figura 7. Floresta ombrófila montana em capão florestal localizado na Serra Norte, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: Santos (2016).



Figura 8. Área inundada com presença de palmeiras (*Mauritiella armata* (Mart.) Burret) e (*Mauritia flexuosa* L.f.) na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: PACA (2016).

### 2.5.2.2 Vegetação não florestal

Essa vegetação corresponde às formações da canga, onde o estrato herbáceo-arbustivo é bem evidente e com poucos indivíduos de porte arbóreo. Esse ambiente abrange diversas comunidades que se desenvolvem nas áreas mais altas das serras de Carajás, onde ocorrem afloramentos de minério de ferro (AB'SABER, 1986; SILVA; ROSA; SALOMÃO, 1986; PARADELLA; SILVA; ROSA, 1994; NUNES, 2009), podendo ser representado basicamente por vegetação xeromórfica e campos naturais (SANTOS, 2017).

*Vegetação xeromórfica* (Figura 9) – essa vegetação ocorre sobre solos rasos do tipo Plintossolos Pétricos, Litoplânticos ou Concrecionários (SCHAEFER et al., 2012), formando um ambiente marcado pela pobreza de nutrientes e concentração de metais pesados (PORTO; SILVA, 1989). A composição florística do estrato herbáceo é caracterizada por *Axonopus* spp., *Paspalum* spp., *Bulbostylis* spp., *Cyperus* sp., *Sobralia liliastrum*, *Anthurium solitarium* Schott, *Cassytha filiformis* L., *Ananas ananassoides* (Baker) L.B.Sm., *Dyckia duckei* L.B. Sm., *Borreria carajasensis* E.L. Cabral & L.M. Miguel, *B. elaiosulcata* E.L. Cabral & L.M. Miguel, *B. paraensis* E.L. Cabral & L.M. Miguel, *Ipomoea marabaensis* D.F.Austin & Secco, *I. carajasensis*, *I. cavalcantei* D.F. Austin e *Philodendron* sp. (SILVA; SECCO; LOBO, 1996;

RAYOL, 2006; CABRAL; MIGUEL; VIANA, 2012; SECCO; MESQUITA, 1983; RAYOL, 2006; SILVA; SECCO; LOBO, 1996; SILVA, 1991; CHAVES; FERREIRA, 2014). Com relação ao estrato arbustivo, a comunidade é marcada pela ocorrência de *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub., *Tibouchina* spp. *Cereus hexagonus* (L.) Mill., *Cuphea annulata* Koehne, *Lippia origanoides* Kunth, *Erythroxylum nelson-rosae* Plowman, *Norantea guianensis* Aubl., *Byrsonima* spp., *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Erythroxylum citrifolium* A.St.-Hil.) e *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby (SECCO; MESQUITA, 1983; MIRANDA; CARNEIRO FILHO, 1994). O estrato arbóreo é composto por espécies como *Alchornea discolor* Poepp., *Callisthene microphylla* Warm., *Simarouba amara* L., *Byrsonima spicata* (Cav.) DC., *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby, *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., *Parkia platycephala* Benth. e *Anacardium occidentale* (SECCO; MESQUITA, 1983; RAYOL, 2006; SILVA; SECCO; LOBO, 1996; SILVA, 1991; MORELLATO; ROSA, 1991).

Figura 9. Vegetação xeromórfica (vegetação de canga) na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: PACA (2016).



*Campos naturais* (Figura 10) – esse tipo de vegetação é frequentemente encontrado em elevações no topo das serras, geralmente onde o relevo semi-plano ou tendendo a côncavo, onde o solo é tipo Plintossolos Pétricos, os quais são caracterizados por serem rasos, ricos em matéria orgânica e bastante influenciados pela presença de termiteiros (Figura 14, 15 e 16) (SCHAEFER et al., 2012). Esse ambiente abriga uma comunidade predominantemente herbácea onde sobressaem plantas como *Sobralia liliastrum* Salzm. ex Lindl, *Dyckia duckei* L.B. Sm., *Vellozia glochidea* Pohl, *Axonopus* sp., *Ipomoea carajasensis*, *Cassytha filiformis*, *Norantea guianensis*, *Anthurium solitarium*, e *Thibouchina* spp. (SECCO; MESQUITA, 1983; MORELLATO; ROSA, 1991; CLEEF; SILVA, 1994).

Figura 10. Campo natural (canga) na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: PACA (2016).



## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Geomorfologia da Região. In: ALMEIDA JÚNIOR, J. M. G. (Ed.). **Carajás, Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento**. São Paulo: CNPq/Brasiliense, 1986. p. 88-124.
- ABSY, M. L. et al. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Paris, v. 312, n. 2, p. 673-78, 1991.
- ABSY, M. L. et al. Palynological differentiation of savanna types in Carajás, Brazil (southeastern Amazonia). **Palynology**, Dallas-TX, v.38, n1, p.78-89, 2014.
- ALBUQUERQUE, A. R. **Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na identificação de 76 espécies da floresta Amazônica, no estado do Pará, Brasil**. 2012, 250 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2012.
- ALCORN, J. B. Huastec noncrop resources management: implications for prehistoric rain forest management. **Human Ecology**, New York-NY, v.9, n.4, p.395-417, 1981.
- ALMEIDA, C. A. et al. Estimativa de área de vegetação secundária na Amazônia Legal Brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v.40, n.2, p.289-301, 2010.
- ANDERSON, A. B.; POSEY, D. A. Manejo de cerrado pelos índios Kayapó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém-PA, v.2, p.77-98, 1985.
- ARCHILA, S. **Arqueobotânica em la Amazonía Colombiana: um modelo etnográfico para el análisis de maderas carbonizadas**. Bogotá: Ediciones Uniandes, 2005.
- ARROYO-KALIN, M. The Amazonian formative: crop domestication and anthropogenic soils. **Diversity**, Bethesda- MD, v.2, n.4, p.473-504, 2010.
- AUSTIN, D.F. Novidades nas Convolvulaceae da flora amazônica. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v. 11, n. 2, p. 291-295, 1981.
- AUSTIN, D.F.; SECCO, R. E. *Ipomea marabaensis*, nova Convolvulaceae da Serra dos Carajás (PA). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série Botânica**, Belém-PA, v.4, n.2, p. 187-194, 1988.
- AZEVEDO, L. W.; SCHEEL-YBERT, R. Estudo de fogueiras e antracologia em contexto Proto-Jê do Sul. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v.27, p.231-237, 2017.
- BABOT, M. P. Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades y perspectivas apartir de casos del noroeste argentino. In: MARCONETTO B., BABOT M.P., OLISZEWSKI N. (Eds.). **Paleoetnobotánica del Cono Sur: estudios de casos y propuestas metodológicas**. Cordoba: Ferreyra Editor. 2007, p. 95-125.
- BACHELET, C.; SCHEEL-YBERT, R. Landscape and firewood selection in the Santa Elina rock shelter (Mato Grosso, Brazil) during the Holocene. **Quaternary International**, [s.l.], v. 431, p. 52-60, 2017.
- BAILIS, R. et al. Innovation in charcoal production: A comparative life-cycle assessment of two kiln technologies in Brazil. **Energy for sustainable development**, Bangalore-IN, v.17, n.2, p.189-200, 2013.

- BALÉE, W. et al. Florestas Antrópicas no Acre: Inventário Florestal no Geoglifo Três Vertentes, Acrelândia. **Amazônica-Revista de Antropologia**, Belém-PA, v.6, n.1, p.140-169, 2014.
- BALÉE, W. **Footprints of the forest: Ka'apor ethobotany – the historical ecology of plan utilization by an Amazonian people**. New York: Columbia University Press, 1994.
- BEAUCLAIR, M. et al. Fire and ritual: bark hearths in South-American Tupiguarani mortuary rites. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v. 36, p. 1409–1415, 2009.
- BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. **Conhecer a idade das árvores: importância e aplicação**. Embrapa Florestas, 2002.
- BRAADBAART, F.; POOLE, I.; VAN BRUSSEL, A. A. Preservation potential of charcoal in alkaline environments: an experimental approach and implications for the archaeological record. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v.36, n.8, p.1672–1679, 2009.
- BRASIL. **Projeto Radam. Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturas, vol. 4**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1974.
- BRASIL. **Resenha Energética Brasileira - exercício de 2014**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2015.
- BRONK RAMSEY, C. Bayesian analysis of radiocarbon dates. **Radiocarbon**, Tucson-AZ, v.51, n.1, p.337-360, 2009.
- BUENO, L. A Amazônia brasileira no Holoceno inferior: tecnologia lítica, cronologia e processos de ocupação. **Arqueologia amazônica**, Belém-PA, v. 2, p.545-560, 2010.
- BUENO, L.; PEREIRA, E. Indústrias líticas em sítios cerâmicos na Amazônia: um estudo do sítio Domingos, Canaã dos Carajás, Pará. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, n. 17, p. 99-126, 2007.
- CABRAL, E. L.; MIGUEL, L. M.; VIANA, P. L. Two new species of *Borreria* (Rubiaceae) from Brazil, with new distributional records for Pará State and a key to species with transversally sulcate seeds. **Annales Botanici Fennici**, Helsinki, v. 49, p.209-215, 2012.
- CALDARELLI, S. B.; ARAÚJO C. F.; KERN, D. C. Assentamentos a céu aberto de caçadores-coletores datados da transição Pleistoceno final / Holoceno inicial no Sudeste do Pará. **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora- MG, v.18, p.95-108, 2005.
- CARCAILLET, C.; THINON, M. Pedoanthracological contribution to the study of the evolution of the upper treeline in the Maurienne Valley (North French Alps): methodology and preliminary data. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Münster-NRW, v.91, n.1-4, p.399-416, 1996.
- CARIM, S.; SCHWARTZ, G.; SILVA, M. F. F. Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre-RS, v. 21, n.2: 293-308, 2007.
- CAROMANO, C. F. et al. Revealing fires and rich diets: macro-and micro-archaeobotanical analysis at the Hatahara Site, Central Amazonia. **Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 40-51, 2013.
- CAROMANO, C. F. **Fogo no mundo das águas: antracologia no sítio Hatahara, Amazônia Central**. 229 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

- CASCON, L. M. **Alimentação na floresta tropical: Um estudo de caso no sítio Hatahara, Amazônia Central, com base em microvestígios botânicos**. 2010. 195f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- CAVALCANTE, P. B. *Centrosema carajasense*; uma nova Leguminosae da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, serie Botânica, Belém-PA, n. 37, p. 1-4, 1970.
- CHABAL, L. **Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): l'anthracologie, méthode et paléoécologie**. Paris: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1997.
- CHAVES, P. P.; FERREIRA, L. V. Variação da riqueza e composição de espécies da vegetação arbustiva dos campos rupestres da Serra Norte na Floresta Nacional de Carajás, Pará. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo-RS, n. 65, p. 201-265, 2014.
- CLEEF, A., SILVA, M.F.F. Plant communities of the Serra dos Carajás (Pará), Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, serie Botânica**, Belém-PA, v. 10, n. 2, p. 269–281, 1994.
- CLEMENT, C. R. A center of crop genetic diversity in western Amazonia. **BioScience**, Washington-DC, v. 39, n. 9, p. 624-631, 1989.
- CLEMENT, C. R. et al. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**, Bethesda- MD, v.2, p.72-106, 2010.
- COHEN-OFRI, I. et al. Modern and fossil charcoal: aspects of structure and diagenesis. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v. 33, n. 3, p. 428-439, 2006.
- COLINVAUX, P. A. et al. Temperature depression in the lowland tropics in glacial times. **Climatic Change**, Dordrecht-NL, v. 32, p. 19-33, 1996.
- COOK, E. R.; KAIRIUKSTIS, L. A. (Ed.). **Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences**. [s.l.]: Springer Science & Business Media, 2013.
- CORDEIRO, R. C. et al. Holocene fires in East Amazonia (Carajás), new evidences, chronology and relation with paleoclimate. **Global and Planetary Change**, Amsterdã-NL, v. 61, n. 1, p. 49-62, 2008.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Fauna de Solo: aspectos gerais e metodológicos. **Série Documentos 112**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 46 p., 2000.
- COSTA, F. W. da S. **Arqueologia das campinaranas do baixo rio Negro: em busca dos pré-ceramistas nos areais da Amazônia Central**. 2009. 195f. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia/Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- DEBLASIS, P. et al. Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. **Arqueologia Sudamericana/Arqueologia Sul-Americana**, Cauca, v. 3, n. 1, p. 29-61, 2007.
- DOTTE-SAROUT, E.; CARAH, X.; BYRNE, C. Not just carbon: assessment and prospects for the application of anthracology in Oceania. **Archaeology in Oceania**, Sydney, v. 50, n. 1, p. 1-22, 2015.
- EGLI, M. et al. Charcoal and stable soil organic matter as indicators of fire frequency, climate and past vegetation in volcanic soils of Mt. Etna, Sicily. **Catena**, Amsterdã-NL, v. 88, n. 1, p. 14-26, 2012.

ERICKSON, D. L. et al. An Asian origin for a 10,000-year-old domesticated plant in the Americas. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington-DC, v. 102, n. 51, p. 18315–20, 2005.

EVERT, R. F. **Anatomia das plantas de Esau: meristemas, célula e tecidos do corpo da planta: sua estrutura e função e desenvolvimento**. São Paulo: Blucher, 2013.

FALCI, C. G.; RODET, M. J. Body ornaments from the Carajás region: stone bead production in a regional perspective. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém-PA, v. 11, n. 2, p. 481-503, 2016.

FIGUEIRAL, I. et al. Role of charcoal analysis for interpreting vegetation change and paleoclimate in the Miocene Rhine Embayment (Germany). **Palaios**, Tulsa-OK, v. 17, n. 4, p. 347-365, 2002.

FIGUEIRAL, I.; MOSBRUGGER, V. A review of charcoal analysis as a tool for assessing Quaternary and Tertiary environments: achievements and limits. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdã-NL, v. 164, n. 1, p. 397-407, 2000.

FIGUEIREDO, N. A cerâmica arqueológica do rio Itacaíúnas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série Antropologia**, Belém-PA, v. 17, n. 27, 1965.

FLORA DO BRASIL. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2017 Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acessado em: 16 dez. 2017.

GELABERT, L. P.; ASOUTI, E.; MARTÍ, E. A. The ethnoarchaeology of firewood management in the Fang villages of Equatorial Guinea, central Africa: implications for the interpretation of wood fuel remains from archaeological sites. **Journal of Anthropological Archaeology**, Oswego-NY, v. 30, n. 3, p. 375-384, 2011.

GONÇALVES, E. G.; ARRUDA, A. J. *Philodendron carajasense* sp. nov. (Araceae), a rheophyte from Carajás Mountain Range, northern Brasil. **Nordic Journal of Botany**, Copenhagen-DK, v. 32, n. 5, p. 536-539, 2014.

GONCALVES, T. A. P. et al. A contribution to the identification of charcoal origin in Brazil II - Macroscopic characterization of Cerrado species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro-RJ, v. 88, n. 2, p. 1045-1054, 2016.

GONÇALVES, T. A. P. et al. A contribution to the identification of charcoal origin in Brazil: I-anatomical characterization of corymbia and eucalyptus. **Maderas. Ciencia y tecnología**, Concepcion-BI, v. 16, n. 3, p. 323-336, 2014.

GONÇALVES, T. A.; SCHEEL-YBERT, R. Charcoal anatomy of Brazilian species. I. Anacardiaceae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro-RJ, v.88, n. 3, p. 1711-1725, 2016.

HAFFER, J.; PRANCE, G. T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 46, p. 175-206, 2002.

HERMANOWSKI, B.; COSTA, M. L.; BEHLING, H. Environmental changes in southeastern Amazonia during the last 25,000 year revealed from a paleoecological record. **Quaternary Research**, San Diego-CA, v.77, p.138-148, 2012.

HERMANOWSKI, B.; COSTA, M. L.; BEHLING, H. Possible linkages of palaeofires in southeast Amazonia to a changing climate since the Last Glacial Maximum. **Vegetation History and Archaeobotany**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 279-292, 2015.

HOGG, A. G. et al. SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0-50,000 Years cal BP. **Radiocarbon**, Tucson-AZ, v. 55, n. 4, p. 1889-1903, 2013.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. Brasília: IBAMA, 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ªed revisada e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE, G. **Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA**. Banco de dados agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>, 2006.

JACOBI C. M., et al. Plant communities on the ironstone outcrops - a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, London-GB, v.16, p. 2185-2200, 2007.

JOHANNESSEN, S.; HASTORF, C. A. A history of fuel management (AD 500 to the present) in the Mantaro Valley, Peru. **Journal of Ethnobiology**, Flagstaff-AZ, v. 10, p. 61–90, 1990.

KAENNEL, M.; SCHWEINGRUBER, F. **Multilingual glossary of Dendrochronology. Terms and definitions in English, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian**. Switzerland, Haupte,1995.

KERN, D. et al. O potencial espeleoarqueológico da região de São Geraldo do Araguaia–PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, serie Antropologia**, Belém-PA, v. 8, n. 2, p. 157-183, 1992.

KIPNIS, R.; CALDARELLI, S. B.; OLIVEIRA, W. C. Contribuição para a Cronologia da Colonização Amazônica e suas implicações teóricas. **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora-MG, v.18, p.81-93, 2005.

LANGLIE, B. S. et al. Agricultural origins from the ground up: Archaeological approaches to plant domestication. **American Journal of Botany**, Lancaster- PA, v. 101, n. 10, p. 1601-1617, 2014.

LENNOX, S. et al. Charcoal analysis from 49 000-year-old hearths at Sibudu: Implications for wood uses and the KwaZulu-Natal environment. **South African Archaeological Bulletin**, [s.l.], v. 70, n. 201, p. 36, 2015.

LEVIS, C. et al. Historical Human Footprint on Modern Tree Species Composition in the Purus-Madeira Interfluve, Central Amazonia. **Plos one**, San Francisco-CA, v.7, n.11, p.1-10, 2012.

LEVIS, C. et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science**, [s.l.], v.355, n.6328, p. 925-931, 2017.

LIMA, A. P. **As cavidades, as fontes minerais e as pessoas nos platôs da Serra Norte de Carajás durante o Holoceno**. 2013, 287f. Belém-PA: UFPA. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Pará, 2013.

LINS, J. et al. Pre-Columbian Floristic Legacies in Modern Homegardens of Central Amazonia. **Plos one**, San Francisco-CA, v.10, n.6, p.1-10, 2015.

MAGALHÃES, M. P. **A Phýsis da Origem: o sentido da história na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.

MAGALHÃES, M. P. et al. Carajás. In: MAGALHÃES M. P. (Ed.). **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016a. p.259- 309.

MAGALHÃES, M. P. Evolução Antropomorfa da Amazônia. **Revista de História da Arte e Arqueologia**, Campinas-SP, n. 12, p. 5-38, 2009.

MAIA, R. R. **A Tecnologia lítica dos antigos grupos humanos de Carajás: sítio Capela (PA-AT-337: S11D 47/48)**. 293 p., 2017. Dissertação (Mestrado em Arqueologia), Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais.

MARCONETTO, M. B. Paleoenvironment and anthracology: determination of variations in humidity based on anatomical characters in archeological plant charcoal (Ambato Valley, Catamarca, Argentina). **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v. 37, n. 6, p. 1186-1191, 2010.

MARGUERIE, D.; HUNOT, J.-Y. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v. 34, n. 9, p. 1417-1433, 2007.

MCGINNIS JR, E. A.; KANDEEL, S. A.; SZOPA, P. S. Some Structural Changes Observed in the Transformation of Wood into Charcoal. **Wood and Fiber Science**, Madison- WIS, v. 3, n. 2, p. 77-83, 1971.

MELO JÚNIOR, J. C. F.; MAGALHÃES, W. L. E. Anthracology of paleo-indian bonfires in central Brazil: Technological and paleoethnobotanical considerations regarding the use of forest resources in Lapa do Santo Rockshelter, Minas Gerais, Brazil. **Antipoda-Revista de Antropologia e Arqueologia**, Bogotá-DC, v. 22, p. 137-161, 2015.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. 1500 p.

MILLER, E. **Arqueologia nos empreendimentos hidrelétricos da ELETRONORTE**. Brasília: DF, 1992.

MIRANDA, I. S.; CARNEIRO FILHO, A. Similaridade florística de algumas savanas amazônicas. Floristic similarity of Amazon savannas.) **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém- PA, v. 10, n. 2, p. 249-267, 1994.

MORELLATO, L. P. C.; N. A. ROSA, Caracterização de alguns tipos de vegetação na região amazônica, Serra dos Carajás, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo-SP, v.14, p. 1-14, 1991.

NUNES, J. A. et al. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro -RJ, v. 3, p. 1-12, 2015.

NUNES, J. A. **Florística, Estrutura e Relações Solo-Vegetação em Gradiente Fitofisionômico Sobre Canga, na Serra Sul, Flona de Carajás – Pará**. 2009, 101f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

OLIVEIRA, W. C. **Caçadores Coletores na Amazônia: eles existem**. 2007, 145f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, 145p., 2007.

PARADELLA, W. R.; SILVA, M. F. F.; ROSA, N. D. A. A geobotanical approach to the tropical rain forest environment of the Carajás Mineral Province (Amazon Region, Brazil), based on digital TM-Landsat and DEM data. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 15, n. 8, p. 1633-1648, 1994.

PEARSALL, D. M. **Paleoethnobotany: a handbook of procedures**. San Diego: Left Coast Press, 2015. 513 p.

PEARSALL, D. M.; HASTORF, C. A. Reconstructing past life-ways with plants II: Human–environment and human–human interactions In: ANDERSON, E. N., PEARSALL, D. M.,

- HUNN, E. S., TURNER, N. J. (Eds.). **Ethnobiology**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2011, p. 173-187.
- PENNINGTON, H. L.; WEBER, S. A. Paleoethnobotany: modern research connecting ancient plants and ancient peoples. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Apopka-FL, v. 23, n. 1, p. 13-20, 2004.
- PERNAUD, J.M. L'interprétation paléoécologique des charbons concentrés dans des fosses dépotoirs protohistoriques du Carroussel (Louvre, Paris). **Bulletin de la Société Botanique de France**, Paris, v.139, n. 2/3/4, p.329-341, 1992.
- PIPERNO, D. R. Paleoethnobotany in the Neotropics from Microfossils: New Insights into Ancient Plant Use and Agricultural Origins in the Tropical Forest. **Journal of World Prehistory**, [s.l.], v.12, n.4, p.393-449, 1998.
- PIPERNO, D. R. The origins of plant cultivation and domestication in the New World tropics: patterns, process, and new developments. **Current anthropology**, Chicago-IL, v. 52, n. 4, p. 453-470, 2011.
- PIRES, J. M. Tipos de vegetação da Amazônia. O Museu Goeldi no Ano do Sesquicentenário. **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém-PA, v. 20, p.179–202, 1973.
- PLOWMAN, T. New *taxa* of *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) from the Amazon basin. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v. 14, p. 117-144, 1984.
- PLUE, J.; HERMY, M.; VERHEYEN, K.; THUILLIER, P.; SAGUEZ, R.; DECOCQ, G. Persistent changes in forest vegetation and seed bank 1,600 years after human occupation, **Landscape Ecology**, Dordrecht-NL, v.23, p.673–688, 2008.
- PORTO, M.L.; SILVA, M.F.F. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre- RS, v.3, n. 2, p. 23-32, 1989.
- PRIOR, J.; GASSON, P. Anatomical changes on charring six African hardwoods. **IAWA Journal**, Utrecht-NL, v. 14, n. 1, p. 77–86, 1993.
- RAYOL, B.P. **Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: subsídios à conservação**. 2006, 87 f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.
- RIBEIRO, R. J. et al. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus- AM, v. 29, n. 2, p. 207-222, 1999.
- RICKLEFS, R.E. (Ed.) **A economia da natureza**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003. 638 p.
- ROOSEVELT, A. C.; DOUGLAS, J.; BROWN, L. The migrations and adaptations of the first Americans: Clovis and pre-Clovis viewed from South America. **The first Americans: the Pleistocene colonization of the New World**, v. 27, p. 159-236, 2002.
- ROOSEVELT, C. A. et al. Paleo-Indian Cave Dwellers in the Amazon: the peopling of the Americas. **Science**. Washington, DC, v. 272, n. 5260, p. 373-384, 1996.
- SALICK, J. Toward an Integration of Evolutionary Ecology and Economic Botany: Personal Perspectives on Plant/People Interactions. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. Saint Louis-MO, v. 82, n.1, p. 25-33, 1995.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A. Análise da vegetação de floresta pluvial tropical de terra firme, pelo método dos quadrantes: Serra Norte, Carajás, PA. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre-RS, v. 2, n. 1, p. 27- 42, 1988.

SANTOS, R. S. **Efeitos da ação humana na composição florística em sítios arqueológicos na Região de Carajás, Pará, Brasil**. 2017, 150f. Tese (doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia)- Universidade Federal do Amazonas Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Manaus, 2017.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Relação solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: Fatores edáficos e florística. In: MARTINS, S.V. (Ed.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. p. 252-293.

SCHEEL, R.; GASPAR, M. D.; YBERT, J. P. Antracologia, uma nova fonte de informações para a Arqueologia Brasileira. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo- SP, n. 6, p. 3-9, 1996.

SCHEEL-YBERT, R. Charcoal collections of the world. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 37, n. 3, p. 489-505, 2016.

SCHEEL-YBERT, R. et al. Coleções de referência e bancos de dados de estruturas vegetais: subsídios para estudos paleoecológicos e paleoetnobotânicos. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro-RJ, v. 64, n. 3, p. 255-266, 2006b.

SCHEEL-YBERT, R. et al. Proposta de amostragem padronizada para macrovestígios bioarqueológicos: antracologia, arqueobotânica, zooarqueologia. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v. 15-16, p. 139-163, 2006.

SCHEEL-YBERT, R. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaqueiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v. 9, p. 43–59, 1999.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em antracologia. 1. Considerações teóricas e perspectivas. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro- RJ, v. 62, n. 1, p. 3–14, 2004a.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em Antracologia. 2. Técnicas de campo e de laboratório. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro-RJ, v. 62, n. 2, p. 343-356, 2004b.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em Antracologia. 3. Validade amostral. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro- RJ, v. 63, n. 2, p. 207-232, 2005.

SCHEEL-YBERT, R. Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, [s.l.] v. 110, n. 1-2, p. 111-138, 2000.

SCHEEL-YBERT, R.; BEAUCLAIR, M.; BUARQUE, A. The Forest People: Landscape and firewood use in the Araruama region (Southeastern Brazil) during the late Holocene. **Vegetation History and Archaeobotany**, [s.l.] v. 22, p.1-17, 2013.

SCHEEL-YBERT, R.; CAROMANO, C. F.; AZEVEDO, L. W. Of forests and gardens: landscape, environment, and cultural choices in Amazonia, Southeastern and Southern Brazil from C. 3000 TO 300 cal yrs BP. **Cadernos do LEPAARQ**, Pelotas-RS, v. 13, n. 25, 2016.

SCHEEL-YBERT, R.; EGGERS, S. Novas perspectivas na reconstituição do modo de vida dos sambaqueiros: uma abordagem multidisciplinar. **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora-MG, v. 16, p. 109–137, 2003.



- SCHMIDT, M. J. et al. Dark earths and the human built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation. *Journal of Archaeological Science*, New York- NY, v. 42, p. 152-165, 2014.
- SCOTT, A. C.; DAMBLON, F. Charcoal and its use in palaeoenvironmental analysis. In: 4th International Meeting of Anthracology, Brussels, Belgium, 8-13 September 2008. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Anais Elsevier Ltd, 2010, 8-13.
- SECCO, R. E. *Alchornea fluviailis*: uma nova Euphorbiaceae da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém-PA, v. 9, n. 1, p. 59-65, 1993.
- SECCO, R. E.; MESQUITA, A. L. Notas sobre a vegetação de Canga da Serra Norte - I. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, serie Botânica**, Belém-PA, 59: 1-13, 1983.
- SIFEDDINE, A. et al. Variations of the Amazonian rainforest environment: a sedimentological record covering 30,000 years. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdã, v. 168, n. 3-4, p. 221-235, 2001.
- SILVA, F. M. **Paleoetnobotânica na Amazônia Central: Um estudo dos macrovestígios vegetais de três sítios arqueológicos**. 2012. 203 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- SILVA, M. F. F. et al. Estudos botânicos: histórico, atualidades e perspectivas. In: ALMEIDA JUNIOR, J. M. G. (Ed.). **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo: Brasiliense/CNPq, 1986, p. 184-207.
- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. Análise do estrato arbóreo da vegetação sobre jazidas de cobre na Serra dos Carajás - PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Botânica**, Belém-PA, v.5, n.2, p.175-206, 1989.
- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A.; OLIVEIRA, J. Estudos Botânicos na área do Projeto Ferro Carajás. 5. Aspectos florísticos da mata do Rio Gelado, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica, Belém-PA, v. 3, n.1, p. 1-19, 1987.
- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A.; SALOMÃO, R. Estudos Botânicos na área do Projeto Ferro Carajás: Aspectos florísticos da mata do aeroporto da Serra Norte, Pará, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica, Belém-PA, v. 2, n. 2, p. 169-187, 1986.
- SILVA, M.F.F. Análise florística da vegetação que cresce sobre canga hematítica em Carajas, Para (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém-PA, v. 7, n. 1, p. 79-107, 1991.
- SILVA, M.F.F., SECCO, R., LOBO, M.G.A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v. 26, p. 17-44, 1996.
- SILVEIRA, M. I. **Estudo sobre estratégias de subsistência de caçadores-coletores pré-históricos do Sítio Gruta do Gavião, Carajás (Pará)**. 1994, 160 f. Dissertação (Mestrado em arqueologia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1994.
- SILVEIRA, M. I. et al. Sequência Cronológica de Ocupação na Área do Salobo (Pará). **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora-MG, v.21, n.1, p.61-84, 2009.
- SILVEIRA, M.I. et al. Arqueologia na floresta: contribuição metodológica da pesquisa na Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri – FLONATA, área do Salobo, Pará. **Revista do Museu Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v. 25, p. 133-167, 2015.
- SMART, T.L.; HOFFMAN, E.S. Environmental interpretation of archaeological charcoal. In: HASTORF, C.A.; POPPER, V.S. (Eds.). **Current Paleoethnobotany: Analytical methods**

**and cultural interpretation of archaeological plant remains.** Chicago, London: The University of Chicago Press, 1988, p.167-205.

SOLARI, M.E. Estudio antracológico del sitio Punta Baja I (Mar de Otway). *Anales del Instituto de la Patagonia, sér. Ciencias Sociales*, [s.l.], v.19, p.115-120, 1990.

STEIN, J. K. Earthworm activity: A source of potential disturbance of archaeological sediments. *American Antiquity*, Menasha, v. 48, n. 2, p. 277-289, 1983.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** California: University of California Press, 1979.

THÉRY-PARISOT, I. **Economie des combustibles au Paléolithique, Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie.** Paris: CNRS-éditions, Dossier de Documentation Archéologique, v. 20, 2001.

THÉRY-PARISOT, I.; CHABAL, L.; CHRZAVZEZ, J. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdã, v. 291, n. 1, p. 142–153, 2010.

THIÉBAULT, S. **Charcoal analysis. Methodological approaches, Palaeoecological results and wood uses.** Proceedings of the second international meeting of anthracology. Paris: British Archaeological Reports, 2002.

TURCQ, B. et al. Amazonia Rainforest Fires: A Lacustrine Record of 7000 Years. *Ambio*. [s.l.], v. 27, n. 2, p. 139-142, 1998.

VAN DER HAMMEN, T.; ABSY, M. L. Amazonia during the last glacial. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdã, v. 109, p. 247–261, 1994.

VANDERWARKER, A. M. et al. New World Paleoethnobotany in the New Millennium (2000-2013). **Journal of Archaeological Research**, New York-NY, v. 24, n. 2, p. 125–177, 2016.

VERNET, J. L. History of the *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* ssp. *salzmanni* forest in the Sub-Mediterranean mountains (Grands Causses, Saint-Guilhem-le-Désert, southern Massif Central, France) based on charcoal from limestone and dolomitic deposits. **Vegetation History and Archaeobotany**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 23-42, 2006.

VERNET, J. L.; FIGUEIRAL, I. The highlands of Aboboreira (North-West Portugal): ecological conditions from Middle/Late Neolithic to Early Bronze Age. evidence from charcoal analysis. **Oxford Journal of Archaeology**, Oxford, v. 12, n. 1, p. 19–28, 1993.

VERNET, J. L.; THIÉBAULT, S. An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecologic implications. **Journal of Biogeography**, Oxford, p. 117–127, 1987.

VIANA, P. L. et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 67, n. 5, p. 1107-1124, 2016.

VITAL, B. R. et al. **Manual de identificação de carvão vegetal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014.

WHEELER, E. A.; BAAS, P. Wood identification-a review. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 19, p. 241-264, 1998.

WHITAU, R.; et al. Wood charcoal analysis at Riwi cave, Gooniyandi country, Western Australia. **Quaternary International**, [s.l.], v. 457, p. 140-154, 2017.

WOOD, W.R.; JOHNSON, D.L. A survey of disturbance processes in archaeological site formation. In: SCHIFFER, M.B. (Ed.), **Advances in Archaeological Method and Theory**. New York: Academic Press, 1978, p. 315–381.

## **CAPÍTULO 1**

### **EVIDÊNCIAS CARPOLÓGICAS: PALEOAMBIENTE E ANTIGUIDADE DO USO DE PLANTAS EM CARAJÁS, PARÁ, BRASIL**

## RESUMO

Estudos sobre os macrovestígios botânicos em contexto arqueológico vem contribuindo de maneira significativa para a identificação dos componentes da vegetação relacionados ao uso dos recursos naturais por culturas passadas de diferentes regiões. Para o cenário amazônico brasileiro, pode-se destacar o caso da Serra de Carajás, onde diversas plantas típicas da vegetação moderna daquela região foram encontradas em sítios arqueológicos cujas datações precedem 11.000 anos BP. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a diversidade do material carpológico do sítio Bacaba I e Capela, em Carajás, Pará. A recuperação do material no sítio Bacaba I se deu pela coleta manual no momento da escavação e em peneira a seco. No Sítio Capela, foram realizadas coletas sistemáticas de sedimento, seguidas de flotação e triagem. Os morfotipos foram analisados observando-se estado, forma de preservação e a parte preservada. As análises foram realizadas com auxílio de lupa e as imagens obtidas com o auxílio de câmera digital AxioCam ICc1. As descrições seguiram um roteiro elaborado de acordo com a literatura especializada. Foram catalogados 22 morfotipos no sítio Bacaba I (n=75) e 37 no Capela (n=377). A principal parte preservada entre os materiais foram as sementes carbonizadas e não carbonizadas. As famílias representadas foram Arecaceae, Solanaceae, Caryocaraceae, Fabaceae, Humiriaceae, Lauraceae, Malpighiaceae, Passifloraceae, Poaceae, Sapotaceae e Solanaceae. Os *taxa* encontrados estão todos representados na vegetação atual, sendo que alguns são importantes da dieta de diversas sociedades modernas da Amazônia, como piquiá (*Caryocar* sp.), tucumã (*Astrocaryum* sp.), bacaba (*Oenocarpus* sp.) e inajá (*Attalea* sp.). Quanto à abrangência cronológica, as palmeiras (Arecaceae) se sobressaíram em relação aos demais *taxa*. Consideradas como um dos grupos de plantas mais importantes na história humana na Amazônia ocorrem em praticamente todos sítios arqueológicos estudados, inclusive aqueles com datações mais recuadas.

**Palavras-chave:** Arqueobotânica, Frutos, Sementes, Carajás, Amazônia.

## ABSTRACT

Studies that investigate the botanical macro-remains in the archaeological context have contributed significantly to the identification of vegetation components related to the use of natural resources by past cultures from different regions. The region of Carajás is a important brazilian amazonian scenario which can be highlight to the study of various typical plants of the modern vegetation which were found archaeological sites whose dates back 11,000 years BP. The objective of this study was to characterize the diversity of charpological material of the Bacaba I and Capela sites, Carajás, Pará (Brazil). The material of Bacaba I site was recovered by manual collection in the moment of the excavation and dry sieve. In site Capela, were perform sistemetic collection of sediments, followed of flotation and sorting. The morphotypes were analyzed by observation of state, shape of preservation and preserved part. The analyses were performed with the aid of a magnifying glass and the images obtained with the aid of a digital camera AxioCam ICc1. The descriptions followed a script prepared according to the specialized literature. In this study, 22 morphotypes have been cataloged in the Bacaba I (n = 75) and 37 in the Capela (n = 377) sites. The main preserved part were the carbonized and non-carbonized seeds. The families represented were Arecaceae, Solanaceae, Caryocaraceae, Fabaceae, Humiriaceae, Lauraceae, Malpighiaceae, Passifloraceae, Poaceae, Sapotaceae e Solanaceae. The *taxa* found are present in tha actual vegetation and are importants in diet of several modern societies of the Amazon, such as piquiá (*Caryocar* sp.), tucumã (*Astrocaryum* sp.), bacaba (*Oenocarpus* sp.) and inajá (*Attalea* sp.). Regarding the chronological range, the palm trees (Arecaceae) stood out in relation to the other taxa.

Considered as one of the most important groups of plants in human history in the Amazon, they occur in practically all archaeological sites studied, including those with more dated dates.

**Keywords:** Archaeobotany, Fruits, Seeds, Carajás, Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

Os registros paleoetnobotânicos são um dos materiais mais relevantes para a caracterização e contextualização arqueológica, uma vez que representam elementos culturais e da paisagem das sociedades pretéritas de uma região (PIPERNO, 1998; PEARSAL, 2015; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017). A sua importância para a compreensão da ocupação humana na Amazônia é cada vez mais reconhecida, especialmente pelo fato de que boa parte das suas florestas modernas apresenta características estruturais e florísticas marcadas por processos de uso e manejo ao longo de milhares de anos (LINS et al., 2015; LEVIS et al., 2017; SANTOS, 2017).

Informações sobre a interação humana com a flora amazônica no passado vêm sendo documentadas em diversas regiões, abrangendo desde as regiões mais elevadas, nos limites com a região andina, até as terras baixas do estuário amazônico. O estudo do uso antigo de plantas importantes para a subsistência tem um papel estratégico, mapeando regiões-chave para desvendar aspectos sobre a história do manejo e domesticação de plantas na Amazônia, podendo inclusive contribuir para pesquisas sobre a diversidade do germoplasma de plantas essenciais utilizadas por populações amazônicas modernas (CLEMENT et al., 2010).

As populações tradicionais contemporâneas mantêm práticas culturais frequentemente associadas a recursos da flora local, os quais também foram relevantes no passado (ROOSEVELT et al., 1996; ROOSEVELT, 2013; BALÉE et al., 2014). Várias plantas de importância etnobotânica moderna apresentam *taxa* correspondentes em registros arqueológicos, o que tem auxiliado na compreensão dos antigos assentamentos humanos da região e sobre as características daquelas populações, especialmente no que diz respeito ao uso de plantas para a subsistência humana e às características dos ambientes acessados (ROOSEVELT et al., 1996; CASCON, 2010; CAROMANO, 2010; CAROMANO et al., 2013; MAGALHÃES, 2005; 2013).

Desde a sua formalização acadêmica, a paleoetnobotânica tem se expandido e adquirido diferentes características e abordagens. Isso se deve às várias questões relacionadas à natureza dos vestígios estudados; o contexto arqueológico do local; as características fitogeográficas e as perspectivas analíticas e teóricas dos diferentes grupos de pesquisa (SCHEEL-YBERT, 2016). Para o avanço do conhecimento sobre as interações entre pessoas e plantas no passado,

as pesquisas vêm explorando diferentes elementos históricos e ecofatos preservados ao longo do tempo.

Uma das áreas que auxiliam nesses estudos é a Carpologia, ferramenta metodológica botânica dedicada ao estudo, descrição e identificação de frutos e sementes (LINDLEY, 1848; SCHEEL-YBERT; SOLARI, 2005). Diversos trabalhos arqueológicos dependem deste campo disciplinar para o reconhecimento de macrovestígios encontrados em escavações. Dependendo da forma de ocupação e das atividades realizadas no espaço, os remanescentes de frutos e sementes podem alcançar uma diversidade expressiva de plantas utilizadas no passado, ou que estavam presentes na paisagem no momento da ocupação de um determinado local.

Algumas análises carpológicas já apresentaram resultados importantes para a região de Carajás, sudeste paraense, elevando a qualidade das discussões sobre a antiguidade do uso de plantas da flora amazônica naquela área. Essa região abriga sítios arqueológicos tanto nas áreas baixas dominadas por florestas ombrófilas, como nas áreas mais elevadas das serras, em cavernas circundadas por vegetação de canga e ilhas de floresta (SILVEIRA, 1994; MAGALHÃES, 2005; SILVEIRA et al., 2009).

Os trabalhos pioneiros que documentam a antiguidade da presença humana no sudeste paraense remetem aos achados de Protásio Friel, em 1960, abrindo caminho para uma sequência de pesquisas nas décadas seguintes, cujos primeiros resultados de datações radiocarbônicas chamaram a atenção da comunidade científica, por reforçar os dados cronológicos mais recuados obtidos em outras regiões da Amazônia (KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA, 2005; MAGALHÃES et al., 2016a,b). Esse conjunto de informações foi sobretudo alimentado pelas pesquisas conduzidas nas serras da região de Carajás, decorrente das atividades de salvamento arqueológicos, obrigatoriamente realizada nas áreas do governo brasileiro sob concessão para a atividade mineradora em unidades de conservação de uso sustentável, principalmente na Floresta Nacional de Carajás, por meio do Projeto Arqueológico Carajás (MAGALHÃES et al. 2016a). Dentre os resultados recentes deste projeto, foi verificado que a formação da vegetação moderna não foi isenta da influência humana, mas, pelo contrário, esta teve um papel importante na formação da atual composição florística das diferentes fitofisionomias encontradas nos platôs das Serras de Carajás (SANTOS, 2017).

A cronologia da ocupação humana na referida região conta com uma base de dados com pelo menos 137 datações para carvões, obtidas em 19 sítios de terras baixas e 15 de áreas elevadas (SILVEIRA, 1994; KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA, 2005; CALDARELLI; ARAÚJO; KERN, 2006; MAGALHÃES et al., 2016a, b). O sítio com maior quantidade de dados corresponde à gruta Capela, cuja datação mais recuada corresponde a  $10.010 \pm 40$  BP

(11.750 a 11.236 anos cal BP) (MAGALHÃES et al. 2016a). Para o Holoceno superior, foi documentada a ocorrência de material cerâmico e lítico, enquanto que no Holoceno inferior e Médio foram registrados diversos artefatos líticos (SILVEIRA, 1994; MAGALHÃES, 2005). Esse quadro cronológico tem sido interpretado pelos estudos arqueológicos, indicando um período de ocupações mais antigas no Holoceno inferior; seguido de um período com raras datações; um período intermediário relacionado a caçadores-coletores (Cultura Tropical) e agricultores (Cultura Neotropical); e ocupações no período tardio, correspondendo exclusivamente a grupos de agricultores (KIPNIS; CALDARELLI; OLIVEIRA, 2005; SILVEIRA et al., 2009; MAGALHÃES et al., 2016a).

Os dados arqueológicos para Carajás vinham se concentrado na Serra Norte, mas com o avanço das pesquisas do PACA, novos dados vêm sendo reunidos para a Serra Sul. As características das ocupações e conjunto de artefatos parecem ser semelhantes entre os platôs, mas estas informações ainda estão sendo melhor analisadas em outros estudos em curso.

Algumas informações vêm sendo interpretadas como fatores que comprovam a conexão entre os sítios, incluindo cavidades e sítios de áreas abertas. A similaridade dos vestígios de cerâmica, material lítico, formas de ocupação, escolhas das cavidades e características da vegetação moderna estão entre os principais aspectos que vêm sendo estudados para entender tais conexões.

O presente trabalho vem a ser um esforço para interpretar as características de dois sítios: o sítio PA-AT-337:S11D47/48 (Capela) e o sítio PA-AT-346:S11D93 (Bacaba I). O Sítio Bacaba I começou a ser estudado em 2016 e encontra-se numa área da Serra Sul, impactada pela construção de um dique. A área foi denominada como Complexo Bacaba, abrangendo duas cavidades e um dos raros sítios de área aberta encontrado no topo desta serra até então. O objetivo foi realizar uma análise do material arqueológico dos sítios Capela e Bacaba I e identificar como o conjunto destes vestígios pode contribuir para as interpretações sobre o uso de recursos vegetais e a representação da paisagem no passado.

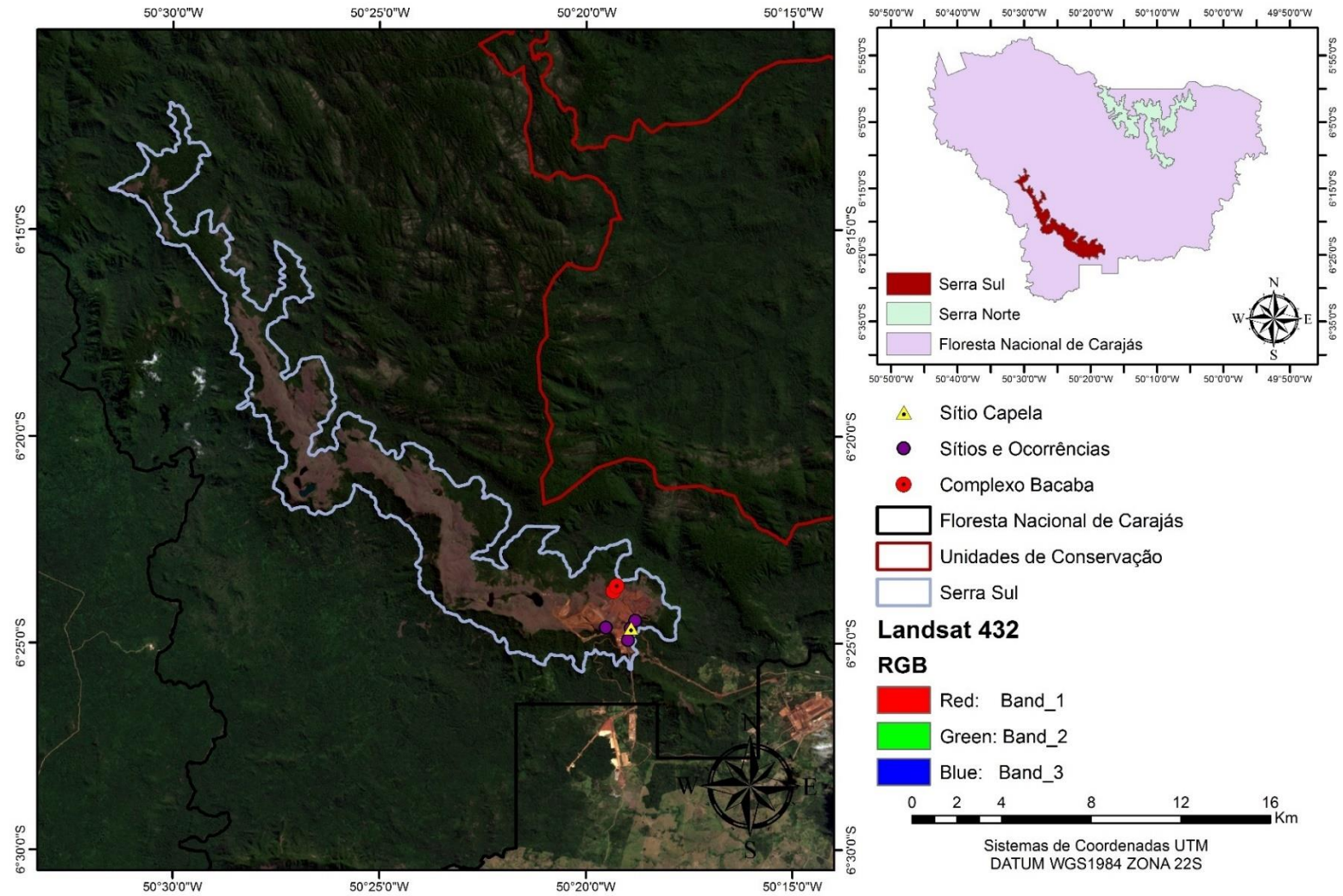
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

A pesquisa foi realizada no âmbito do Projeto Arqueológico Carajás (PACA), o qual abrange um complexo de sítios localizados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, especificamente na Serra Sul, abrangida pelo município de Canaã dos Carajás (Figura 1).



Figura 1. Mapa de localização dos sítios Bacaba e Capela na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Esta área vem a ser um polígono dividido em dois ambientes com características diferentes: um em terras baixas e áreas abertas e outro em terras altas, com áreas abertas e fechadas. O polígono compreende uma área de 28.000 hectares e é delimitado pelas coordenadas N 9297000/E 567000 e N 9297000/E 587000 (MAGALHÃES et al., 2016a).

O maciço de Carajás, composto por rochas pré-cambrianas, teve seu aplainamento configurado entre os fins do Mesozóico e a primeira parte do Terciário. Já a sua província mineral desenvolveu-se sobre metavulcanitos básicos e formações ferríferas do Arqueano (AB’SABER, 1986; MAURITY; KOTSCHOUBEY, 1995). Ao final do Terciário Inferior a crosta litificada ou laterítica sofreu uma progressiva degradação causada por variações climáticas e por um lento e progressivo soerguimento regional, que causou o rebaixamento do nível de base. Na área, predominam os terrenos “fírmes” (tabuleiros, baixo relevo de encostas e colinas cristalinas de vertentes convexilíneas), com poucas encostas realmente íngremes e dissecadas. As planícies verdadeiras são raras, ao longo da costa e do fundo dos vales dos rios de pequena e média extensão (AB’SABER, 1986; TEIXEIRA; LINDENMAYER, 2006).

O sítio Bacaba I corresponde a uma cavidade em que se destacam duas áreas de escavação, uma relacionada a três galerias dentro da cavidade e outra situada na porção externa à gruta, onde encontrou-se uma estrutura de combustão com relevante abundância de carvões e diversos vestígios botânicos. O Sítio Capela apresenta, aproximadamente, 318 m<sup>2</sup> e está associado um abrigo com cerca de 49 m<sup>2</sup>, sendo que a superfície ampla sob a influência de ambos corresponde a 700 m<sup>2</sup>. As atividades foram realizadas em quatro fases, iniciadas em agosto de 2013 e encerradas em junho de 2014. Para o Sítio Capela, foram definidas quatro áreas de escavação, as quais revelaram uma abundante cultura material, sendo frequentes núcleos, lascas e instrumentos de cristais de rocha e hematita. Carvões e fragmentos de semente de palmeiras e outras plantas também foram frequentes. Fragmentos cerâmicos ocorreram esparsamente na superfície e nos primeiros 30 cm de alguns quadrantes.

As formações de floresta tropical nas encostas da Serra Sul de Carajás desenvolveram-se intensamente durante um período úmido no Holoceno inferior e, mais recentemente, a partir de 3.400 anos cal BP, correspondendo ao período de conformação das condições climáticas modernas (HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012). As informações palinológicas na Serra Sul demonstram que eventos de incêndio se intensificaram nos últimos 9000 anos, havendo uma abundância de espécies pioneiras. A dinâmica do cenário ambiental pode ser parcialmente atribuída à intervenção humana (HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012).

A vegetação moderna da região de Carajás inclui vegetação de canga e floresta ombrófila aberta e densa em áreas baixas e elevadas (IBAMA, 2003). Na área de floresta

ombrófila, as famílias botânicas mais expressivas são Fabaceae, Arecaceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Moraceae e Combretaceae (RIBEIRO et al., 1999). Na área de vegetação de canga, destacam-se Myrtaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Orchidaceae e Rubiaceae (RAYOL, 2006).

A composição florística arbustiva e arbórea da vegetação de canga é marcada pela presença de *Callisthene microphylla* Warm. (Vochysiaceae), *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby (Fabaceae), *Alchornea discolor* Poepp. & Endl. (Euphorbiaceae), *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., *M. multiflora* (Lam.) DC. e *Eugenia flavescens* DC. (Myrtaceae), além da presença de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae), *Jacaranda ulei* Bureau & K.Schum. (Bignoniaceae), *Clusia leprantha* Mart. (Clusiaceae), *Cochlospermum orinocense* (Kunth) Steud. (Bixaceae), *Picramnia ferrea* (Picramniaceae), *Cupania diphylla* Vahl, *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae), *Pouteria* spp. (Sapotaceae), *Cereus hexagonus* (L.) Mill. (Cactaceae) e *Anacardium occidentale* L.

## 2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados de carpologia apresentados correspondem aos macrorrestos coletados no Bacaba I e na Capela, em escavações realizadas entre 2013 a 2016 na Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Canaã dos Carajás, Pará, Brasil. O método do Projeto PACA delimita quadrantes de 1x1 m, subdivididas em quadrículas de 0,5 x 0,5 m, escavadas segundo níveis artificiais de 5 cm de profundidade, para melhor controle das diferentes camadas arqueológicas. Todas as estruturas e feições evidenciadas (fogueiras, buracos de estaca, galerias de fauna, etc.) são registradas através de croquis e descrições detalhadas em fichas eletrônicas e cadernetas de campo. Amostras de carvão foram coletadas em ambos os sítios em diferentes níveis, as quais foram enviadas à Beta Analytic, para datação radiocarbônica.

A recuperação do material foi diferente para cada sítio. No sítio Bacaba I (PA-AT-346: S11D-093), ocorreram registros nas áreas de escavação 01 (AE1), 02(AE2) e 03(AE3) e nas Galerias 1.1, 1.2, 2.2, 2.6 e 3.3, onde foi realizada a coleta total do sedimento. No Sítio Capela, foram realizadas coletas sistemáticas por estrato, em baldes com volume padronizado de 15L, seguido da pesagem e flotação (SCHEEL-YBERT et al., 2006). Para o presente estudo, foram consideradas as coletas da escavação 1.1, a qual vem servindo de escavação piloto para algumas análises no sítio. Todo o material foi triado, recuperando-se sementes, carvões, cerâmica e lítico. Para cada grupo foi realizada a contagem e a pesagem, utilizando-se balança analítica de precisão.

As descrições dos morfotipos consideraram estado, forma de preservação (carbonizado ou não carbonizado), a parte preservada e seguiram um roteiro elaborado de acordo com os trabalhos de Silva (2012), Cornejo e Janovec (2010) e Pearsall (2015). As observações foram realizadas com auxílio de lupa e as imagens obtidas com o auxílio de câmera digital Dino-Lite Digital Microscope - Pro. Foi adotado o sistema de classificação de tipos de frutos de Barroso et al. (1999). A identificação foi realizada por meio de consultas a bibliografias especializadas como Barroso et al. (1999) e Cornejo e Janovec (2010); comparação com material da carpoteca do Herbário MG do Museu Paraense Emílio Goeldi, onde contou-se com o auxílio de um parataxonomista deste herbário. Foi adotado o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 CARPOLOGIA NO SÍTIO BACABA I**

Foram analisados 75 macrorrestos, dos quais 22 morfotipos foram descritos, cinco determinados até o nível de família e duas sementes dicotiledôneas não determinadas (Tabela 1, Figura 2, Apêndice II).

As famílias representadas foram *Arecaceae*, *Caryocaraceae*, *Fabaceae*, *Humiriaceae*, *Lauraceae*, *Malpighiaceae* e *Sapotaceae*. Foram reconhecidos 13 gêneros, *Astrocaryum*, *Attalea*, *Byrsonima*, *Caraipa*, *Caryocar*, *Dialium*, *Matayba*, *Oenocarpus*, *Ormosia*, *Pouteria*, *Sacoglottis*, *Tabernaemontana* e *Virola*.

*Ormosia*, *Arecaceae* 1 e *Astrocaryum* foram os morfotipos com maior número de macrorrestos (Figura 3). O conjunto de recursos vegetais representados pelos macrorrestos analisados correspondem a *taxa* encontrados na vegetação moderna de Carajás, sendo que alguns são importantes da dieta de diversas sociedades modernas da Amazônia, como piquiá, tucumã, bacaba, inajá.

Tabela 1. *Taxa* identificados em 72 macrorrestos analisados no sítio Bacaba I, Floresta Nacional de Carajás, Pará. cf: capão florestal; fv: floresta de vertente; vc: vegetação de canga; vp: vegetação inundada com presença de palmeiras. ac: atração para caça; al: alimentício; com: combustível; mat: material; med: medicinal; rit: ritual.

<b>Família</b>	<b>Gênero</b>	<b>Carbonização</b>	<b>Parte preservada</b>	<b>Uso</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Nome comum</b>
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana</i> sp.	Sim	Valva	med	fv	Pocoró
Arecaceae	<i>Astrocaryum</i> sp. 1	Sim	Endocarpo	al, ac, mat	fv	Tucumã
	<i>Astrocaryum</i> sp. 2	Sim	Endocarpo			
	<i>Attalea</i> sp.	Sim	Endocarpo	med, al, ac, com, mat	cf, fv	Inajá
	<i>Oenocarpus</i> sp.	Sim	Endocarpo	al, ac, rit, mat	cf, fv	Bacaba
	Arecaceae 2	Sim	Endocarpo			
	Arecaceae 3	Sim	Endocarpo			
	Arecaceae 4	Sim	Endocarpo			
Calophyllaceae	<i>Caraipa</i> sp.	Não	Valva	med, mat	cf, fv	Tamaquaré
Caryocaraceae	<i>Caryocar</i> sp.	Sim	Semente	med, al, ac, mat	cf, fv	Piquiá
Humiriaceae	<i>Sacoglottis</i> sp.	Sim	Semente	med, al, ac, com	cf, fv	Uxirana
Fabaceae	<i>Dialium</i> sp.	Não	Fruto	med, al, ac, com	fv	Jutaí-pororoca
	<i>Hymenaea</i> sp.	Não	Valva	med, al, ac, mat	cf, fv	Jatobá
	<i>Ormosia</i> sp.	Não	Semente		fv	Tento
cf. Lecythidaceae	cf. Lecythidaceae 1	Não				
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.	Não	Semente	med, al, ac, mat	cf, fv, vc	Muruci
Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.	Não	Semente	med, ac, com, mat	cf, fv, vp	Ucuúba
Sapindaceae	<i>Matayba</i> sp.	Não	Valva	med	cf, fv, vc	Espeturana
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Não	Fruto	al, ac, com, mat	cf, fv, vc	Abiurana
Indeterminado	Indeterminado 1	Não	Semente			
	Indeterminado 5	Não	Semente			
	Indeterminado 6	Não	Semente			

Figura 2. Vestígios carpológicos do sítio Bacaba I, Floresta Nacional de Carajás, Pará. A: Indeterminado 1; B: *Astrocaryum* sp. 1; C: *Astrocaryum* sp. 2; D: *Oenocarpus* sp.; E: *Caryocar* sp.; F: *Byrsonima* sp.; G: *Dialium* sp.; cf.; H: Lecythidaceae; I: Indeterminado 7; J: *Matayba* sp.; K: *Ormosia* sp.; L: *Sacoglottis* sp.; M: *Tabernaemontana* sp. As barras em branco correspondem a 1 cm.

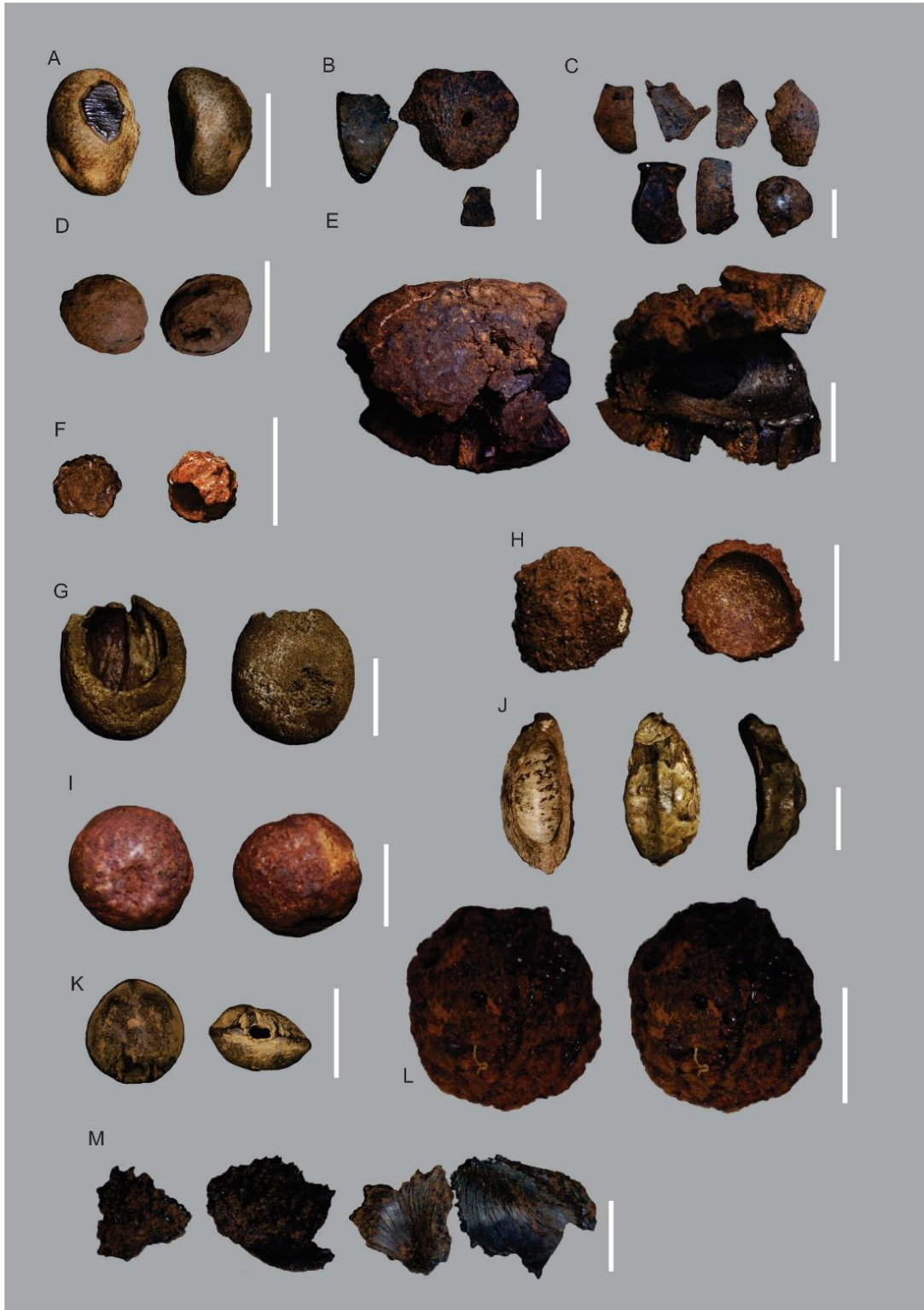
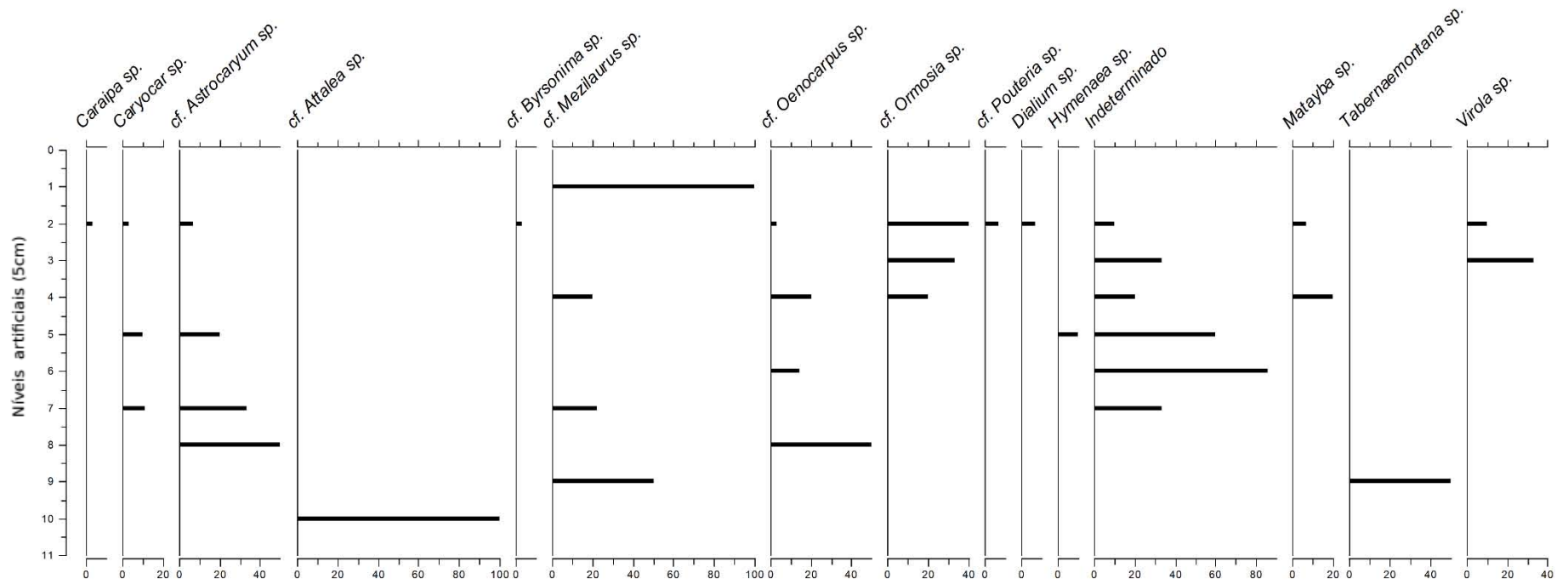


Figura 3. Frequência percentual de macrorrestos por *taxon* no sítio Bacaba I, Floresta Nacional de Carajás, Pará.





Dentre os macrorrestos analisados, destacam-se as *Arecaceae*, *Caryocaraceae* e *Humiriaceae*. As palmeiras (*Arecaceae*) podem ser consideradas como um dos grupos de plantas mais importantes na história da existência humana na Amazônia, estando presente em numerosos sítios arqueológicos, inclusive naqueles com datações mais recuadas (SILVEIRA 1994; ROOSEVELT et al. 1996; MAGALHÃES 2005,). A importância alimentícia de *Caryocar* sp. também deve ser destacada, podendo ser uma das principais explicações para a sua recorrência em estudos arqueobotânicos na Amazônia, inclusive em Carajás (SILVEIRA 1994, MAGALHÃES 2005). Esse gênero reúne algumas das espécies mais apreciadas na dieta de diversas sociedades indígenas, apresentando alto valor calórico, além de ter ainda importante uso medicinal a partir da extração do óleo de seus frutos. Quanto a *Sacoglottis* sp., apesar de seu valor alimentício ser menos expressivo que os demais supracitados, sua presença chama a atenção no sítio estudado. Esta planta também foi documentada em sítios de Monte Alegre (ROOSEVELT et al., 1996), o que pode indicar a relevância deste *taxon* para populações humanas no passado.

Registros de endocarpo de palmeiras e sementes de *Caryocar* sp. foram apresentados por Magalhães (2005) e Silveira (1994), na Serra Norte de Carajás; estes autores também destacaram o papel estratégico dessas plantas para a subsistência dos povos antigos que ali habitaram.

Outras espécies se destacam por seu uso na região amazônica, como é o caso da *Virola* sp., aproveitada para a produção de rapé, um preparo que quando inalado leva a alucinações durante rituais praticados por diversas etnias amazônicas. Esta planta já foi documentada inclusive em sítios arqueológicos de Carajás (SILVEIRA, 1994). Outro exemplo importante é *Dialium* sp., a que tem uso alimentício e medicinal, servindo como cicatrizante e para tratar infecções. Dentre os *taxa* com registro arqueobotânico, *Byrsonima* sp., *Pouteria* sp. e *Matayba* sp. são representados na vegetação de canga moderna, sendo estes sendo as duas primeiras de relevante valor alimentício e a última de uso medicinal.

### 3.2 CARPOLOGIA NO SÍTIO CAPELA

Para os níveis analisados, foram recuperados 377 macrorrestos, representados por 37 morfotipos (Tabela 2, Apêndice III). A maior riqueza de materiais encontrados possivelmente se deve ao método de recuperação no Sítio Capela, que foi por flotação, mas devem ser observadas outras características relacionadas ao uso de recursos em cada sítio. A principal parte preservada entre os materiais foi a semente, encontradas na forma carbonizadas e não carbonizada (Figura 4).



Tabela 2. *Taxa* identificados em 377 macrorrestos analisados no sítio Capela, Floresta Nacional de Carajás, Pará. cf: capão florestal; fv: floresta de vertente; vc: vegetação de canga; vp: vegetação inundada com presença de palmeiras. med: medicinal; al: alimentícia; mat: material; ac: atrativo para caça; com: combustível.

<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>Carbonização</b>	<b>Parte preservada</b>	<b>Uso</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Nome comum</b>
Annonaceae	Annonaceae 1	sim (5); não (13)	semente	al, med	cf, fv	-
	Annonaceae 2	não	semente	al, med	cf, fv	-
	cf. <i>Guatteria</i> sp.	não	semente	al, med, ac, mat	cf, fv	envira- amargosa, envira-preta
	cf. <i>Annona/Rollinia</i> sp.	não	semente	al, ac, com, mat	-	
Arecaceae	Areaceae 1	sim	semente	al, mat	cf, fv, vp	
	Areaceae 4	sim	semente	al, mat	cf, fv, vp	
Fabaceae	Fabaceae 1	não	semente	-	-	-
	Fabaceae 2	não	semente	-	-	-
	Fabaceae 3	sim	semente	-	-	-
Cyperaceae	Cyperaceae 1	não	semente	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Maprounea</i> sp.	não	semente	med, com	cf, fv	caxixa, jurugo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.	sim (1); não (5)	semente	al, med, ac	vc, cf, fv	Muruci, murici Maracujá, maracujá-do- mato
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	não	semente	al, med	cf, fv	
Poaceae	<i>Poaceae</i> 1	não	semente	-	vc	-
Solanaceae	Solanaceae 2	sim	semente	al, med	vc, cf, fv	
Indeterminada	Indetermiando 12	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 1	não	fruto incompleto	-	-	-
	Indeterminado 6	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 7	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 8	não	semente	-	-	-

<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>Carbonização</b>	<b>Parte preservada</b>	<b>Uso</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Nome comum</b>
	Indeterminado 10	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 11	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 14	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 17	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 18	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 19	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 20	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 21	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 24	não	fruto incompleto	-	-	-
	Indeterminado 26	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 27	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 28	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 29	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 30	não	semente	-	-	-
	Indeterminado 31	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 32	sim	semente	-	-	-
	Indeterminado 33	sim	semente	-	-	-

Figura 4. Vestígios carpológicos do sítio Capela, Carajás, Pará. 1: *Passiflora* sp.; 2: *Byrsonima* sp. 1; 3: Indeterminado 1; 4: cf. *Guatteria* sp.; 5: *Maprounea* sp.; Solanaceae 1; 7: Annonaceae 1; 8: Annonaceae 2; 9: Indeterminado 6; 10: Indeterminado 7; 11: Indeterminado 8; 12: cf. *Annona/Rollinia* sp.; 13: Indeterminado 10; 14: Indeterminado 11; 15: Indeterminado 12; 16: Fabaceae 1; 17: Indeterminado 14; 18: Fabaceae 2; 19: Indeterminado 16; 20: Indeterminado 17; 21: Cyperaceae 1; 22: Indeterminado 18; 23: Indeterminado 20; 24: Indeterminado 21; 25: Arecaceae 4; 26: Poaceae; 27: Indeterminado 24; 28: Indeterminado 26; 29: Indeterminado 27; 30: Indeterminado 28; 31: Fabaceae 3; 32: Indeterminado 29. As barras em branco correspondem a 0,5 cm.

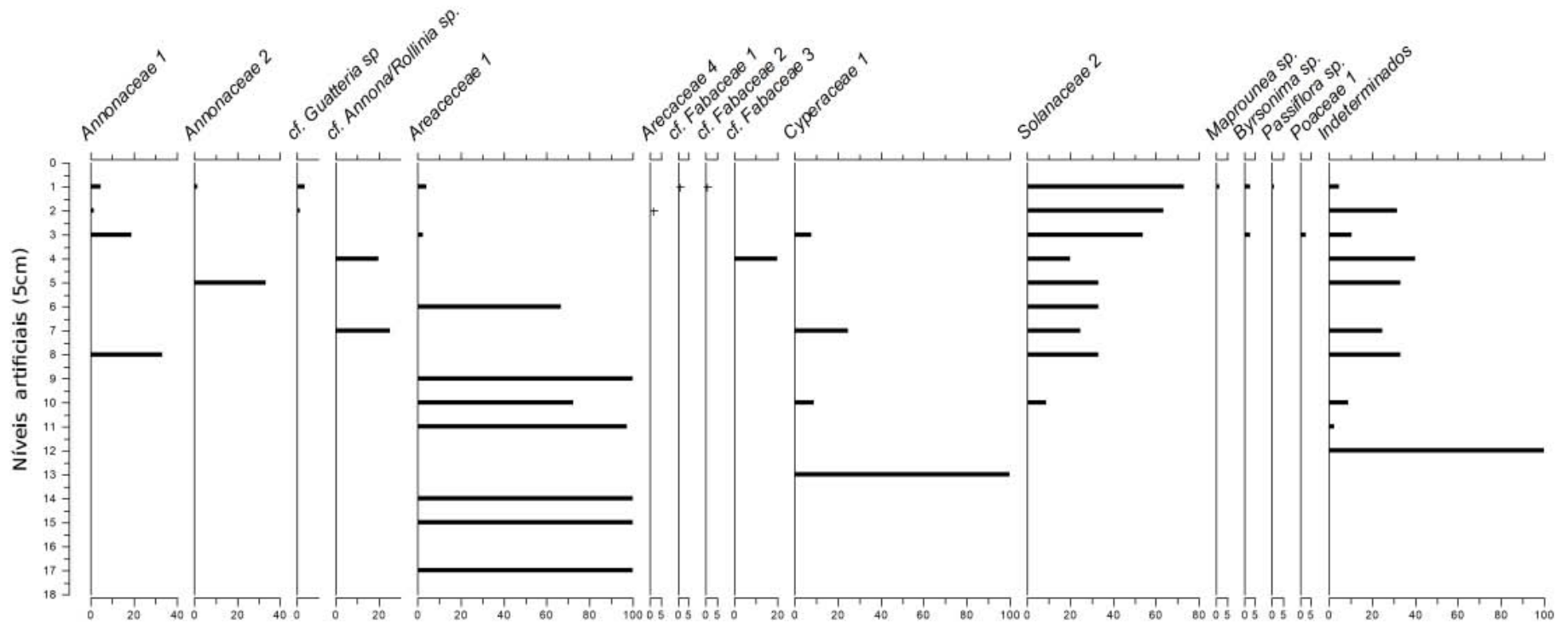


Foram reconhecidos 36 morfotipos na fração leve e um conjunto de fragmentos exclusivamente de *Arecaceae* na fração pesada. Dentre os referidos morfotipos, foram identificados quinze *taxa* em nível de gênero ou família, sendo *Solanaceae* 1 o mais expressivo, reunindo 53% do total, muitos dos quais preservados por carbonização (Figura 5). Entre os *taxa* da vegetação moderna que se aproximam morfologicamente das sementes de *Solanaceae* 1 destaca-se o gênero *Solanum* L. A importância dos usos de diversas plantas deste gênero como medicinal e alimentício é relevante na Amazônia, sendo plausível a sua presença nos sítios de Carajás (BALÉE, 1994).

As interpretações para *Solanaceae* 1 requerem ainda alguns cuidados, pois existem vieses que devem ser considerados quanto à presença destes vestígios carpológicos em cavidades, que tem a ver com a preservação e a interferência de fatores ecológicos, como a dispersão por morcegos e outros agentes. A presença de vestígios carbonizados deste *taxa* é relevante para o reconhecimento do seu valor arqueológico, mas não se sabe ainda até que ponto os agentes dispersores interferem nesse conjunto de dados, principalmente os morcegos, animais frequentes em cavernas e considerados importantes dispersores de frutos de *Solanaceae* (UIEDA; VASCONCELLOS-NETO, 1985). Por outro lado, a presença desse grupo de plantas no entorno do sítio sugere características ecológicas dos ambientes circundantes. As espécies de *Solanum* comumente se desenvolvem em áreas de sucessão secundária e sua promoção local pode estar relacionada ainda à abertura de clareiras naturais ou resultantes das atividades realizadas pelas populações pretéritas.

*Arecaceae*, segundo *taxa* mais relevante, foi representada por sementes carbonizadas cujos gêneros não foram identificados. Este é um dos grupos de plantas mais importante à subsistência humana, pois produzem recursos alimentícios de alto valor calórico, estratégicos na dieta de diversas populações tropicais. Além disso, são plantas de uso múltiplo, sendo ainda fornecedoras de fibras e suas folhas são preferidas para a cobertura de moradias. Ademais, são abundantes na flora local e estão disponíveis em diferentes épocas do ano (SANTOS; COELHO-FERREIRA, 2012; SANTOS, 2017). Ao que parece, as palmeiras sempre foram importantes para a população humana, haja vista que os registros carpológicos dessas plantas são recorrentes, não somente para a região de Carajás, mas para outras partes da Amazônia e da América do Sul (MORCOTE-RÍOS; BERNAL, 2001; LIMA, 2009; CASCON, 2010; CAROMANO et al., 2013).

Figura 5. Frequência percentual de macrorrestos por *taxon* no sítio Capela, Carajás, Pará.



Annonaceae 1 foi o terceiro morfotipo mais frequente. Os frutos dessa família são muito apreciados pelos amazônidas, onde grande parte de suas espécies são comestíveis e obtidas tanto na forma cultivada como extrativista. As Annonaceae são conhecidas por suas propriedades medicinais, sendo ainda fornecedores de fibras altamente resistentes, reunindo várias espécies popularmente conhecidas como envira ou envireira (EMPERAIRE, 2002). Além disso, sementes de Annonaceae foram encontradas em sítios de outras regiões do Norte da América do Sul, o que confirma a sua importância alimentícia entre outros povos do passado (BONAVIA et al., 2004). No Vale Chao, região andina, sementes a antiguidade do uso de *Annona* sp. foram evidenciadas por dados arqueobotânicos, linguísticos e cerâmicos, este último representado por artefato cujo formato é uma clara referência aos frutos dessa família (BONAVIA et al., 2004).

Outros *taxa* foram menos frequentes entre os macrovestígios, mas são frequentes na flora moderna de Carajás, estes são: *Maprounea* sp., três tipos de Fabaceae, *Byrsonima* sp. e *Passiflora* sp., sendo que os dois últimos correspondem a frutíferas da flora local, cujo uso é bastante difundido (BALÉE, 1994; CAVALCANTE, 2010).

Com relação a Fabaceae 3, este apresenta aspectos morfológicos similares a *Phaseolus* sp., cujo valor alimentício é notório e extremamente relevante no contexto arqueológico, onde vários trabalhos destacam a relação deste gênero com a subsistência de populações amazônicas na antiguidade que adotavam sistemas de produção mistos, que incluíam plantas domesticadas e não domesticadas. Esses resultados vêm ao encontro dos achados de Santos (2017), no sítio Bacaba, para o gênero de *Manihot*, onde uma população regenerante de mandioca selvagem foi encontrada, muito provavelmente remanescente das atividades realizadas durante as ocupações nos sítios abrigos localizados ali. A associação destes resultados sugere ocupações por grupos que lidavam com plantas domesticadas associadas a plantas manejadas.

### 3.3 CARPOLOGIA APLICADA À ARQUEOBOTÂNICA DE CARAJÁS

Questionamentos sobre o uso pretérito de algumas plantas são comuns quando se consideram dados arqueobotânicos. Tais preocupações são válidas e contribuem para a construção de ferramentas teóricas rigorosas para as inferências sobre paleoambiente, uso e manejo de plantas no passado. Um aspecto a ser destacado é que, mesmo com uma vasta biodiversidade em sua flora local, alguns *taxa* tem sido recorrentes nos remanescentes carpológicos em sítios amazônicos, o que os tornam importantes elementos da flora seguramente relacionados ao uso e manejo no passado, abrangendo inclusive diferentes sítios

desta região. Dentre essas plantas podem ser destacadas as *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Byrsonima* e *Sacoglottis*.

Os inventários florísticos no entorno dos sítios estudados, quando correlacionados com os fragmentos botânicos encontrados nas escavações e que poderiam estar sendo utilizados pelas antigas populações que viveram em Carajás há cerca de 11.000 anos, mostram que aquela vegetação do passado permanece representada na flora atual e vários agrupamentos de plantas úteis encontrados podem ser um reflexo do uso e manejo praticado nessas áreas no passado (SANTOS, 2017).

Os remanescentes carpológicos são um dos principais vestígios indicativos de dietas de populações pretéritas, cujas estratégias de subsistência na Amazônia estão ricamente relacionadas à mecanismos de captação de recursos florestais, onde foram desenvolvidos sistemas de coleta e de cultivos mistos, frequentemente integrados à dinâmica florestal. Esses recursos incluem espécies de diferentes comunidades vegetais e estágios sucessionais, muitas vezes integrados numa mesma área. Essas práticas levaram à construção de um dos maiores acervos de plantas úteis no planeta, resultando na domesticação de plantas e paisagens (CLEMENT, 1999; MAGALHÃES, 2005; ARROYO-KALIN, 2010; SCHEEL-YBERT et al., 2016; SANTOS, 2017; PALACE et al., 2017).

A aplicação da carpologia à arqueologia amazônica vem confirmando uma interação promissora para as interpretações sobre o uso e manejo de diversas plantas por populações pretéritas, a exemplo dos achados de Roosevelt et al. (1996) na caverna da Pedra Pintada em Monte Alegre-PA, onde foram encontrados diversos frutos e sementes carbonizados, como castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), *Talisia* sp., *Hymenaea* sp. e palmeiras como *Attalea* sp. e *Astrocaryum* sp. Quanto aos dados carpológicos para Carajás, podem ser citados os trabalhos de Silveira (1994) e Magalhães (2005). Os autores ressaltam a presença de *taxa* como *Manihot* sp., *Arecaceae*, *Oenocarpus* sp., *Astrocaryum* sp., *Attalea* sp., *Copaifera* sp.; *Spondias* sp., *Hymenaea* sp., *Virola* sp., *Glycidendron* sp., *Annonaceae*, *Chrysobalanaceae*, *Euphorbiaceae* e *Caryocar* sp.

Os frutos e sementes são estruturas cuja produção corresponde a processos fenológicos, os quais são variáveis entre as espécies (ALENCAR; ALMEIDA; FERNANDES, 1979). Essa variação interfere na disponibilidade de recursos de determinado grupo de espécies em diferentes épocas do ano. Assim, dependendo do conjunto de plantas representadas em um contexto arqueológico, podem-se obter inferências sobre as relações temporais das ocupações. Considerando os *taxa* encontrados nos sítios Bacaba e Capela, sugere-se que as ocupações

ocorreram em diferentes momentos, podendo abranger tanto o período chuvoso como seco. Como exemplo, podem ser destacados *Caryocar* sp. e *Oenocarpus* sp., o primeiro com frutificação frequentemente relacionada ao período chuvosos, enquanto que o segundo pode abranger ambas estações, sendo mais frequente em períodos mais secos (SHANLEY; GALVÃO, 2005; MACIEL; OLIVEIRA, 2016). Assim, mesmo que as ocupações no topo das serras de Carajás tenham sido sazonais é provável que elas tenham abrangido diferentes períodos do ano. Além disso, não se pode descartar ocupações duradouras o suficiente para a realização de práticas de manejo e cultivo de plantas domesticadas e não domesticadas, tendo-se em conta as constatações a respeito de *Manihot* sp., *Phaseolus* sp. e as diversas espécies florestais, como *Caryocar* sp. e *Oenocarpus* sp.

É válido ressaltar que todas as fitofisionomias que ocorrem no entorno dos sítios arqueológicos no topo das serras estão representadas entre os morfotipos reconhecidos. No entanto, a representatividade da vegetação florestal (capão florestal e floresta de vertente) foi superior, correspondendo a mais de 50% do total amostrado. Além disso, os registros carpológicos mais antigos dos sítios são representados exclusivamente por palmeiras, plantas características das formações florestais de Carajás.

Outra questão identificada nesta pesquisa refere-se à preservação dos materiais encontrados. A presença de vestígios não carbonizados no presente trabalho gera uma problemática sobre a natureza arqueológica de alguns dos vestígios carpológicos encontrados, uma vez que não se sabe por quanto tempo os vestígios orgânicos podem resistir em sedimentos no interior de grutas e cavernas, a exemplo da Capela, com macrorrestos de Annonaceae, Solanaceae, Byrsonima, e Poaceae, as quais ocorrem principalmente até 20 cm de profundidade, havendo raras ocorrências entre 35 e 65 cm para Annonaceae e Cyperaceae. Uma dificuldade para a interpretação desse material é a falta de informações sobre processos diagenéticos e sobre a formação de assembleias de vestígios não carbonizados, preservados por dessecação em sítios de abrigo. A dessecação de frutos e sementes tem sido documentada em sítios Norte da África e na Europa, onde as condições climáticas e os locais de deposição foram favoráveis para esse processo (VAN DER VEEN, 2007). A esse respeito, ressalta-se que os sedimentos em cavernas situadas em regiões tropicais estão sujeitos a temperaturas e umidade elevadas que promovem intensas alterações físicas e químicas nos materiais presentes no sedimento, o que traz implicações sobre as atividades humanas passadas (STEPHENS; ROSE; GILBERTSON, 2017).



Elementos arqueológicos, ecológicos e antropológicos que atrelam a diversidade da flora da região amazônica com as estratégias de uso e manejo da paisagem pelas populações antigas vêm sendo reunidos por diferentes especialistas e reforçando a necessidade de se rever os mecanismos e instrumentos modernos de gestão do patrimônio florestal brasileiro. Como pensar no ordenamento do uso de florestas que correspondem não apenas a um ativo ambiental, e não apenas como um patrimônio biológico, mas também um patrimônio cultural? As florestas culturais remanescentes de um longo processo de moldagem devem ser reconhecidas pela sociedade brasileira de maneira prática, serem tombadas, protegidas e mais estudadas. Os instrumentos de conservação não têm sido suficientes para a contenção do desmatamento, sendo urgente o esclarecimento à opinião pública e aos setores governamental e privado sobre a necessidade de proteção especial dessas florestas, particularmente daquelas relacionadas a sítios arqueológicos.

#### **4. CONCLUSÃO**

O presente trabalho contribuiu para o reconhecimento dos tipos e riqueza de vestígios carpológicos em ocupações antigas de Carajás, sugerindo a interação e uso de recursos frutíferos de vegetação florestal e de canga, semelhantes àquelas observadas na flora moderna. Isso foi comprovado pela presença de *Caryocar* sp., *Passiflora* sp., *Sacoglottis* sp. e principalmente de palmeiras (Arecaceae). A confirmação da importância a respeito destas últimas em Carajás, reitera o papel estratégico que esse grupo de plantas teve na subsistência humana desde as primeiras ocupações na Amazônia.

Os grupos que habitavam as serras tinham uma dieta bastante relacionada ao extrativismo de espécies de diferentes comunidades vegetais e estágios sucessionais e desenvolveram sistemas de coleta integrados à dinâmica dos ecossistemas locais. Ao que parece, esses sistemas denotam conhecimento sobre a sazonalidade na produtividade das espécies, havendo a presença de recursos disponíveis em diferentes períodos do ano.

Além disso, a pesquisa permitiu identificar questões prioritárias para novos estudos em arqueobotânica na Amazônia, especificamente na análise de macrorrestos não carbonizados, os quais precisam ser analisados à luz dos conhecimentos sobre tafonomia, diagênese e processos de formação de assembleias carpológicas em grutas e cavernas desta região.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Geomorfologia da Região. In: ALMEIDA JÚNIOR. (Ed.). **Carajás, Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento**. São Paulo: CNPq/Brasiliense, 1986. p.88-124.
- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus- AM, v.9, n.1, p.163-199, 1979.
- ARROYO-KALIN, M. The Amazonian formative: crop domestication and anthropogenic soils. **Diversity**, Bethesda- MD, v.2, n.4, p.473-504, 2010.
- AZEVEDO, L. W.; SCHEEL-YBERT, R. Estudo de fogueiras e antracologia em contexto Proto-Jê do Sul. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v.27, p.231-237, 2017.
- BALÉE, W. et al. Florestas Antrópicas no Acre: Inventário Florestal no Geoglifo Três Vertentes, Acrelândia. **Amazonica-Revista de Antropologia**, Belém-PA, v.6, n.1, p.140-169, 2014.
- BALÉE, W. **Footprints of the Forest: Ka'apor Ethobotany – the Historical Ecology of Plant Utilization by an Amazonian People**. New York: Columbia University Press, 1994.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- BONAVIA, D. et al. Archaeological evidence of cherimoya (*Annona cherimolia* Mill.) and guanabana (*Annona muricata* L.) in ancient Peru. **Economic Botany**, [s.l.], v.58, n.4, p.509-522, 2004.
- CALDARELLI, S. B.; ARAÚJO C. F.; KERN, D. C. Assentamentos a céu aberto de caçadores-coletores datados da transição Pleistoceno final / Holoceno inicial no Sudeste do Pará. **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora- MG, v.18, p.95-108, 2005.
- CAROMANO, C. F. et al. Revealing fires and rich diets: macro-and micro-archaeobotanical analysis at the Hatahara Site, Central Amazonia. **Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America**, [s.l.], v.11, n.2, p.40-51, 2013.
- CASCON, L. M. **Alimentação na floresta tropical: Um estudo de caso no sítio Hatahara, Amazônia Central, com base em microvestígios botânicos**. 2010, 195 f. Dissertação (Mestrado em arqueologia) - Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas Comestíveis na Amazônia**, 7ed., Belém: CNPq/Museu Paraense Emilio Goeldi, 2010.
- CLEMENT, C. R. et al. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**, Bethesda- MD, v.2, p.72-106, 2010.
- CLEMENT, C.R. 1492 and the loss of the Amazonian crop genetic resources. II. Crop biogeography at contact. **Economic Botany**. [s.l.], v.53, n.2, p.203-216, 1999.
- CORNEJO, F.; JANOVEC, J. **Seeds of Amazonian plants**. Princeton: Princeton University Press, 2010.
- EMPERAIRE, L. E. Entre paus, palheiras e cipós. In: CARNEIRO C. M.; ALMEIDA, M.W. B. (Eds.). **Enciclopédia da floresta**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002, p. 389-418.
- HERMANOWSKI, B.; COSTA, M. L.; BEHLING, H. Environmental changes in southeastern Amazonia during the last 25,000 year revealed from a paleoecological record. **Quaternary Research**, San Diego-CA, v.77, p.138-148, 2012.

- IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. Brasília: IBAMA, 2003.
- KIPNIS, R.; CALDARELLI, S. B.; OLIVEIRA, W. C. Contribuição para a Cronologia da Colonização Amazônica e suas implicações teóricas. **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora-MG, v.18, p.81-93, 2005.
- LEVIS, C. et al. Historical Human Footprint on Modern Tree Species Composition in the Purus-Madeira Interfluve, Central Amazonia. **Plos one**, San Francisco-CA, v.7, n.11, p.1-10, 2012.
- LEVIS, C. et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science**, Washington-DC, v.355, n.6328, p. 925-931, 2017.
- LIMA, M. G. S. M. **Estudo arqueobotânico dos restos alimentares silvestres do sítio arqueológico Alcobaça, Buíque-PE**. 2009, 142f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.
- LINDLEY, J. **A glossary of technical terms used in botany**. Londres: Bradbury and Evans, 1848.
- LINS, J. et al. Pre-Columbian Floristic Legacies in Modern Homegardens of Central Amazonia. **Plos one**, San Francisco-CA, v.10, n.6, p.1-10, 2015.
- MACIEL, A.; OLIVEIRA, M. Aspectos fenológicos em acessos de bacaba-de-leque (*Oenocarpus distichus* Mart.) nas condições climáticas de Belém-PA. In: Encontro Amazônico de Agrárias, 8., 2016, Belém, PA. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. p. 1-8.
- MAGALHÃES, M. P. et al. A Cultura Neotropical e a Amazônia Antropogênica. In: MAGALHÃES, M. P. (Ed.). **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016b. p. 311-338.
- MAGALHÃES, M. P. et al. Carajás. In: MAGALHÃES M. P. (Ed.). **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016a. p.259- 309.
- MAGALHÃES, M. P. Território cultural e a transformação da floresta em artefato social. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas**, Belém-PA, v.8, n.2, p.381-400, 2013.
- MAGALHÃES, M. P. **A Phýsis da Origem: o sentido da história na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.
- MAURITY, C. W.; KOTSCHOUBEY, B. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1–Serra dos Carajás-PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra**, Belém-PA, v.7, p.331-362, 1995.
- MORCOTE-RIOS, G.; BERNAL, R.. Remains of palms (Palmae) at archaeological sites in the New World: A review. **The Botanical Review**, New York – NY, v. 67, n. 3, p. 309-350, 2001.
- PALACE, M. W. et al. Ancient Amazonian populations left lasting impacts on forest structure. **Ecosphere**, Washington-DC, v.8, n.12, 2017.
- PEARSALL, D. M. **Paleoethnobotany: a handbook of procedures**. San Diego: Left Coast Press, 2015.
- PIPERNO, D. R. Paleoethnobotany in the Neotropics from Microfossils: New Insights into Ancient Plant Use and Agricultural Origins in the Tropical Forest. **Journal of World Prehistory**, [s.l.], v.12, n.4, p.393-449, 1998.
- RAYOL, B. P. **Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: subsídios à conservação**. 2006, 87 f.

Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.

RIBEIRO, R. J. et al. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus- AM, v.29, n.2, p.207-222, 1999.

ROOSEVELT, A. C. The Amazon and the Anthropocene: 13,000 years of human influence in a tropical rainforest. **Anthropocene**, [s.l.], v.4, p.69-87, 2013.

ROOSEVELT, C. A. et al. Paleo-Indian Cave Dwellers in the Amazon: the Peopling of the Americas. **Science**, Washington-DC, v.272, n.5260, p.373-384, 1996.

SANTOS, R. S. **Efeitos da ação humana na composição florística em sítios arqueológicos na Região de Carajás, Pará, Brasil**. 2017, 150f. Tese (doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia)- Universidade Federal do Amazonas Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Manaus, 2017.

SANTOS, R. S.; COELHO-FERREIRA, M. The ethnobotanical study of *Mauritia flexuosa* L. f.(Arecaceae) in riverine communities of Abaetetuba county, Pará state, Brazil. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v.42, n.1, p.1-10, 2012.

SCHEEL-YBERT, R. Arqueobotânica na América do Sul: Paisagem, subsistência e uso de plantas no passado. **Cadernos do LEPAARQ**, Pelotas-RS, v.13, n.25, 2016.

SCHEEL-YBERT, R. et al. Proposta de amostragem padronizada para macrovestígios bioarqueológicos: antracologia, arqueobotânica, zooarqueologia. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v.15-16, p.139-163, 2006.

SCHEEL-YBERT, R.; SOLARI, M. E. Análise dos macrorrestos vegetais do setor oeste: antracologia e carpologia. In: VILHENA-VIALOU, A. (Ed.). **Pré-história do Mato Grosso**, vol.1 Santa Elina, São Paulo: EDUSP, p.139-147, 2005.

SHANLEY, P.; GALVÃO, J. Piquiá (*Caryocar villosum*). In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. (Eds.). **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: CIFOR/ IMAZON, 2005. p. 123-132.

SILVA, F. M. **Paleoetnobotânica na Amazônia Central: Um estudo dos macrovestígios vegetais de três sítios arqueológicos**. 2012. 203 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SILVEIRA, M. I. **Estudos sobre estratégias de subsistência de caçadores-coletores pré-históricos do sítio Gruta do Gavião, Carajás/PA**. 1994. 151 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SILVEIRA, M. I. et al. Sequência Cronológica de Ocupação na Área do Salobo (Pará). **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora-MG, v.21, n.1, p.61-84, 2009.

STEPHENS, M.; ROSE, J.; GILBERTSON, D. D. Post-depositional alteration of humid tropical cave sediments: micromorphological research in the great cave of Niah, Sarawak, Borneo. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v.77, p.109-124, 2017.

TEIXEIRA, J. B. G.; LINDENMAYER, Z. G. Fundamentos Geológicos da Serra de Carajás. In: TEIXEIRA, J. B. G.; BEISIEGEL, v.R. (Eds.). **Carajás: Geologia e Ocupação Humana**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2006. p. 20-90.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical journal of the Linnean Society**, London-GB, v.181, n.1, p.1-20, 2016.

UIEDA, W.; VASCONCELLOS-NETO, J. Dispersão de Solanum spp.(Solanaceae) por morcegos, na região de Manaus, AM, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo-SP, v.2, n.7, p.449-458, 1984.

VAN DER VEEN, M. Formation processes of desiccated and carbonized plant remains—the identification of routine practice. **Journal of archaeological science**, New York-NY, v.34, n.6, p.968-990, 2007.

**CAPÍTULO 2**

**COLEÇÃO ANTRACOLÓGICA DE ESPÉCIES ASSOCIADAS A SÍTIOS  
ARQUEOLÓGICOS DE CARAJÁS, PARÁ**

## RESUMO

A flora de Carajás apresenta um grande potencial para estudos dendrológicos e representa um conjunto particular na Amazônia, abrigando um dos raros enclaves de vegetação rupestre neste bioma. Comunidades de plantas em áreas de sítios arqueológicos vêm sendo caracterizadas como um indício da intervenção humana naquele ambiente. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é a caracterização anatômica do carvão de espécies da flora de Carajás, coletadas na vegetação do entorno de sítios arqueológicos ali identificados. A seleção das espécies levou em consideração a sua ocorrência em vegetação do entorno dos sítios arqueológicos e sua relevância na flora local. Foram obtidas secções de ramos ou tronco de *Anacardium occidentale* L., *Callisthene microphylla* Warm., *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec., *Licania egleri* Prance, *Maprounea guianensis* Aubl., *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez, *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby, *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr., *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav., *Rinorea riana* Kuntze, *Sacoglottis guianensis* Benth., *Simarouba amara* Aubl. e *Theobroma glaucum* H. Karst. O material foi utilizado para a confecção de corpos de prova nas dimensões de 3x2x3cm. As amostras foram submetidas à carbonização, calibrando-se a mufla para uma temperatura de 400°C, durante 40 minutos. A descrição anatômica dos carvões seguiu um roteiro tradicionalmente utilizado por anatomistas da madeira, com adequações para o lenho carbonizado. Os resultados são uma contribuição para a descrição de carvões e para a coleção antracológica de plantas de Carajás, a qual dará suporte aos estudos arqueológicos desta região.

**Palavras-chave:** Antracologia; Coleção antracológica, Carajás.

## ABSTRACT

The flora of Carajás presents a great potential for dendrological studies and represents a specific set in the Amazon, sheltering one of the rare enclaves of rock vegetation in this biome, where were found some archaeological sites associates to anthropogenic forests. In this sense, the objective of this study was to perform the characterization the charcoal anatomy of Carajás's species. The selection of the species considered their occurrence in vegetation around the archaeological sites and its relevance in the local flora. Wood samples were obtained, covering the species *Anacardium occidentale* L., *Callisthene microphylla* Warm., *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec., *Licania egleri* Prance, *Maprounea guianensis* Aubl., *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez, *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby, *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr., *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav., *Rinorea riana* Kuntze, *Sacoglottis guianensis* Benth., *Simarouba amara* Aubl. e *Theobroma glaucum* H. Karst. The wood was subjected to carbonization and the muffle was calibrated to a temperature of 400° C for 40 minutes. The anatomical description followed a script traditionally used by anatomists of the wood, with adaptations for the charcoal analysis. Were descripts thirteen species, including the ecological and archaeobotanical dates of each. These results contributing to the knowledge about the anatomy of amazon species, showing unpublished informations to *Callisthene microphylla* Warm., *Licania egleri* Prance, *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr., *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav., *Rinorea riana* Kuntze, *Theobroma glaucum* H. Karst, and *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby.

**Keywords:** Anthracology; Anthrachological collection ; Carajás.

## 1. INTRODUÇÃO

O conjunto de métodos para a caracterização da anatomia vegetal têm como pioneiras as pesquisas realizadas por Marcelo Malpighi (1628-1694) e Nehemiah Grew (1641-1712). Séculos depois, durante o V Congresso Internacional de Botânica, em Cambridge, Estados Unidos, em 1931, importantes discussões para a anatomia da madeira foram consolidadas, culminando na criação da International Association of Wood Anatomists (IAWA). Esse evento reuniu diferentes grupos de pesquisa e elevou o campo da anatomia da madeira, projetando sua relevância para a ciência, tecnologia e conservação de recursos naturais; dando suporte prático aos pesquisadores; e sistematizando um conjunto de terminologias na descrição anatômica. Estes procedimentos se alinham com o interesse de outras áreas de conhecimento que dependem de informações organizadas sobre as características da madeira (FONSECA; LISBOA; URBINATI, 2005). Assim, desde seus primórdios, a disciplina vem sendo amplamente desenvolvido no mundo.

São vários os campos disciplinares que se relacionam com a anatomia da madeira e dependem destas informações básicas para a determinação das espécies, suas características anatômicas e propriedades mecânicas (PEREIRA, 1937; WHEELER; BAAS, 1998; EVERT, 2013). Ao longo das últimas décadas, esse segmento da Botânica evoluiu em função das diferentes necessidades, permitindo interfaces disciplinares promissoras como é o caso da antracologia, disciplina que aplica os métodos da anatomia da madeira para a identificação de carvões encontrados em sítios arqueológicos ou em outros contextos, como em remanescentes de paleoincêndios naturais (CHABAL, 1997; VERNET; FIGUERAL, 1993; SCHEEL-YBERT, 2016, no prelo).

A determinação taxonômica do carvão requer conhecimentos básicos de anatomia da madeira, além de informações da taxonomia a partir do lenho, geralmente compiladas em literaturas especializadas (SCHEEL-YBERT, 2016). O suporte de coleção de referência, no entanto, corresponde a uma das formas mais práticas e importantes nesta tarefa, por permitir a comparação direta das amostras. A descrição dos carvões de algumas plantas da flora brasileira pode ser encontrada em estudos dedicados a espécies do Cerrado, Mata Atlântica e da Amazônia (ALBUQUERQUE, 2012; GONÇALVES et al., 2016; GONÇALVES; SCHEEL-YBERT, 2016; ÁVILA; GIONGO; SCHEEL-YBERT, 2017), mas a demanda é ampla em função da biodiversidade encontrada nestes e outros biomas, exigindo um esforço contínuo para o enriquecimento dos acervos especializados.



As informações de madeiras da flora brasileira vêm auxiliando na diagnose de carvões em diversos estudos arqueológicos e a identificação desses materiais vem apontando os tipos de ambientes acessados no passado para a obtenção de lenha, sem falar na confirmação da importância de plantas que ainda são aproveitados por populações contemporâneas. Os estudos arqueológicos em Carajás, no Pará, têm reunido informações importantes a respeito do uso daquela vegetação no passado, mas os dados sobre o uso de lenha ainda não foram explorados. A flora de Carajás apresenta um grande potencial para estudos dendrológicos por representar um conjunto particular na Amazônia, abrigando um dos raros enclaves de vegetação rupestre neste bioma (VIANA et al., 2016). Mais de 500 espécies já foram registradas para a Floresta Nacional de Carajás, sendo que comunidades de plantas em áreas de sítios arqueológicos vêm sendo caracterizadas como um indício da intervenção humana naquele ambiente (VIANA et al., 2016; SANTOS, 2017).

Neste sentido, o estudo sobre a anatomia de plantas lenhosas é relevante para o suporte aos estudos antracológicos dedicados aos sítios arqueológicos da região de Carajás. Em função desta demanda, o objetivo do presente trabalho é a caracterização anatômica do carvão de espécies da flora de Carajás, coletadas em vegetação do entorno de sítios arqueológicos, no âmbito do Projeto Arqueológico Carajás (PACA)/Museu Paraense Emílio Goeldi.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

O trabalho foi realizado na Floresta Nacional de Carajás, no Pará, região que corresponde à área de abrangência do Projeto Arqueológicos Carajás (PACA). Esta área apresenta dois ambientes com características diferentes: um em terras baixas e áreas abertas e outro em terras altas, com áreas abertas e fechadas. O polígono compreende uma área de 28.000 hectares e é delimitado pelas coordenadas N 9297000/E 567000 (Fuso 22) e N 9297000/E 587000 (Fuso 22) (MAGALHÃES et al., 2016).

A região de Carajás é composta por vegetação xeromórfica, conhecida como vegetação de canga, além de floresta ombrófila aberta de áreas baixas e elevadas e floresta ombrófila densa de áreas baixas e elevadas (IBAMA, 2003). No alto das serras, ocorre uma floresta montana diferenciada em determinados pontos dos platôs, formando verdadeiras ilhas de vegetação arbórea, mais densa e alta em relação àquelas do seu entorno (vegetação de canga), sendo denominadas de capão florestal (SANTOS, 2017).

Na área de floresta ombrófila densa, as famílias botânicas mais expressivas são Fabaceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Moraceae e Combretaceae

(Ribeiro et al., 1999). Já e na floresta ombrófila aberta destacam-se Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Bignoniaceae, Sapindaceae, Lauraceae, Sapotaceae, Burseraceae, Meliaceae e Rutaceae e Arecaceae (SILVA; ROSA; SALOMÃO, 1986; SILVA; ROSA; OLIVEIRA, 1987). Na área de vegetação de canga, destacam-se Myrtaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Orchidaceae e Rubiaceae (RAYOL, 2006).

A evolução do clima e da flora de Carajás foi tratada nos trabalhos pioneiros de Absy et al. (1991), os quais indicam quatro acentuados períodos secos na região, sendo que o mais recente ocorreu no Holoceno médio, resultado coerente com os de outras regiões da América do Sul. Os estudos mais recentes realizado por Hermanowski; Costa; Behling (2012), corroboram os dados anteriores e mostram dois períodos úmidos em que houve o avanço da floresta nas encostas da Serra Sul de Carajás, um durante o Holoceno inferior e outro em torno de 3.400 anos cal BP, quando as condições climáticas modernas foram estabelecidas. A referida pesquisa aponta que eventos de incêndio se intensificaram nos últimos 9000 anos e sugere que a abundância de espécies pioneiras nas estratigrafias pode ser parcialmente atribuída à intervenção humana.

## 2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A seleção das espécies levou em consideração os dados florísticos obtidos em inventários realizados no entorno dos sítios arqueológicos de Carajás (SANTOS, 2017), sendo incluídas no trabalho pela sua relevância na flora local ou por sua importância cultural na Amazônia (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies da coleção de referência coletadas na vegetação da Floresta Nacional de Carajás, Pará.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Estudos anteriores</b>
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Detienne; Jacquet (1983); Goncalves; Scheel-Ybert (2016)
Chrysobalanaceae	<i>Licania egleri</i> Prance	Não identificado
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Detienne; Jacquet (1983)
Fabaceae	<i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i> Barneby	De Paula (1993), com espécimen da Caatinga
Humiriaceae	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	Miller; Détienne (2001); Detienne; Jacquet (1983)
	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	Detienne; Jacquet (1983)
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Kribs (1968); Richter (1981); Detienne;

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Estudos anteriores</b>
		Jacquet (1983); Nardi Berti (1992); Richter; Dallwitz (2009); Muñiz et al. (2012)
Malvaceae	<i>Theobroma glaucum</i> H. Karst.	Não identificado
Myrtaceae	<i>Myrcia atramentifera</i> Barb. Rodr.	Não identificado
Nyctaginaceae	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	Não identificado
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Detienne; Jacquet (1983)
Violaceae	<i>Rinorea riana</i> Kuntze	Não identificado
Vochysiaceae	<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	Não identificado

As coletas de campo foram realizadas no entorno de sítios arqueológicos de Carajás, durante as pesquisas arqueológicas e florísticas do PACA. Foram obtidas secções de ramos maduros ou tronco de um indivíduo de cada espécie, tomando-se informações ecológicas como o tipo de vegetação e o tipo de solo. Na coleta evitaram-se amostrar ramos com nó, próximos a bifurcações ou muito tortuosos. A madeira permaneceu durante algumas semanas em secagem à sombra, sendo submetida posteriormente a secagem em estufa. Em seguida, o material foi utilizado para a confecção de corpos de prova nas dimensões de 3x2x3cm, obtendo-se mais de dois exemplares de cada amostra, sendo um destinado à carbonização e o outro à coleção da xiloteca MGw do Museu Paraense Emílio Goeldi.

A carbonização foi realizada no Laboratório de Solos da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi. As amostras devidamente submetidas à secagem foram numeradas com grafite e envolvidas individualmente com papel alumínio, o qual também foi identificado em relevo com a mesma numeração. O material foi organizado em disposição ordenada no interior da mufla e submetido à carbonização. O processo foi controlado, calibrando-se a mufla para uma temperatura de 400 °C, durante 40 minutos, sendo que neste período as temperaturas oscilaram entre 400 e 450 °C.

A descrição das amostras foi realizada em microscópio de luz refletida de campo claro e escuro, com capacidade de 1000x de aumento, no Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem, do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. A obtenção dos planos anatômicos tangencial, radial e transversal foi realizada por meio da quebra manual dos carvões. Foram coletadas das informações qualitativas e quantitativas das características e estruturas essenciais à diagnose das espécies, conforme estabelecido para a madeira, com as adequações recomendadas para a antracologia (IAWA COMMITTEE, 1989; SCHEEL-YBERT; GONÇALVES, 2017).

Com relação às variáveis quantitativas, foram tomadas 25 medidas para o diâmetro tangencial dos vasos e 10 medidas para frequência dos vasos, frequência dos raios e diâmetro da abertura das pontoações intervasculares. É importante frisar que uma diferença relevante entre a descrição antracológica se refere às pontoações intervasculares, onde a mensuração é feita na abertura e não na parte mais larga da câmara da pontoação, em virtude da homogeneização das paredes celulares durante a carbonização (SCHEEL-YBERT; GONÇALVES, 2017).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO

As descrições de cada espécie são apresentadas a seguir, acompanhadas das respectivas fotografias, além de comentários ecológicos, etnobotânicos e anatômicos. Uma tabela resumo dos dados anatômicos é apresentada no Apêndice IV.

##### **Anacardiaceae - *Anacardium occidentale* L. (Figura 1 A-C)**

**Vernáculo:** caju, cajueiro.

**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Norte; Platô N1, Vegetação de Canga, 6° 24' 41.3"s, 50° 18' 55.98"w, 5.VII.2014, R. S. Santos et al. 230 (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5); dispersos; solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 91 (44-152)  $\mu\text{m}$  (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 5 (3-10) vasos/ $\text{mm}^2$  (46); tiloses presentes (56); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 6,3 (4-8)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares arredondadas a ovais (31). **Parênquima axial:** vasicêntrico (79); aliforme (80); confluyente (83). **Raios:** 1-2-seriados (97); células procumbentes, eretas e quadradas misturadas (109); 13 (10-16) raios/mm (115). **Fibras:** não-septadas (66); pontoações simples a aréolas reduzidas (61). **Corpos silicosos:** presentes em células dos raios (160).

A distribuição da espécie no Brasil estende-se do Sudeste até a região Norte. Na vegetação de canga em Carajás o cajueiro ocorre na forma arbórea e arbustiva, com distribuição rara e aleatória (RAYOL, 2006). No entanto, nas grutas do Grilo (Serra Norte) e Gigante (Serra Sul) Santos (2017) constatou aglomerações desta espécie, algumas com mais de cinco indivíduos, juntamente com outras espécies úteis, como bacaba, mandioca e inajá. Apesar de não haver registro arqueobotânico para o gênero nos sítios estudados, é válido ressaltar que

material carpológico de *Anacardium* sp. foi encontrado em outra região, na Gruta da Pedra Pintada, Monte Alegre, Pará (ROOSEVELT, 2000, 2013).

Os aspectos anatômicos observados foram na sua maior parte coerentes com as informações da literatura, havendo variações quanto ao diâmetro médio dos vasos, o qual foi inferior a 100  $\mu\text{m}$ , como descrito por Détienne; Jacquet (1983) e Scheel-Ybert; Gonçalves (2017). É possível que esta variação esteja relacionada com fatores climáticos e ambientais, já que o espécimen amostrado se encontrava em vegetação de canga. A composição das células dos raios é compatível com as de Détienne; Jacquet (1983) e diverge daquelas feitas por Scheel-Ybert; Gonçalves (2017), as quais observaram células procumbentes e uma fileira marginal de células eretas e/ou quadradas.

### **Chrysobalanaceae - *Licania egleri* Prance (Figura 1 D-I)**

**Vernáculo:** caripé, oiti.

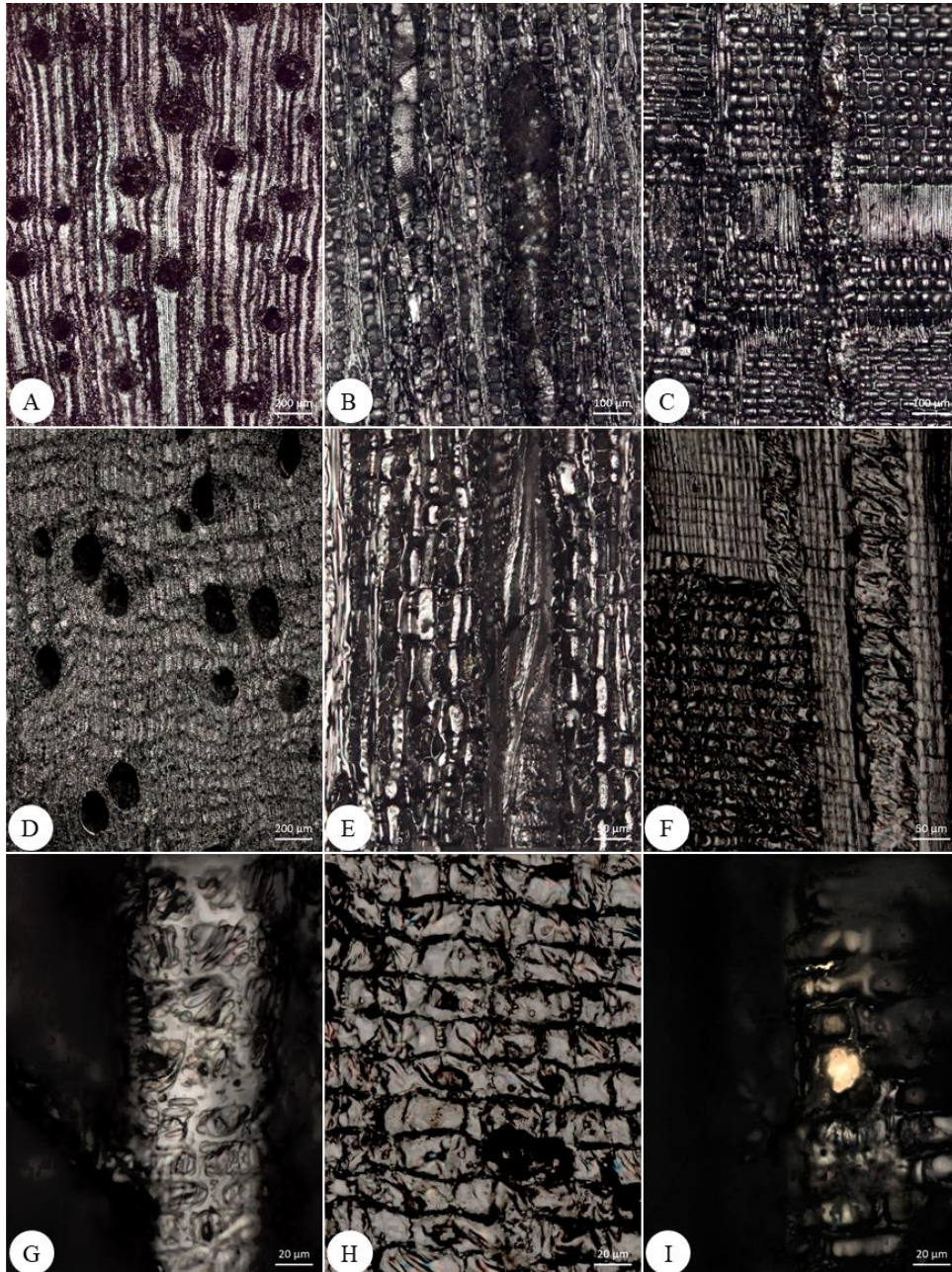
**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Norte; Platô N1, capão florestal, 6° 1' 8.9"s, 50° 16' 58.5"w, 29.XI.2013, R. S. Santos et al. 129 (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** vasos difusos (5) em arranjo diagonal a radial (7); exclusivamente solitários (9); diâmetro tangencial médio 148 (90-200)  $\mu\text{m}$  (42); vasos em duas classes de tamanho distintos (poros difusos) (45); contorno dos vasos solitários circular a oval; 4 (3-5) vasos/ $\text{mm}^2$  (46); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 4,6 (3,8-5,9)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares arredondadas (31) ou alongadas horizontalmente (32); com dois tamanhos ou tipos distintos na mesma célula (33). **Parênquima axial:** em linhas ou bandas estreitas com até 3 células (86). **Raios:** raios 1-2-seriados (97); células procumbentes, eretas e quadradas misturadas (109); 16 (13-20) raios/ $\text{mm}$  (116). **Fibras:** não-septadas (66); pontoações com aréolas distintas (62); em ambas as paredes (radial e tangencial) (63). **Corpos silicosos:** presentes nos raios (160).

A plantas é arbórea e ocorrem no Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, estando presentes em ambas as serras de Carajás, em ilhas de floresta e floresta de vertente. Carvões arqueológicos de Chrysobalanaceae foram encontrados durante as análises antracológicas no sítio Capela (cf. Capítulo 3), mas o diagnóstico dos gêneros não foi possível, devido às similaridades anatômicas intergenéricas, o que já é conhecido na literatura. Ademais, na vegetação associada a sítios ocorrem pelo menos oito espécies dessa família, seis de *Licania* e duas de *Hirtella*. *L. egleri* tem importância etnobotânica documentada em alguns estudos como planta atrativa para caça e uso material (REVILLA, 2002; SHANLEY; ROSA, 2005). Algumas

espécies de *Licania*, são utilizadas como antiplástico na confecção de cerâmicas subandinas e amazônicas (STEWART; METRAUX, 1948; SCHULTES, 1983), o que vem sendo documentado inclusive em cerâmica arqueológica (COSTA et al., 2012; GUAPINDAIA; LOPES, 2012).

Figura 1. A-C. *Anacardium occidentale* L. D-I. *Licania egleri* Prance. A: plano transversal; B: plano tangencial; C: plano radial; D: plano transversal; E: plano tangencial; F: plano radial; G: pontoações radio-vasculares; H: células de raio; I: corpo silicoso em célula de raio.



Na anatomia do lenho, destaca-se o padrão diagonal e/ou radial no arranjo dos vasos, anteriormente constatado em 5 das 12 descrições para o gênero na base de dados do Inside Wood e descritas por diferentes autores (METCALFE; CHALK, 1950; DÉTIENNE; JACQUET, 1983; MILLER; DÉTIENNE, 2001; SONSIN et al., 2014). Essa característica foi melhor observada no presente trabalho quando se considerava o padrão para além do campo de visão do microscópio, sendo útil a utilização de cenas de diferentes áreas para compor uma única imagem do plano transversal. Com relação a esse aspecto em Chrysobalanaceae, Détienné; Jacquet; Mariaux (1983) apontam que o arranjo dos vasos podem ser dispersos, aglomerados ou em linhas oblíquas curtas, sempre isoladas, raras (menos de 10 por mm<sup>2</sup>), na maioria dos casos com dois tamanhos distintos.

### **Euphorbiaceae - *Maprounea guianensis* Aubl. (Figura 2 A-C)**

**Vernáculo:** marmeleiro-do-campo.

**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Norte; Platô N1, capão florestal, 6° 1' 8.9"s, 50° 16' 58.5"w, 05.XII.2013, R. S. Santos et al. 158 (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5); dispersos; solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 82 (50-110) µm (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 18 (15-22) vasos/mm<sup>2</sup> (47); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 3 (2-5) µm; pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares, arredondadas a ovais (31).

**Parênquima axial:** difuso (76); difuso e em agregados (77); em bandas estreitas com até duas células (86). **Raios:** raios exclusivamente unisseriados (96); raros 1-2-seriados (97); formados por células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas/quadradas (108) ou células procumbentes, eretas e quadradas misturadas (109); 20 (16-23) raios/mm (116).

**Fibras:** não-septadas (66); pontoações simples a aréolas reduzidas (61). **Inclusões minerais:** corpos silicosos nos raios e no parênquima axial (160, 161).

*M. guianensis* tem distribuição em parte do Sul até o Norte do Brasil, ocorrendo no Cerrado, Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila (FLORA DO BRASIL, 2017). A ocorrência da espécie em vegetação associada a sítios arqueológicos é documentada por Santos (2017), sendo que apenas um fragmento de carvão foi encontrado nas análises antracológicas para as ocupações mais recentes do sítio Capela. O uso medicinal dessa planta foi relatado entre os Tiriyó, moradores do Sul do Tumucumaque, para combater febre, gripe e dor de cabeça (CAVALCANTE; FRIKEL, 1973), enquanto que o aproveitamento como lenha foi documentado para os Kayapó, indígenas do Sudeste Paraense (ANDERSON; POSEY, 1985).



As características anatômicas, anteriormente descritas por Détienne; Jacquet (1983) e foram consistentes em relação ao espécimen analisado. Um dado complementar desta pesquisa é a presença de sílica em parênquima axial, o que ainda não havia sido descrito para o gênero.

**Fabaceae - *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby (Figura 2 D-F)**

**Vernáculo:** jurema, jurema-preta.

**Material examinado: BRASIL:** PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Sul; Platô S11D, vegetação de canga, 6° 24' 41.3"s, 50° 18' 55.98"w, 13.V.2014, R. S. Santos et al. 192 (MG).

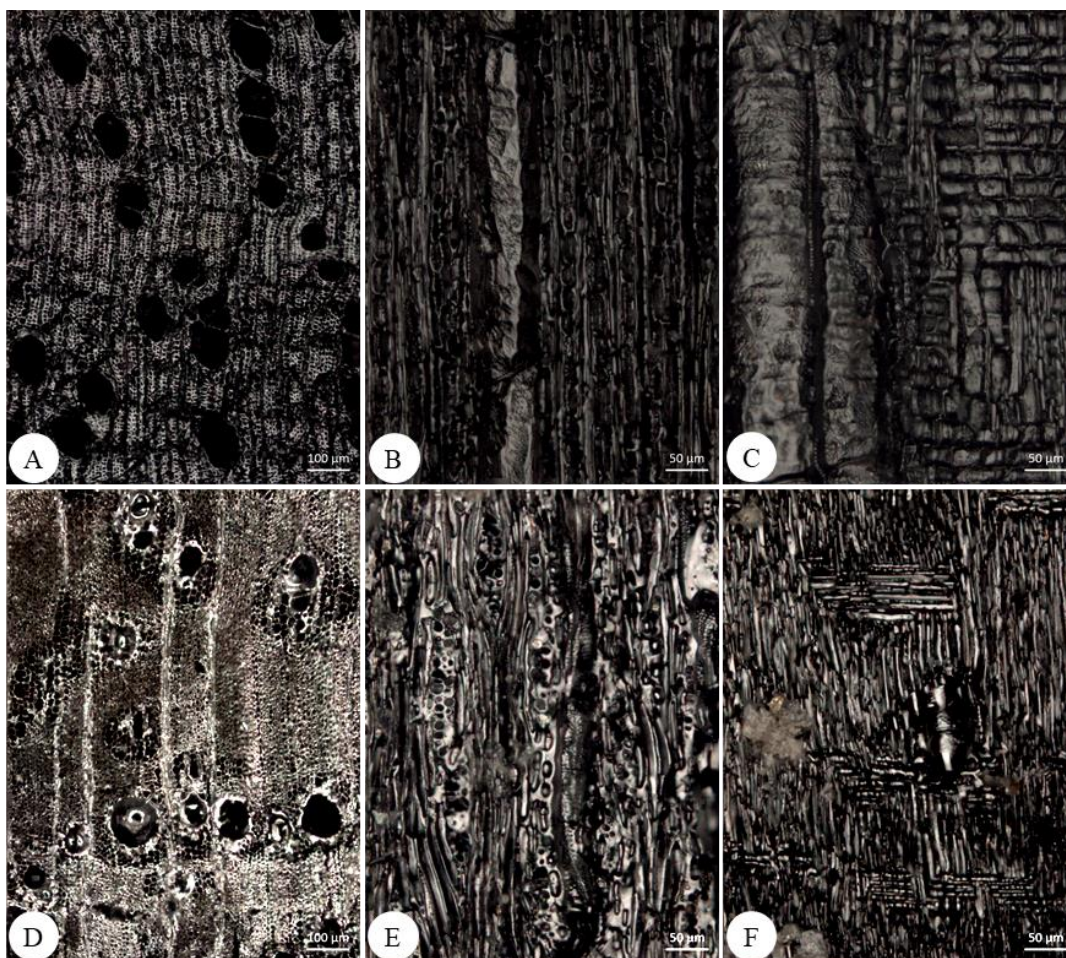
**Camadas de Crescimento:** limites distintos (1) demarcados por faixas de vasos mais frequentes e/ou de maior diâmetro no lenho inicial, parênquima marginal, faixas de parênquima confluyente. **Vasos:** difusos (5), dispersos, solitários e múltiplos; diâmetro tangencial 63 (14-120)  $\mu\text{m}$  (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 6 (4-10) vasos/ $\text{mm}^2$  (47); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); guarnecidas (29); diâmetro da abertura 3,3 (2,5-5)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas) (30). **Parênquima axial:** aliforme (80); losangular (81); confluyente (83). **Raios:** raios 1-3-seriados (97); todas as células procumbentes (104); 7 (3-12) raios/mm (115). **Fibras:** não-septadas (66); pontoações simples a aréolas reduzidas (61). **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** linhas axiais de cristais em elementos septados (142).

*Mimosa acutistipula* var. *ferrea* é endêmica dos estados do Pará, Maranhão e Mato Grosso, caracterizando-se como uma planta marcante na vegetação de canga. A presença de carvões arqueológicos de *Mimosa* L. no sítio Capela foi expressiva, abrangendo inclusive as ocupações mais antigas (cf. Capítulo 3). A relevância desta espécie também acontece na flora moderna, estando entre as plantas mais abundantes na canga. Em regiões do Nordeste brasileiro seu uso é muito difundido, sendo aproveitada como estaca, lenha e carvão (DE PAULA, 1993). Segundo Braga (1960), a casca é sedativa, narcótica e adstringente. Sua notoriedade se deve ainda ao efeito alucinógeno do chá das raízes, utilizado em cerimoniais de populações indígenas nessa região (ALBUQUERQUE 1997, SOUZA et al. 2008).

A anatomia para a espécie foi condizente com as descrições de De Paula (1993), diferindo quanto às camadas de crescimento, caracterizadas por este autor como pouco distintas. Esse caractere é variável em *Mimosa* L., mas já foi analisado para *M. acutistipula* na Caatinga, cujas camadas correspondem a faixas com maior frequência de vasos, formados no período mais chuvoso, quando essa espécie produz uma grande quantidade de vasos para acelerar a absorção de água (TSUCHIYA, 1995).



Figura 2. A-C. *Maprounea guianensis* Aubl. D-F. *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby. A: plano transversal; B: plano tangencial; C: plano radial; D: plano transversal; E: plano tangencial; F: plano radial.



**Humiriaceae - *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (Figura 3 A-D)**

**Vernáculo:** uxi.

**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Sul; Sítio Arqueológico Mangangá, floresta ombrófila, 6°25'01.1" s, 50°16'53.6" w, 01.XII.2015, R. S. Santos et al. [aguardando registro] (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5), dispersos; exclusivamente solitários (9); diâmetro tangencial médio 68 (50-100)  $\mu\text{m}$  (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 11 (7-15) vasos/ $\text{mm}^2$ ; placas de perfuração escalariformes (14), com até 28 barras (15, 16, 17); pontoações intervasculares alternas (22), não guarnecidas; diâmetro da abertura 3 (2-4)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares, arredondadas (31) ou alongadas horizontalmente (32). **Parênquima axial:** difuso (76); difuso e em agregados (77). **Raios:** 1-3 seriados (97); compostos por células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas/quadradas (108); segmentos multisseriados e

unisseriados da mesma largura (100); 13 (12-15) raios/mm. **Fibras:** Fibras não-septadas (66); pontoações com aréolas distintas (62). **Inclusões minerais:** ausentes.

*Endopleura uchi* tem distribuição restrita à região amazônica, onde ocorre principalmente em florestas de terra-firme. Nas florestas de Carajás sua ocorrência é relatada nas serras Norte e Sul, estando presente principalmente na floresta ombrófila (SALOMÃO; ROSA, 1988; NUNES, 2009; NUNES et al., 2015). Sua presença em ilhas de floresta na canga é rara e foi relatada apenas próxima ao sítio Bacaba, na Serra Sul, onde encontra-se associado a inajá (*Attalea maripa*), piquiá (*Caryocar villosum*) e bacaba (*Oenocarpus distichus*), e principalmente a manchas com muitos indivíduos de *Manihot* sp. (SANTOS, 2017). Não há registro arqueobotânico da espécie no sítio Capela (cf. Capítulo 3).

Détienne e Jacquet (1983) e Herrera et al. (2014) realizaram descrições anatômicas anteriores para esta espécie, em que ambos registraram até 10 barras nas placas de perfuração escalariforme. Essa foi a única variação em relação ao presente trabalho, onde foram contadas até 28 barras.

### **Humiriaceae - *Sacoglottis guianensis* Benth. (Figura 3 E-I)**

**Vernáculo:** uxirana.

**Material examinado: BRASIL: PARÁ,** Florestas Nacional de Carajás, Serra Norte; Platô N3; capão de florestal, 6° 24' 41.3"s, 50° 18' 55.98"w, 01.VIII.2014, R. S. Santos et al. [aguardando registro] (MG).

**Camadas de Crescimento:** com limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5); dispersos; exclusivamente solitários) (9); diâmetro tangencial médio 88 (60-120) µm (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 14 (12-16) vasos/mm<sup>2</sup>; placas de perfuração escalariformes (14), com até 20 barras (15, 16); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 2,3 (2-3) µm; pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares, arredondadas (31) ou alongadas horizontalmente (32). **Parênquima axial:** unilateral (84); difuso (76); difuso e em agregados (77). **Raios:** 1-2-seriados (97); composto de células procumbentes com 2 ou mais de 4 camadas marginais de células eretas/quadradas (107, 108); 9 (4-12) raios/mm. **Fibras:** não-septadas (66); pontoações com aréolas distintas (62); presentes nas paredes radial e tangencial (63). **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes.

*Sacoglottis guianensis* ocorre principalmente na Amazônia, podendo ser encontrada em florestas de terra-firme, campinarana e cerrado. A planta é frequente na vegetação próximas aos sítios de Carajás (SANTOS, 2017). O gênero é representado nas amostras arqueobotânicas na

forma de sementes carbonizadas no sítio Bacaba e Capela (cf. Capítulo 3). Roosevelt et al. (1996) também relata a ocorrência de sementes de achiote em vários níveis arqueológicos no sítio Pedra Pintada, em Monte Alegre, Pará. Essa planta tem casca rica em tanino, exsudando uma tintura vermelha que fica preta quando tratada com amônia, técnica importante entre os indígenas da Amazônia para a pintura de objetos, como cuias. Os frutos têm uso alimentício e como medicinal, no combate a tosse. Como é muito procurada por animais, entre os quais mamíferos de grande porte, a planta costuma ser visitada durante caçadas (ANDERSON; POSEY, 1989; BALÉE, 1994; CAVALCANTE, 2010; GRANDTNER; CHEVRETTE, 2014).

Détienne e Jacquet (1983) e Herrera et al. (2014) apresentaram descrições para esta espécie, podendo-se destacar a variação no diâmetro médio dos vasos, que foram inferiores no espécimen analisado no presente trabalho, o que pode estar relacionado com as condições climáticas locais, ao tipo solo da canga e vegetação, a qual apresenta características savânicas.

**Malvaceae - *Theobroma glaucum* H. Karst. (Figura 4 A-C)**

**Vernáculo:** cacauí, cacaarana.

**Material examinado: BRASIL: PARÁ,** Florestas Nacional de Carajás, Serra Sul; Platô S11D; Sítio Arqueológico Mangangá, floresta ombrófila, 6°25'01.1"s, 50°16'53.6"w, 01.XII.2015, R. S. Santos et al. 243 (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5); dispersos; solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 73 (44-103)  $\mu\text{m}$  (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 4 (3-6) vasos/ $\text{mm}^2$ ; placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarneçadas; diâmetro da abertura 3 (1,6-7,7)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas) (30).

**Parênquima axial:** difuso (76); difuso e em agregados (77); escasso (78); vasicêntrico (79).

**Raios:** 3-10 seriados (98), composto por células procumbentes com 2 a mais de 4 camadas marginais de células eretas/quadradas (107, 108); altura 1 a 2 mm (102); apresentando dois tamanhos distintos (uni e multisseriados) (103); 7 (4-9) raios/mm. **Fibras:** não-septadas (66); pontoações simples a aréolas reduzidas (61).

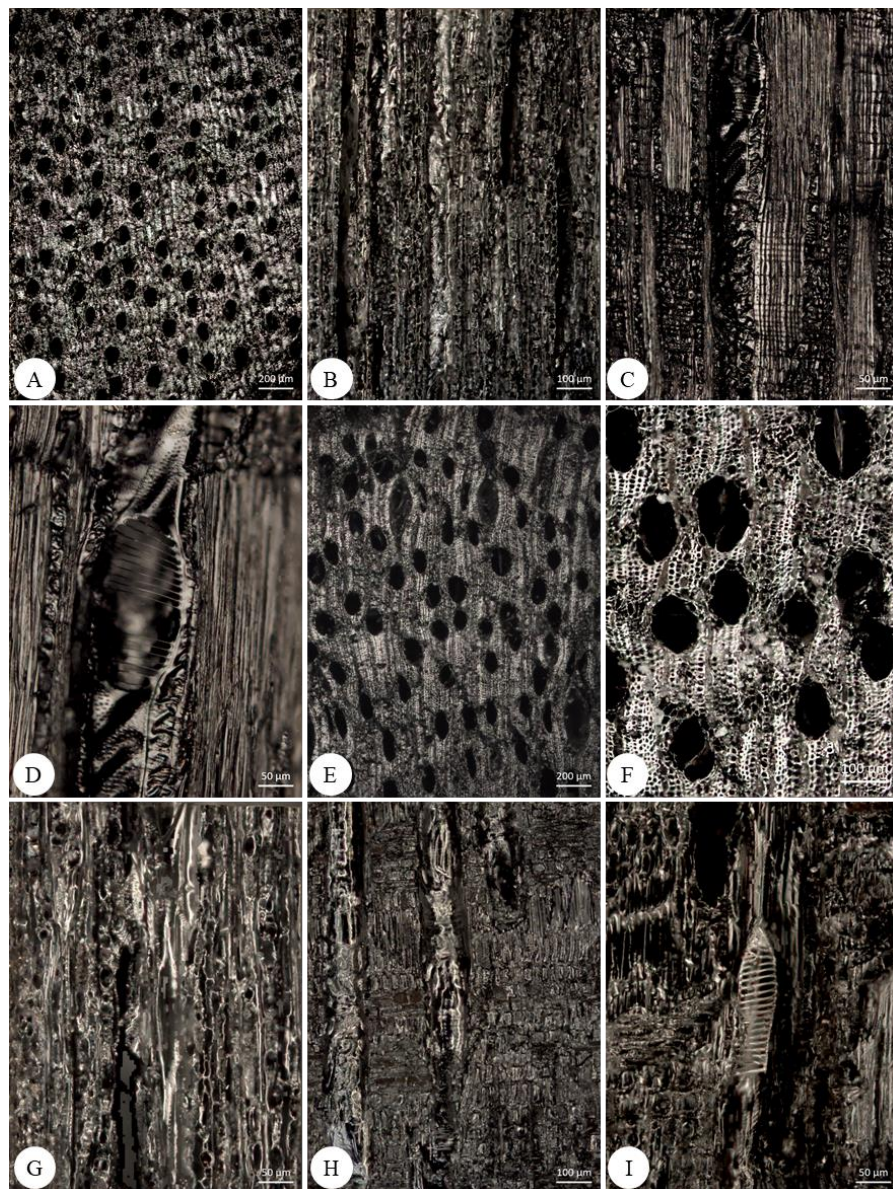
*T. glaucum* ocorre exclusivamente na Amazônia, podendo ser encontrada em floresta de igapó, floresta de várzea e floresta ombrófila de terra-firme. Diversas espécies de *Theobroma* conhecidas como cacauí são indicadoras de vegetação antropogênica em estágios sucessionais bastante avançados de floresta ombrófila. Além disso, sua ocorrência em aglomerações frequentemente é acompanhada de outras espécies úteis como *Bertholletia excelsa* Bonpl., *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec., o que inclusive foi



constatado em Carajás, no sítio Mangangá (SANTOS et al., 2016). Um dos fatores que contribui para isso são as práticas indígenas de cultivo dessas espécies, como observado entre os Mundurucu do Rio Tapajós, assim como entre os Urubu-Kaapor, os quais realizam o plantio das sementes de frutos maduros dessas plantas em suas áreas (BALÉE, 1989).

Não foi localizada uma descrição anterior para essa espécie, sendo importante destacar as contribuições de Metcalfe e Chalk (1950), Détienne e Jacquet (1983) e León (2015) para outras espécies de *Theobroma* L. De maneira geral, todas as características identificadas estão contempladas para o gênero, podendo-se salientar que o diâmetro médio dos vasos foi inferior em relação aos demais congêneres, assemelhando-se apenas com *T. cacao* L.

Figura 3. A-D. *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. E-I. *Sacoglottis guianensis* Benth. A: plano transversal; B: plano tangencial; C: plano radial; D: placa de perfuração escalariforme; E-F: plano transversal; G: plano tangencial; H: plano radial; I: placa de perfuração escalariforme.



**Myrtaceae - *Myrcia atramentifera* Barb.Rodr. (Figura 4 D-F)**

**Vernáculo:** cumatê, cumatê.

**Material examinado: BRASIL:** PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Norte; Platô N3, capão florestal, 6° 24' 41.3"s, 50° 18' 55.98"w, 01.VIII.2014, R. S. Santos et al. [aguardando registro] (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites distintos (1). **Vasos:** difusos (5); em arranjo diagonal a radial (7); exclusivamente solitários (9); diâmetro tangencial médio 109 (70-180)  $\mu\text{m}$  (42); contorno dos vasos solitários circular a oval; 10 (8-12) vasos/ $\text{mm}^2$  (47); placas de perfuração simples (13); pontoações intervaskulares alternas (22); guarnecidas (29); diâmetro da abertura 5,4 (3-10)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares similares às intervaskulares em forma e tamanho (aréolas distintas) (30). **Parênquima axial:** difuso (76); difuso e em agregados (77). **Raios:** 3-5-seriados (98); células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas/quadradas (108); 4 (2-6) raios/ $\text{mm}$  (114). **Fibras:** não-septadas (66); pontoações com aréolas distintas (62). **Inclusões minerais:** ausentes.

*Myrcia atramentifera* pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil, em vegetação como cerrado, floresta estacional e floresta ombrófila. A sua ocorrência em Carajás é documentada em floresta ombrófila, inclusive em ilhas de floresta no topo das serras (SALOMÃO; ROSA, 1988, SANTOS, 2017). No sítio Capela foram encontrados fragmentos de carvão do gênero *Myrcia*, conforme dados antracológicos (cf. Capítulo 3). A utilização da resina de *M. atramentifera* é bastante difundida na Amazônia, onde é utilizada para tingir principalmente cuias pelos povos tradicionais dessa região (CORRÊA, 1984, ANDERSON; POSEY, 1985, 1989, PRANCE, 1986).

As descrições apresentadas são inéditas para a espécie e são coerentes com os dados congêneros. Dentre as diversas descrições para esse gênero, apenas *M. fallax*, *M. minutiflora*, *M. oerstediana* e *M. floribunda* apresentam vasos em padrão diagonal e/ou radial, o que também foi constatado no espécimen descrito (DETIÉNNE; JACQUET, 1982).

**Nyctaginaceae - *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav. (Figura 4 G-I)**

**Vernáculo:** João-mole.

**Material examinado: BRASIL:** PARÁ, Florestas Nacional de Carajás, Serra Sul; Platô S11D, Sítio Arqueológico Mangangá, floresta ombrófila, 6°25'01.1"s, 50°16'53.6"w, 01.XII.2015, R. S. Santos et al. [aguardando registro] (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5); em arranjo diagonal e/ou radial (7); solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio dos vasos 51 (40-66)

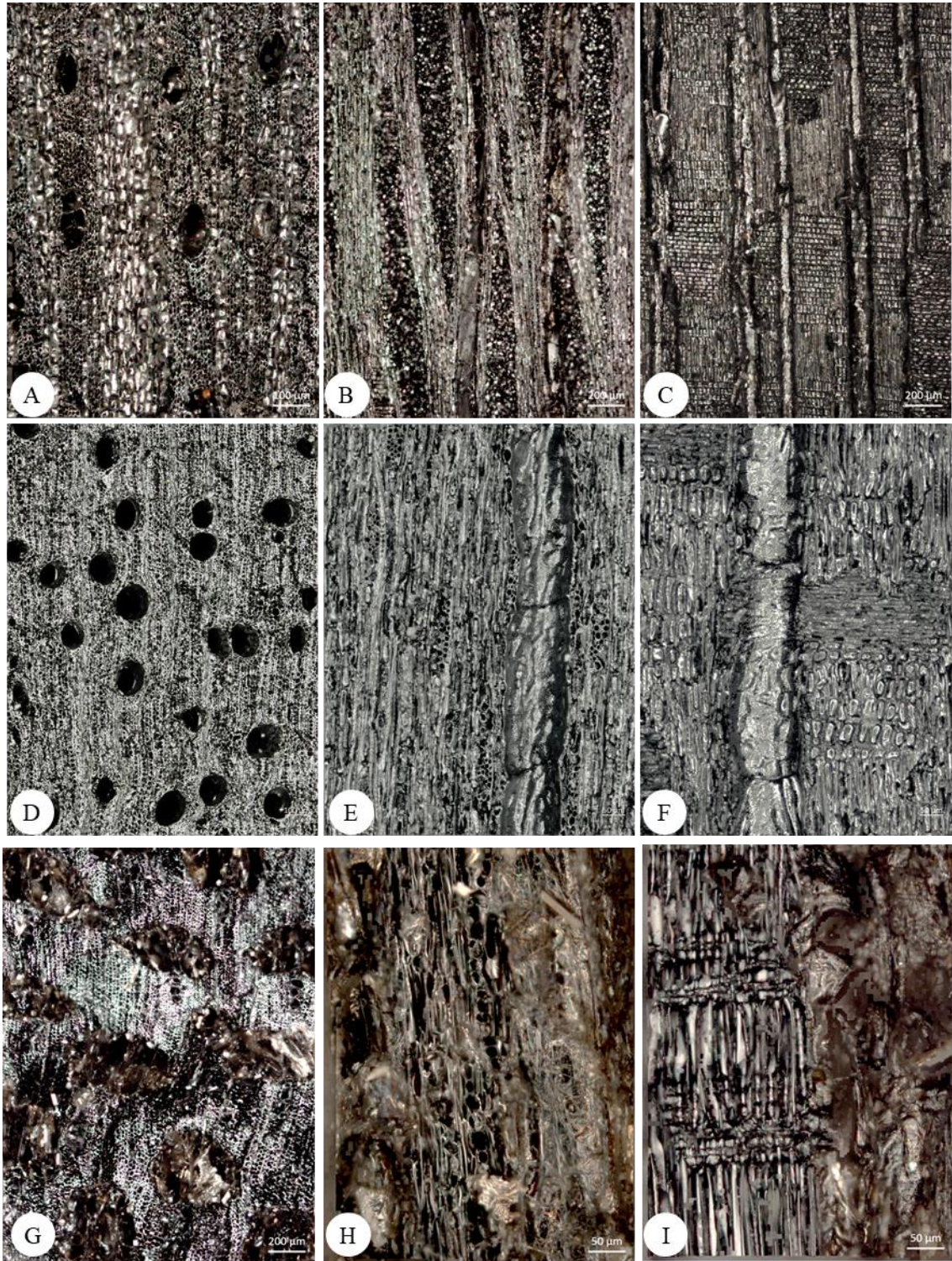
$\mu\text{m}$  (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 4 (2-6) vasos/ $\text{mm}^2$  (46); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 2,6 (2-3)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas) (30). **Parênquima axial**: vasicêntrico (79). **Raios**: raios exclusivamente unisseriados (96); composto por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas/quadradas (106); 2,2 (2-3) raios/ $\text{mm}$  (114). **Fibras**: não-septadas (66); pontoações simples a aréolas reduzidas (61). **Estruturas estratificadas**: fibras estratificadas (121). **Variante cambiais**: floema incluso, difuso (134). **Inclusões minerais**: Estiloides e cristais alongados no floema incluso (151).

*Neea oppositifolia* apresenta hábito arbustivo a arbóreo e ocorre no Norte e parte do Centro-Oeste do Brasil, além de algumas regiões da Amazônia equatoriana e peruana (RIBEIRO, 1999, GIULIETTI; NOGUEIRA, 2017). Na região de Carajás ocorre em ambas serras, sendo observada em ilhas de vegetação associadas à canga. A fragilidade das madeiras de Nyctaginaceae são de conhecimento popular, o que explica sua frequente nomeação como “joão-mole” (RIBEIRO, 1999). *N. oppositifolia* é reconhecida na Amazônia por seu uso como combustível, sendo também uma planta importante nas estratégias de caça, por atrair diversos animais (BALÉE, 1989, 1994). Essa espécie é considerada com indicadora de ambientes perturbados, conforme inventários etnobotânicos realizados em terras indígenas da Amazônia, sendo que na região dos Assurini foi reconhecida entre as dez espécies mais importantes ecologicamente em áreas antropogênicas (BALÉE, 1989).

A descrição obtida para esta espécie não diverge daquelas encontradas para o gênero na literatura (DÉTIENNE; JACQUET, 1983). Uma dificuldade encontrada na descrição desta espécie foi a contagem dos raios, uma vez que foi necessária a obtenção de planos tangenciais com menor influência do floema incluso.



Figura 4. A-C. *Theobroma glaucum* H. Karst. D-F. *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr. G-I. *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav.. A, D, G: plano transversal; B, E, H: plano tangencial; C, F, I: plano radial.



**Lauraceae - *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez (Figura 5 A-F)**

**Vernáculo:** itaúba, itaúba-verdadeira.

**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Floresta Nacional de Carajás, Serra Sul; Platô S11D, capão florestal, 6° 24' 41.3"s, 50° 18' 55.98"w, 17.V.2014, R. S. Santos et al. 222 (MG).

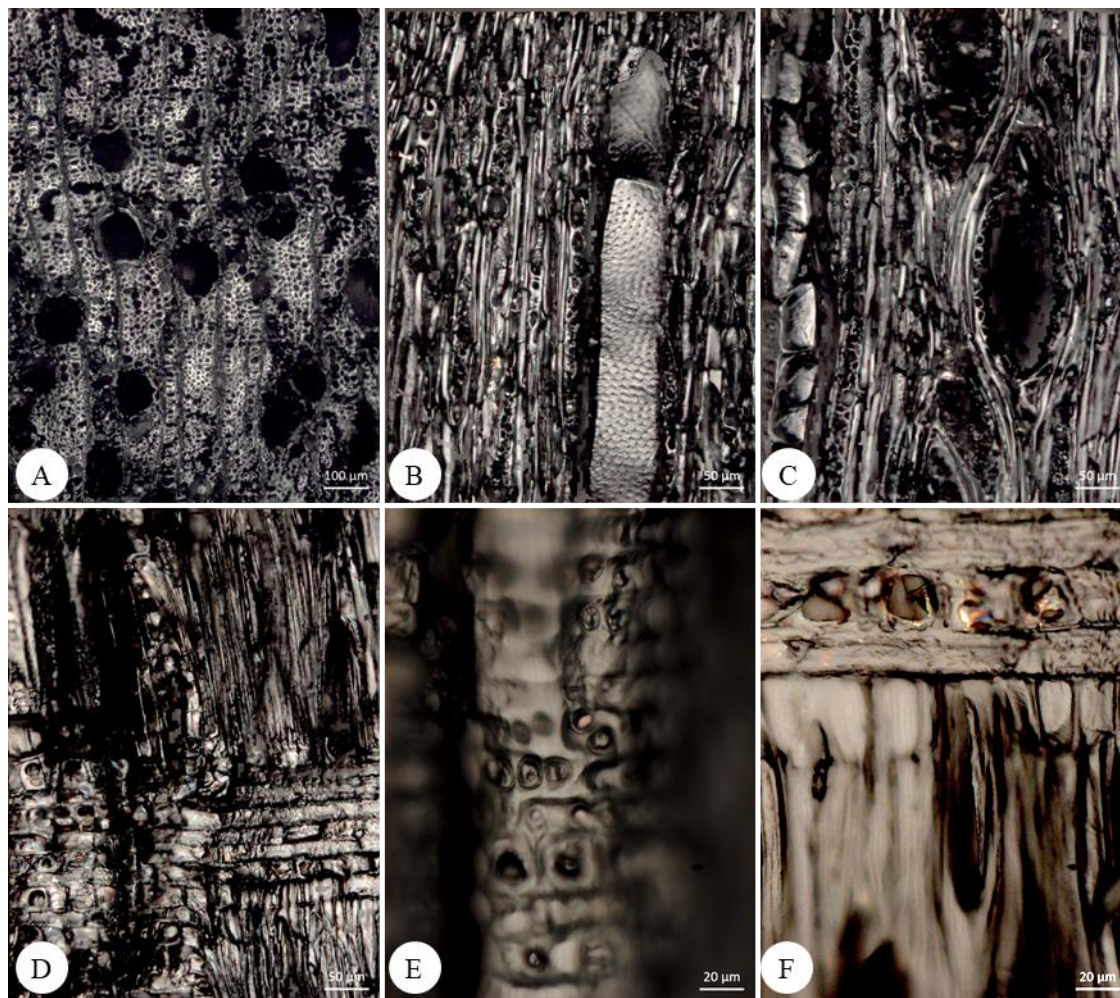
**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5), dispersos, solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 102 (70-150) µm (42); contorno dos vasos solitários circular a oval; 14 (8-19) vasos/mm<sup>2</sup> (47); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 6 (5-8) µm; pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares, arredondadas (31). **Parênquima axial:** escasso (78); vasicêntrico (79); aliforme (80); confluyente (83). **Raios:** raios 1-2-seriados (97); compostos por células procumbentes com uma ou 2-4 camadas marginais de células eretas/quadradas (106, 107); 10 (7-14) raios/mm (115). **Fibras:** septadas e não-septadas (65, 66); pontoações simples a aréolas reduzidas (61). **Elementos secretores:** células oleíferas associadas aos raios (124). **Inclusões minerais:** ausentes.

*Mezilaurus itauba* possui distribuição sobretudo na Amazônia em ambientes de floresta ciliar, floresta de terra-firme e floresta de várzea. A presença dessa espécie nas ilhas de floresta em Carajás foi comum nos levantamentos de Santos (2017). A ocorrência de Lauraceae é confirmada em contexto arqueobotânico, conforme antracologia no sítio Capela (cf. Capítulo 3). As plantas de itaúba tem importante uso madeireiro, sobre a qual pode-se ressaltar a construção de objetos e estrutura de residências, confecção de cabos para ferramentas e na produção de canoas e barcos (LOWIE, 1948; PRANCE, 1986; PRANCE et al., 1987).

Esta espécie apresentou várias descrições anteriores como as de Kribs (1968), Richter (1981), Détienne e Jacquet (1983), Nardi Berti e Edlmann Abbate (1992), Richter e Dallwitz (2000) e Muñoz et. al. (2012). Não foram observadas variações em relação ao espécime descrito neste trabalho, o que demonstra um padrão consistente na anatomia desta espécie.



Figura 5. A-F. *Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez. A: plano transversal; B-C: plano tangencial; D: plano radial; E: pontoações raio-vasculares; -F: células oleíferas associadas aos raios.



**Simaroubaceae - *Simarouba amara* Aubl. (Figura 6 A-F)**

**Vernáculo:** marupá.

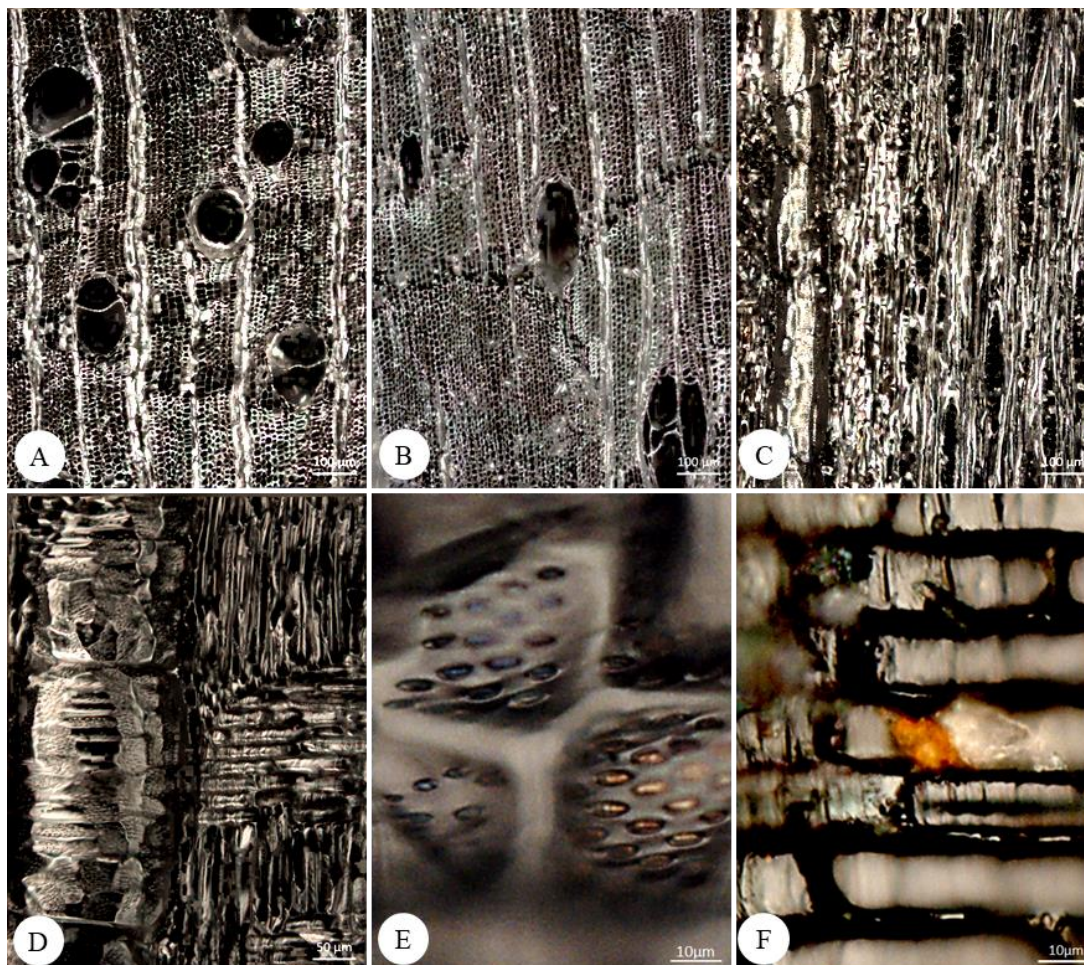
**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Floresta Nacional de Carajás, Serra Sul; Platô S11D, capão florestal, 6° 24' 41.3"s, 50° 18' 55.98"w, 22.VI.2013, R. S. Santos et al. 17 (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5), dispersos, solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 92 (50-140) µm (41); contorno dos vasos solitários circular a oval; 8 (5-10) vasos/mm<sup>2</sup> (47); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); não guarnecidas; diâmetro da abertura 4 (2-7) µm; pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas) (30). **Parênquima axial:** aliforme (80); linear (82); confluyente (83). **Estrutura estratificada:** todos os raios estratificados (118); parênquima axial estratificado (120); elementos de vaso estratificados (120). **Raios:** raios 1-3-seriados (97); compostos por células procumbentes (104); 9 (7-12) raios/mm (115). **Fibras:** não-septadas (66); pontoações simples a aréolas reduzidas



(61). **Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em células procumbentes de raio (138).

Figura 6. A-F. *Simarouba amara* Aubl. A-B: plano transversal; C: plano tangencial; D: plano radial; E: pontoações intervasculares; F: cristais prismáticos.



A distribuição de *Simarouba amara* no Brasil abrange as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, onde se apresenta em floresta ciliar, floresta de terra-firme, floresta estacional perenifólia, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila e restinga. Em Carajás pode ser encontrada em ilhas de floresta, vegetação de canga, áreas inundadas com palmeiras e floresta ombrófila (SANTOS, 2017). O gênero não apresentou registro arqueobotânico em Carajás (cf. Capítulo 3). A espécie em questão tem sido utilizada como combustível, apresenta propriedade hemostática tônica, serve para tratar malária, febres e disenteria, além de ser uma planta tóxica utilizada como repelente (LE COINTE, 1947; ANDERSON; POSEY, 1985; AMOROZO; GÉLY, 1988).

A anatomia do lenho de *S. amara* já foi descrita por Manieri (1958), Detienne e Jacquet. (1983), Fedalto, Mendes e Coradin (1989), Miller e Détienne. (2001)., Muñoz et al. (2012). A

presença de cristais em células procumbentes de raio é um dado novo observado no espécimen analisado.

**Violaceae - *Rinorea riana* Kuntze (Figura 7 A-E)**

**Vernáculo:** canela-de-velho.

**Material examinado: BRASIL:** PARÁ, Floresta Nacional de Carajás, Serra Sul, Platô S11D, Sítio Arqueológico Mangangá, floresta ombrófila, 6°25'01.1"s, 50°16'53.6"w, 01.XII.2015, R. S. Santos et al. [aguardando registro] (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5), dispersos, solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 46 (30-65)  $\mu\text{m}$  (40); contorno dos vasos solitários angular (12); 12 (5-32) vasos/ $\text{mm}^2$  (47); placas de perfuração simples (13) e escalariformes (14) com até 10 barras (15); pontoações intervasculares alternas (22); não guarneçadas; diâmetro da abertura 2,8 (2-4)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares, arredondadas ou alongadas horizontalmente (31, 32). **Parênquima axial:** Parênquima axial ausente ou muito raro (75). **Raios:** raios 3-10 seriados (98); todas as células eretas e/ou quadradas (105); altura 1-2 mm (102); 4 (2-5) raios/mm (114). **Fibras:** septadas (65); pontoações com aréolas distintas (62). **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos presentes (136), em células de raio eretas ou quadradas (137).

*Rinorea riana* ocorre em regiões do Norte do Brasil, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Caribe. O hábito da espécie varia de arbustivo a arbóreo e no Brasil, como observado em Carajás, onde pode ser encontrada em floresta ombrófila de terra-firme. A espécie não foi encontrada entre os vestígios arqueobotânicos de Carajás (LIMA, 2018). Os Ka'apor utilizam essa planta na produção de lenha e carvão e para a produção de artefatos longilíneos que exigem resistência como flechas e espetos (BALÉE, 1994).

A anatomia do lenho de *R. riana* ainda não havia sido realizada até então. As informações do espécimen analisado obedecem aos padrões encontrados para o gênero. Um aspecto interessante está relacionado à ocorrência de placas de perfuração simples, a qual, assim como no espécimen analisado, também foi observado em *R. greveana* Baill., *R. pugionifera* (Oudem.) H. Perriere *R. elliptica* (Oliv.) Kuntze (NORMAND; PAQUIS, 1976).

**Vochysiaceae - *Callisthene microphylla* Warm. (Figura 7 F-I)**

**Vernáculo:** vassourinha.

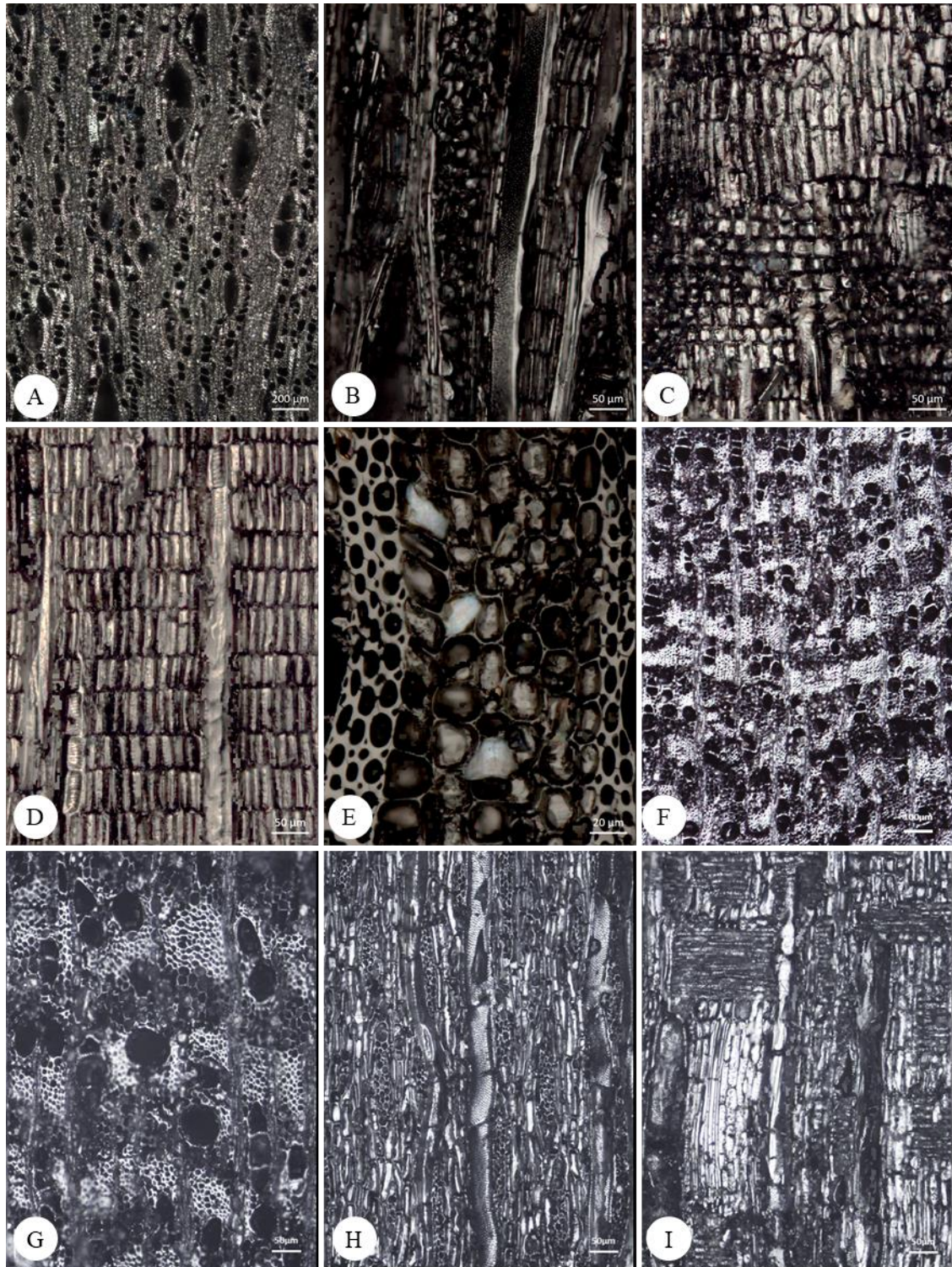
**Material examinado:** BRASIL: PARÁ, Floresta Nacional de Carajás, Serra Norte; Platô N1; vegetação de canga, 6° 1' 8.9"s, 50° 16' 58.5"w, 07.XII.2013, R. S. Santos et al. 166 (MG).

**Camadas de Crescimento:** limites ausentes ou indistintos (2). **Vasos:** difusos (5), dispersos, solitários e múltiplos; diâmetro tangencial médio 43 (20-90)  $\mu\text{m}$  (40); contorno dos vasos solitários circular a oval; 83 (51-112) vasos/ $\text{mm}^2$  (49); placas de perfuração simples (13); pontoações intervasculares alternas (22); guarnecidas (29); diâmetro da abertura 2,2 (2-3)  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas) (30). **Parênquima axial:** confluyente tendendo a formar faixas (83); bandas estreitas (até 3 células) (86); bandas espessas (85); 2 a 4 células por série (91, 92). **Raios:** raios 1-3 a 3-5-seriados (97, 98); compostos por células procumbentes com uma ou 2-4 camadas marginais de células eretas/quadradas (106, 107); 7,6 (6-11) raios/ $\text{mm}$  (115). **Fibras:** septadas e não-septadas (65, 66); pontoações simples com aréolas reduzidas (61). **Inclusões minerais:** corpos silicosos observados em células de raios (160).

*Callisthene microphylla* tem hábito arbustivo a arbóreo, com ocorrência principalmente no Nordeste e Centro-Oeste, abrangendo alguns estados do Sudeste e no Pará. Esta é uma espécie endêmica do Brasil restrita a ambientes do Cerrado e da Caatinga, em vegetação arbustivo-arbórea, semidecidual, com elementos da caatinga, cerrado ou floresta. Em Carajás ocorre na vegetação de canga, onde vem a ser uma das espécies mais expressivas, desenvolvendo-se dispersa na canga, em ilhas de vegetação ou mesmo em pequenos aglomerados dominados por seus indivíduos (floresta de *Callisthene*). Os dados antracológicos do sítio Capela confirmam Vochysiaceae relacionados a *Callisthene* ou *Qualea*, taxa não diferenciáveis pela anatomia do lenho (cf. Capítulo 3). A espécie não apresentou registro de uso etnobotânico na literatura consultada. No entanto, pela sua expressividade nos dados antracológicos sugere-se que a mesma tenha sido estratégica para uso combustível no passado (cf. Capítulo 3). A falta de dados etnobotânicos todavia pode estar relacionada ao endemismo da espécie, frequentemente encontrada em savanas de altitude, onde há uma escassez de estudos dessa natureza, além da rara ocorrência de assentamentos humanos em regiões onde esta planta ocorre atualmente, como é caso de Carajás. É válido ressaltar a sua presença em outras serras com registros arqueológicos bastante antigos, como a Serra das Confusões e Serra da Capivara, no Piauí, Nordeste do Brasil (SPECIESLINK, 2018).



Figura 7. A-E. *Rinorea riana* Kuntze F-I. *Callisthene microphylla* Warm. A: plano transversal; B: plano tangencial; C-D: plano radial; E: cristais prismáticos; F-G: plano transversal; H: plano tangencial; I: plano radial.



A caracterização do parênquima axial para *Callisthene* Mart. apresenta algumas variações entre as descrições realizadas até então, mas todas incluem a presença de faixas ou bandas (QUIRK, 1980; DÉTIENNE; JACQUET, 1983; SIEGLOCH; SANTOS; MARCHIORI, 2011). Enquanto que Quirk (1980) descreve o parênquima como “paratraqueal escasso ou em anéis vasicêntrico incompletos; apotraqueal em bandas de 2 a 5 células de largura, passando os vasos no lado adaxial”, Sieglösch; Santos; Marchiori (2011) documentam “paratraqueal escasso e em largas faixas, com 3-7 (5) células de largura”. Détienne; Jacquet (1983), por sua vez, apontam bandas estreitas com até 3 células, reticulado, escalariforme e em linhas ou bandas marginais. Para *Callisthene microphylla*, notam-se bandas paratraqueais contínuas a descontínuas, frequentemente onduladas. Parênquima aliforme confluyente também pode ser observado. Apesar do parênquima em bandas ser muito frequentemente apotraqueal entre as espécies de modo geral, é importante ressaltar que é possível a ocorrência de bandas paratraqueais, podendo ambas ocorrerem simultaneamente (IAWA COMMITTEE, 1989). Inclusões minerais são comuns, podendo ocorrer tanto cristais como sílica em células de raio e no parênquima axial (QUIRK, 1980; DÉTIENNE; JACQUET, 1983; SIEGLOCH; SANTOS; MARCHIORI, 2011).

### 3.2 CONTRIBUIÇÃO PARA A ANTRACOLOGIA EM CARAJÁS

A identificação de carvões arqueológicos é possível por meio da comparação com descrições e fotografias de obras de referência, mas é grandemente favorecida quando realizada por comparação com outras amostras de referência carbonizadas, principalmente em regiões onde existem poucos dados sobre a anatomia das espécies (SCHEEL-YBERT; SOLARI, 2005). Nos últimos anos, os estudos arqueológicos têm avançado na região de Carajás e um dos vestígios botânicos mais abundantes nos sítios locais são os carvões vegetais, havendo indícios claros do uso do fogo desde as ocupações mais antigas (cf. Capítulo 3). Neste sentido, a coleção de referência de carvões de madeira da flora de Carajás vem sendo essencial devido ao grande potencial de sua aplicação à arqueobotânica, a qual vem auxiliando na coleta e interpretação de dados históricos sobre a interação humana com a vegetação dessa região.

A presente pesquisa foi relevante por representar um esforço para a descrição de madeiras da Amazônia, especialmente em ambientes com elevado endemismo, como é o caso de Carajás. Apesar de apresentarem-se espécies já descritas por anatomistas, foram realizadas descrições inéditas para *Callisthene microphylla* Warm., *Licania egléri* Prance, *Mimosa acutistipula* var. *ferrea*, *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr., *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav., *Rinorea riana* Kuntze e *Theobroma glaucum* H. Karst. Estas descrições são relevantes não

apenas para os estudos antracológicos aplicados às pesquisas de Carajás, mas enriquecem as informações anatômicas do lenho, contribuindo para disciplinas como botânica, anatomia da madeira, ecologia e dendrologia.

Dentre as espécies descritas, quatro puderam ser relacionadas a *taxa* identificados nos estudos antracológicos do sítio Capela em nível genérico e dois em nível de família. *M. acutistipula* var. *ferrea* e *C. microphylla* foram as espécies com maior número de morfotipos correspondentes no sítio Capela (cf. Capítulo 3), sendo que ambos ocorrem de maneira expressiva na vegetação moderna de Carajás (RAYOL, 2006, SANTOS, 2017). A obtenção dos dados destas espécies será seguramente importante para a coleção de referência, por estarem inseridas em uma região que contém um dos maiores complexos de sítios arqueológicos da Amazônia, o que certamente irá contribuir para as interpretações sobre a economia do combustível de populações antigas, não somente para esta região, mas para a Amazônia como um todo.

A anatomia da madeira, além das aplicações já reconhecidas, como taxonômica, tecnológica e fiscalização ambiental, abrangem ainda as pesquisas arqueológicas por meio da aplicação de técnicas antracológicas. Isso porque os carvões têm grande relevância para os estudos arqueobotânicos, especialmente na Amazônia, onde podem ser considerados como ecofatos estratégicos, uma vez que os vestígios orgânicos, quando não carbonizados, raramente são preservados devido a sua vulnerabilidade à decomposição, cujo processo é mais acentuado em regiões tropicais. Desta maneira, a antracologia aplicada à arqueobotânica favorece a coleta de dados florísticos da comunidade de plantas lenhosas coletadas por populações antigas da Amazônia, auxiliando na reconstituição dos seus estilos de vida e sobre a paisagem no passado em diferentes locais deste bioma (THÉRY-PARISOT; CHABAL; CHRZAVZEZ, 2010; SCHEEL-YBERT, 2016).

Como demonstrado neste trabalho, a produção de amostras de carvão da flora moderna permite a comparação direta entre carvões modernos e arqueológicos, auxiliando na determinação taxonômica. Por outro lado, sabe-se que isso nem sempre é possível, uma vez que a vegetação no entorno dessas áreas nem sempre se encontram preservadas. Uma saída neste sentido seria a busca por amostras de madeiras da flora regional em xilotecas para a incorporação em coleções antracológicas.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a pertinência da aplicação da antracologia aos estudos arqueológicos em Carajás. Além disso, contribuiu para a anatomia do lenho de espécies inseridas num contexto fitogeográfico florestal e não florestal na Amazônia, apresentando descrições inéditas para *Callisthene microphylla* Warm., *Licania egleri* Prance, *Myrcia atramentifera* Barb. Rodr., *Neea oppositifolia* Ruiz & Pav., *Rinorea riana* Kuntze e *Theobroma glaucum* H. Karst. e para a uma variedade de *Mimosa acutistipula*. Além disso, tratam-se dos dados complementares relevantes para a coleção de carvões de referência de madeiras da Amazônia.

#### REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L. et al. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Paris, v.312, n. 2, p. 673-78, 1991.
- ALBUQUERQUE, A. R. **Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na identificação de 76 espécies da floresta Amazônica, no estado do Pará, Brasil**. 2012, 250 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2012.
- ALBUQUERQUE, U. P. **Folhas sagradas: as plantas litúrgicas e medicinais nos cultos afro-brasileiros**. Recife: Universitária da UFPE, 1997.
- AMOROZO, M. C. M.; GÉLY, A. L. Uso de plantas medicinais por caboclos do baixo Amazonas, Barcarena, PA, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém-PA, v.4, p. 47-131, 1988.
- ANDERSON, A. B.; POSEY, D. A. Management of a tropical scrub savanna by the Gorotire Kayapó of Brazil. In: POSEY, D. A.; BALÉE, W. (Org.). **Resource management in Amazonia: indigenous and folk strategies**, Advances in Economic Botany: New York Botanical Garden, New York, USA, 1989, p. 159-173.
- ANDERSON, A. B.; POSEY, D. A. Manejo de cerrado pelos índios Kayapó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém-PA, v.2, p. 77-98, 1985.
- ÁVILA, A.; GIONGO, C.; SCHEEL-YBERT, R. Anatomia do Lenho Carbonizado de 10 Espécies Nativas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul–Subsídio a Pesquisas Arqueobotânicas e Paleoecológicas. **Cadernos do LEPAARQ (UFPEL)**, Pelotas-RS, v.14, n. 27, p. 480-511, 2017.
- BALÉE, W. **Footprints of the forest: Ka'apor ethobotany – the historical ecology of plan utilization by an Amazonian people**. New York: Columbia University Press, 1994.
- BALÉE, W. The culture of Amazonian forests. In: POSEY, D. A.; BALÉE, W. (Eds). **Resource management in Amazonia: indigenous and folk strategies**, Advances in Economic Botany. New York: New York Botanical Garden, 1989, p. 1-21.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste: especialmente do Ceará**, 2 ed., Fortaleza: Editora Imprensa Oficial, 1960.



- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis na Amazônia**, 7 ed. Belém: Cnpq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010.
- CAVALCANTE, P. B.; FRIKEL, P. A **Farmacopéia Tiriyó: estudo étno-botânico**, n. 24, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 143p., 1973.
- CHABAL, L. **Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): l'anthracologie, méthode et paléoécologie**. Paris: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1997.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**, 6 ed., Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984.
- COSTA, B. L. S. et al. Urnas Funerárias no Lago Amanã, Médio Solimões, Amazonas: Contextos, gestos e processos de conservação. **Amazônica. Revista de Antropologia**, Belém-PA, v.4, p. 60–91, 2012.
- DE PAULA, J. E. **Madeiras da caatinga úteis para produção de energia**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.28, n. 2, p. 153-165, 1993.
- DÉTIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'amazone et des regions voisines**. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent s/Marne. 1983.
- DÉTIENNE, P.; JACQUET, P.; MARIAUX, A. **Manuel d'identification des bois tropicaux: Tome 3: Guyane française**. Nogent-sur-Marne: Editions Quae, 1982.
- EVERT, R. F. **Anatomia das plantas de Esau: meristemas, célula e tecidos do corpo da planta: sua estrutura e função e desenvolvimento**. São Paulo: Blucher, 2013.
- FLORA DO BRASIL. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2017 Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acessado em: 16 dez. 2017.
- FONSECA, C. N.; LISBOA, P. L. B.; URBINATI, C. v.A Xiloteca (Coleção Walter A. Egler) do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências Naturais**, Belém-PA, v.1, n. 1, p. 65-140, 2005.
- GIULIETTI, A. M.; NOGUEIRA, M. G. C. Flora of the cangas of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Nyctaginaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro-RJ, v.68, n. 3, p. 1045-1051, 2017.
- GONCALVES, T. A. P. et al. A contribution to the identification of charcoal origin in Brazil II - Macroscopic characterization of Cerrado species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro-RJ, v.88, n. 2, p. 1045-1054, 2016.
- GONÇALVES, T. A.; SCHEEL-YBERT, R. Charcoal anatomy of Brazilian species. I. Anacardiaceae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro-RJ, v.88, n. 3, p. 1711-1725, 2016.
- GRANDTNER, M. M.; CHEVRETTE, J. **Dictionary of Trees, Volume 2: South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology**. Quebec: Academic Press, 2013.
- GUAPINDAIA, V; LOPES, D. Estudos arqueológicos na região de Porto Trombetas, PA. **Revista Arqueologia**, Belo Horizonte-MG, v.24, p. 50–73, 2012.
- HERMANOWSKI, B.; COSTA, M. L.; BEHLING, H. Environmental changes in southeastern Amazonia during the last 25,000 year revealed from a paleoecological record. **Quaternary Research**, San Diego-CA, v.77, p. 138–148, 2012.
- HERRERA, F. et al. Phytogeographic history of the Humiriaceae (Part 2). **International Journal of Plant Sciences**, Chicago-IL, v.175, n. 7, p. 828-840, 2014.

- IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. In: WHEELER, E.A.; BAAS, P. & GASSON, P.E. (eds.). **IAWA Bulletin**, Leiden, v.10, n. 3, p. 219-3323, 1989.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. Brasília: IBAMA, 2003.
- KRIBBS, D.A. **Commercial foreign woods on the American market**. New York: Dover Publications, 1968.
- LE COINTE, P. **Amazônia brasileira. III. Árvores e plantas úteis (indígenas e aclimatadas)**, São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1947.
- LEÓN, W. Anatomía xilemática de tronco y ramas de *Theobroma cacao* l. (Malvaceae: Byttnerioideae). **Ernstia**, Maracay, v.25, n. 1, p. 1-17, 2015.
- LOWIE, R. The tropical forests: an introduction. In: STEWARD, J. H. **Handbook of south american indians**. Dearborn: University of Michigan-Dearborn, 1948, p. 1-56.
- MAGALHÃES, M. P. et al. A Cultura Neotropical e a Amazônia Antropogênica. In: MAGALHÃES, M.P. (Org.). **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016. p. 311-338.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950.
- MILLER, R.B.; DÉTIENNE, P. **Major timber trees of Guyana. Wood anatomy**. Wageningen: Tropenbos International, 2001.
- MUÑIZ, G.I.B.; NISGOSKI, S.; SCHARDOSIN, F.Z.; FRANÇA, R.F. Anatomia do carvão de especies florestais. **Cerne**, Lavras, 18 (3): 471-477. 2012.
- NARDI BERTI, R; EDLMANN ABBATE, M.L. **Legnami tropicali importati in Italia: anatomia e identificazione. Vol. II. America Latina**. Florença: CNR, 1992.
- NORMAND, D.; PAQUIS, J. **Manuel d'identification des bois commerciaux. Tome 2. Afrique guineo-congolaise**. Nogent-sur-Marne: Centre Technique Forestier Tropical, 1976.
- NUNES, J. A. et al. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**. v.3, p. 1-12, 2015.
- NUNES, J. A. **Florística, Estrutura e Relações Solo-Vegetação em Gradiente Fitofisionômico Sobre Canga, na Serra Sul, Flona de Carajás – Pará**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- PEREIRA, J. A. As relacoes da estrutura anatomica do lenho com as propriedades físicas e mecânicas e os usos das madeiras. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro-RJ, n. 11, p. 337-41, 1937.
- PRANCE, G. T. et al. Quantitative ethnobotany and the case for conservation in Amazonia. **Conservation Biology** v.1, p. 296–310, 1987.
- PRANCE, G. T. **Manual de botânica econômica do Maranhão**, São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 254p. 1986.
- QUIRK, J. T. Wood anatomy of the Vochysiaceae. IAWA bulletin, v.1, n. 4, p. 172-179, 1980.
- RAYOL, B.P. **Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: subsídios à conservação**. 2006, 87 f.

Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.

REVILLA, R. **Plantas úteis da Bacia Amazônica**, Manaus: SEBRAE-AM/INPA, 2002.

RIBEIRO, J. E. L. da S. **Flora da Reserva Ducke: Nyctaginaceae**. In: \_\_\_\_\_. Flora da Reserva Ducke. Manaus: DFID, 1999, p. 220-221.

RIBEIRO, R. et. al. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.29, n. 2, p. 207-222, 1999.

RICHTER, H. G.; DALLWITZ, M. J. **Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. 25 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.deltaintkey.com/wood/>>. Acesso em: 6 jan. 2018.

RICHTER, H.G. **Anatomie des sekundären Xylems der Rinde der Lauraceae. Sonderbände des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg**, 5. Hamburg: Verlag Paul Parey, 1981.

ROOSEVELT, A. C. The Amazon and the Anthropocene: 13,000 years of human influence in a tropical rainforest. **Anthropocene**. v.4, p. 69–87, 2013.

ROOSEVELT, A. C. The lower Amazon: a dynamic human habitat. In: Lentz D. (Ed), **Imperfect balance: Landscape transformations in the Precolumbian Americas**. Nova York: Columbia University, p. 455-491. 2000.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A. Análise da vegetação de floresta pluvial tropical de terra firme, pelo método dos quadrantes: Serra Norte, Carajás, PA. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre-RS, v.2, n. 1, p. 27- 42, 1988.

SANTOS, R. S. **Efeitos da ação humana na composição florística em sítios arqueológicos na Região de Carajás, Pará, Brasil**. 2017, 150f. Tese (doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia), Universidade Federal do Amazonas Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Manaus, 2017.

SCHEEL-YBERT, R. Anthracology (Charcoal Analysis). **Encyclopedia of Global Archaeology**, no prelo.

SCHEEL-YBERT, R. Charcoal collections of the world. **IAWA Journal**, Leiden, v.37, n. 3, p. 489-505, 2016.

SCHEEL-YBERT, R., SOLARI, M.E. Análise dos macrorrestos vegetais do setor oeste: antracologia e carpologia. In: VILHENA-VIALOU, A. (Ed.). **Pré-história do Mato Grosso, vol. 1. Santa Elina**. São Paulo: EDUSP, 2005, p. 139-147.

SCHEEL-YBERT, R.; GONÇALVES, T. **Primeiro atlas antracológico de espécies brasileiras**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

SCHULTES, R. E. De plantas toxicariis e mundo novo tropicale commentationes XXXII. Notes, primarily of field tests and native nomenclature, on biodynamic plants of the Northwest Amazon. **Botanical Museum Leaflets**, Harvard University, v.29, p. 251-272, 1983.

SHANLEY, P.; ROSA, N. A. Conhecimento em erosão: um inventário etnobotânico na fronteira de exploração da Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém-PA, v.1, p. 147-171, 2005.

SIEGLOCH, A. M.; DOS SANTOS, S. R.; MARCHIORI, J. N. C. Estudo anatômico do lenho de *Callisthene inundata* Bueno, Nilson & Magalhães. **Balduinia**, Santa Maria-RS, n. 32, p. 07-11, 2011.

- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A.; OLIVEIRA, J. Estudos Botânicos na área do Projeto Ferro Carajás. 5. Aspectos florísticos da mata do Rio Gelado, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**. Belém-PA, v.3, n.1, p. 1-19, 1987.
- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A.; SALOMÃO, R. Estudos Botânicos na área do Projeto Ferro Carajás: Aspectos florísticos da mata do aeroporto da Serra Norte, Pará, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, Belém-PA, v.2, n. 2, p. 169-187, 1986.
- SONSIN, J.A. et al. **Atlas da diversidade de madeiras do cerrado paulista**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2014.
- SOUZA, R. S. O. et al. Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.): a review of its traditional use, phytochemistry and pharmacology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba-PR, v.51, p. 937-947, 2008.
- SPECIESLINK. **SpeciesLink: sistema de informação distribuído para coleções biológicas**. Versão em português, 2008. Disponível em <<http://www.splink.org.br>>. Acesso em 20 de janeiro de 2018.
- STEWART, J. H.; MÉTRAUX, A. The Panoan tribes of Eastern Peru. in: STEWARD, J. H. **Handbook of south american indians**. Dearborn: University of Michigan-Dearborn, 1948, p. 555-595.
- THÉRY-PARISOT, I.; CHABAL, L.; CHRZAVZEZ, J. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdã, v.291, n. 1, p. 142–153, 2010.
- TSUCHIYA, A. Preliminary study on the relationship between vessel growth of thorny shrubs and water balance in the semi-arid region, northeastern Brazil. **Geographical Sciences**, Hiroshima, v.50, n. 2, p. 123-131, 1995.
- VERNET, J. L.; FIGUEIRAL, I. The highlands of Aboboreira (North-West Portugal): ecological conditions from Middle/Late Neolithic to Early Bronze Age. evidence from charcoal analysis. **Oxford Journal of Archaeology**, Oxford, v.12, n. 1, p. 19–28, 1993.
- VIANA, P. L. et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro-RJ, v.67, n. 5, p. 1107-1124, 2016.
- WHEELER, E. A.; BAAS, P. Wood identification-a review. **IAWA Journal**, Utrecht, v.19, p. 241-264, 1998.

### **CAPÍTULO 3**

#### **VESTÍGIOS DO USO E COMBUSTÃO DE PLANTAS NO HOLOCENO: A ECONOMIA DO COMBUSTÍVEL NO SÍTIO CAPELA, CARAJÁS, PARÁ**

## RESUMO

A caracterização das práticas e uso do fogo no passado proporciona informações e sugere cenários sobre o estilo de vida de populações humanas, uma vez que há uma relação destas atividades com o contexto ambiental e cultural num determinado espaço e tempo. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar os sistemas de captação e uso de lenha durante ocupações pretéritas, especificamente no Sítio Capela, na Floresta Nacional de Carajás, para onde foi reconhecida a utilização por diferentes grupos desde 11.000 anos antes do presente. A obtenção de dados para a pesquisa correspondeu a coleta de sedimento; recuperação do material das frações leve e pesada em meio aquoso (flotação), triagem e pesagem dos carvões, seguida de amostragem dos fragmentos para a determinação taxonômica em laboratório. O número total de carvões analisados correspondeu a 1.189 fragmentos, sendo que 851 apresentaram condições para descrição e determinação. Foram reconhecidos 262 morfotipos, dos quais 106 foram identificados até gêneros ou família. Quanto à variação entre os períodos de ocupação, o mais recente apresentou a maior intensidade de uso do fogo, associada a uma riqueza taxonômica superior no universo amostral. Os sistemas de captação de lenha ao longo do tempo incluíam o acesso a ambientes semelhantes ao da flora moderna de Carajás, compreendendo a vegetação florestal (floresta ombrófila e floresta estacional) e não florestal (vegetação de canga). Plantas da vegetação de canga relacionadas aos *taxa Mimosa* e *Callisthene/Qualea* foram muito importantes ao longo de todas as ocupações.

**Palavras-chave:** Arqueobotânica; Antracologia; Amazônia.

## ABSTRACT

The study of ancient practices and use of fire provides information on the subsistence of human populations, since there is a relation of these activities with the environmental and cultural context in a certain space and time. In this way, the objective of the present research was to characterize the systems of capture and use of firewood during ancient occupations in the Capela Site, in the Floresta Nacional dos Carajás, Pará State, Brazil, where the occupation of different human groups occurred since 11,000 years before the present. Data collection for the survey included sediment collection; recovery of the material in aqueous medium (flotation), and the taxonomic determination in the laboratory. The total number of charcoals analyzed corresponded to 1,189 fragments, and 787 presented conditions for description and determination of 262 morphotypes (106 identified to genera or family). Late occupations had the highest intensity of fire use, associated with a higher taxonomic richness, and wood harvesting systems over time included access to rainforest, seasonal forest, and canga vegetation. Plants in the canga vegetation, related to *Mimosa* and *Callisthene/Qualea*, can be considered as a group that was important throughout all occupations.

**Keywords:** Archeobotany; Anthracology; Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

O fogo e seu papel na vida humana tem sido observado por diversos autores, os quais demonstraram que seu valor cultural e sua influência nas diferentes sociedades são inquestionáveis. De acordo com Archbald et al. (2012), a capacidade de manipular o fogo não é uma habilidade inata, ela é adquirida, um bem cultural, resultado de um aprendizado coletivo. A esse respeito, acrescenta-se que esse conhecimento está relacionado a diversos elementos materiais e imateriais, suficientemente práticos e funcionais para a produção de fogo ou de qualquer dos diversos usos resultantes do processo de combustão (COOPER, 1987; JOHANNESSEN; HASTORF, 1990; RAMOS et al., 2008; BEAUCLAIR et al., 2009; GELABERT; ASOUTI; MARTÍ, 2011).

Deste modo, caracterizar as práticas e uso do fogo proporciona informações e sugere cenários sobre o estilo de vida de populações humanas, uma vez que há uma relação destas atividades com o contexto ambiental e cultural num determinado espaço e tempo (HOUGH, 1926; COOPER, 1987; JOHANNESSEN; HASTORF, 1990; RAMOS et al., 2008; GELABERT; ASOUTI; MARTÍ, 2011). Esse esforço analítico pode receber grande contribuição pela antracologia, disciplina que vem trazendo cada vez mais informações sobre a história da interação humana com plantas em diferentes continentes, além das informações sobre paleoambientes e paisagem a partir de carvões de madeiras usadas como combustível por populações pretéritas (CHABAL, 1997; SCHEEL-YBERT; EGGERS, 2003; DEBLASIS et al., 2007; BEAUCLAIR et al., 2009; SCHEEL-YBERT, 1999; THÉRY-PARISOT, 2001; GELABERT; ASOUTI; MARTÍ, 2011; CAROMANO et al., 2013; DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; MELO JÚNIOR; MAGALHÃES, 2015; MARSTON, 2016; BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017).

A antracologia é um campo disciplinar que corresponde à identificação de carvão com base em caracteres anatômicos da madeira e foi desenvolvida principalmente a partir de estudos relacionados à arqueologia, oferecendo informações sobre o comportamento humano quanto às suas necessidades de produção e uso do fogo no passado (CHABAL, 1997; SCHEEL-YBERT, 1999; SCOTT; DAMBLON, 2010). Esses dados vêm permitindo a caracterização da economia do combustível de populações pretéritas, uma vez que ajudam a compreender os sistemas de captação e uso de recursos, a interação com os ambientes provedores, preocupando-se ainda com o reconhecimento dos tipos de materiais utilizados e as preferências quanto à adoção de cada um destes como combustível por um determinado grupo (CHABAL, 1997; SCHEEL-YBERT, 1999; THÉRY-PARISOT, 2001).

Sabe-se que estas práticas estão intimamente relacionadas a outras atividades em uma determinada comunidade e que o conjunto de carvões arqueológicos, podem apresentar traços das atividades humanas e seu comportamento frente ao uso de combustíveis, frequentemente deixando testemunhos nos vestígios carbonizados em suas ocupações (JOHANNESSEN; HASTORF, 1990; SCOTT; DAMBLON 2010; GELABERT; ASOUTI; MARTÍ, 2011; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017). Esses traços podem ser mais claros ainda, dependendo do contexto arqueológico, a exemplo de áreas de uso doméstico, espaços de uso temporário ou mesmo associados a rituais funerários (BEAUCLAIR et al., 2009; BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017).

Apesar dos combustíveis constituírem de uma gama de materiais e recursos naturais como esterco, palhas, folhas, endocarpo de palmeiras, a maior parte dos estudos apontam a superioridade e importância do lenho de diversas plantas (JOHANNESSEN; HASTORF, 1990; GELABERT; ASOUTI; MARTÍ, 2011; AZEVEDO; SCHEEL-YBERT, 2017). Os estudos focados na identificação e caracterização do uso de madeira como combustível tem evoluído em seus métodos desde a década de 1970, mas sua aplicação em regiões tropicais pode ser considerada como recente (SCHEEL-YBERT, 1999; BEAUCLAIR et al., 2009; DEBLASIS et al., 2007; DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; MELO JÚNIOR; MAGALHÃES, 2015; BACHELET; SCHEEL-YBERT, 2017). Tais métodos têm permitido identificar a diversidade taxonômica tomada para o consumo de lenha. Tem sido possível ainda o reconhecimento sobre o estado da madeira antes da carbonização, o calibre da lenha coletada e os tipos de vegetações acessadas (CAROMANO et al., 2013; DOTTE-SAROUT; CARAH; BYRNE, 2015; MELO JÚNIOR; MAGALHÃES, 2015; SCHEEL-YBERT; CAROMANO; AZEVEDO, 2016).

Considerando o cenário acima exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os sistemas de captação e uso de lenha durante ocupações pretéritas na Floresta Nacional de Carajás, especificamente no Sítio Capela, para o qual foi reconhecida a utilização por diferentes grupos desde 11.000 anos antes do presente (MAGALHÃES et al., 2016). Os questionamentos que direcionaram os trabalhos foram: quais plantas associadas a processos históricos diferentes de Carajás foram utilizadas como lenha? Existe variação na composição, riqueza e diversidade taxonômica para o conjunto de carvões entre as diferentes camadas arqueológicas? Os *taxa* reconhecidos nos carvões correspondem a plantas presentes na vegetação moderna? Quais as características da lenha utilizada quanto ao calibre e estado da madeira (verde ou morta) antes da carbonização?



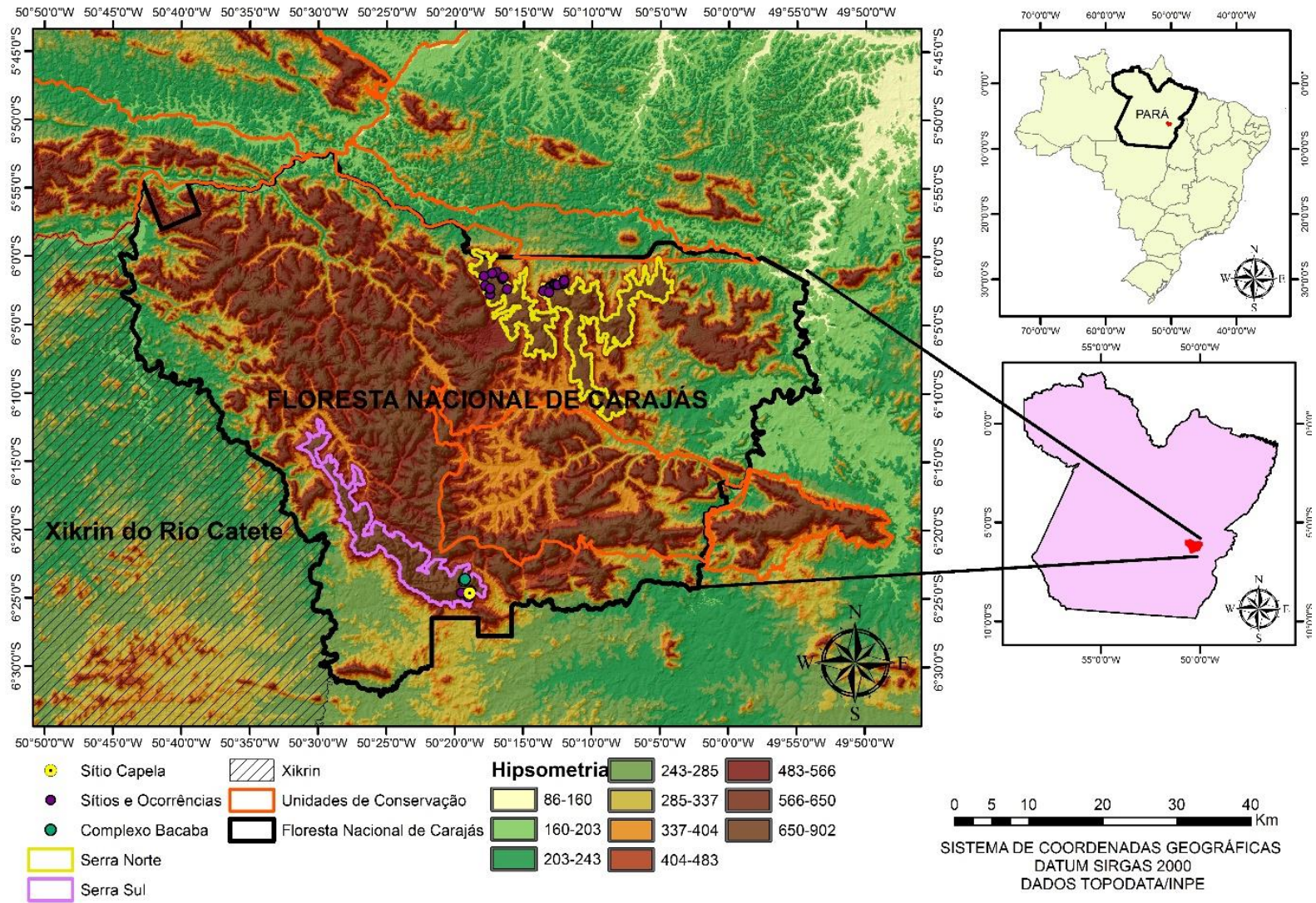
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Situada no município de Canaã dos Carajás, no Pará, a região corresponde à área de abrangência do Projeto Arqueológico Carajás (PACA) (Figuras 1 e 2). Esta área vem a ser uma região com a presença de dois ambientes com características distintas: um em terras baixas, com ocorrência de sítios em áreas abertas e outro em terras altas, com sítios de áreas abertas e em cavidades (cavernas e grutas). O polígono compreende uma área de 28.000 hectares e é delimitado pelas coordenadas N 9297000/E 567000 e N 9297000/E 587000 (Fuso 22) (MAGALHÃES et al., 2016).

O maciço de Carajás, composto por rochas pré-cambrianas, teve seu aplainamento configurado entre os fins do Mesozóico e a primeira parte do Terciário. Já a sua província mineral desenvolveu-se sobre metavulcanitos básicos e formações ferríferas do Arqueano (AB'SABER, 1986; MAURITY; KOTSCHOUBEY, 1995). Ao final do Terciário Inferior a crosta litificada ou laterítica sofreu uma progressiva degradação causada por variações climáticas e por um lento e progressivo soerguimento regional, que causou o rebaixamento do nível de base. Na área, predominam os terrenos “firmes” (tabuleiros, baixo relevo de encostas e colinas cristalinas de vertentes convexilíneas), com poucas encostas realmente íngremes e dissecadas. As planícies verdadeiras são raras, ao longo da costa e do fundo dos vales dos rios de pequena e média extensão (AB'SABER, 1986; TEIXEIRA; LINDENMAYER, 2006). Vestígios arqueológicos de caçadores-coletores datados em mais de 8000 anos BP foram documentados na Gruta do Gavião, Carajás, Pará, onde, além de artefatos líticos e cerâmicos, também foram encontrados diversos fragmentos botânicos e faunísticos (SILVEIRA, 1994; MAGALHÃES, 2005).

Figura 1. Mapa da área de estudo, sítio PA-AT-337: S11D-47/48, Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Elaboração: Tavares, B. A C. (2018)



Figura 2. Sítio PA-AT-337: S11D-47/48, Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: PACA (2014)

Algumas hipóteses de Magalhães (2005) sugerem que sociedades de caçadores-coletores (sociedades da Cultura Tropical) estariam na base da formação histórica de muitas das sociedades ceramistas (sociedades da Cultura Neoropical) (MAGALHÃES, 2005, 2009). Em um trabalho posterior foram identificadas 10 grutas com evidências de ocupação em quatro platôs, sendo que uma delas, a Gruta do Pequiá, além de recuar a antiguidade da ocupação da região em mais 1000 anos, continha uma grande quantidade de materiais orgânicos preservados (MAGALHÃES, 2009). A proposta teórica para Carajás é de que os antigos caçadores-coletores (sociedades da Cultura Tropical) desenvolveram adaptações à floresta, através do manejo e seleção de diferentes espécies de plantas úteis (MAGALHÃES, 2005, 2009).

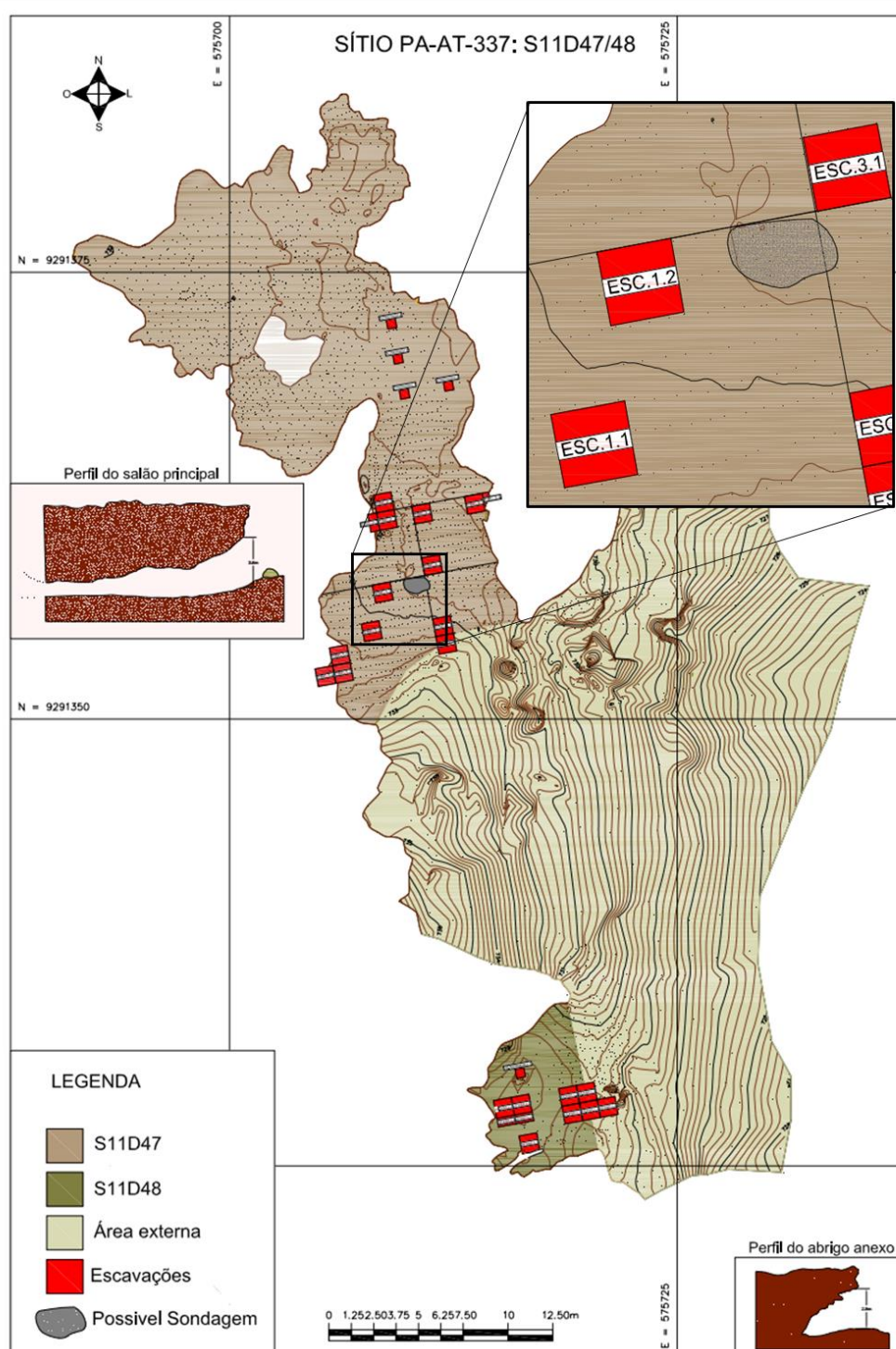
A região de Carajás serviu de base para vários estudos sobre vegetação e podem-se destacar Cleef e Silva (1994), Silva, Secco e Lobo (1996), Ribeiro et al. (1999), Sifeddine et al. (2001), Rayol (2006) e Nunes (2009). Ali ocorrem vegetação xeromórfica (vegetação de canga), floresta ombrófila aberta de áreas baixas e elevadas; floresta ombrófila densa de áreas baixas e elevadas (IBAMA, 2003). Na área de floresta ombrófila densa, as famílias botânicas mais expressivas são Fabaceae, Arecaceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Moraceae e Combretaceae (RIBEIRO et al., 1999). Na área de vegetação de canga, destacam-se Myrtaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Orchidaceae e Rubiaceae (RAYOL, 2006). Dentre os estudos palinológicos e paleoambientais pioneiros para Carajás destacam-se os de Absy et al. (1991), bem como o Cordeiro et al. (2008), os quais apontam que as interpretações para a região ainda são controversas. Um dos trabalhos mais recentes foi o realizado por HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING (2012, 2015), os quais mostraram que a floresta tropical nas encostas da Serra Sul de Carajás desenvolveu-se durante um período úmido no Holoceno inferior e em torno de 3.400 anos cal BP, quando as condições climáticas modernas foram estabelecidas. Essa pesquisa aponta que eventos de incêndio se intensificaram nos últimos 9000 anos e que a abundância de espécies pioneiras nas estratigrafias pode ser parcialmente atribuída à intervenção humana.

## 2.2 SELEÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO

O sítio PA-AT-337: S11D-47/48 foi nomeado pela equipe arqueológica como Capela e está localizado próximo ao ponto com coordenadas UTM 575721E e 9291345 N (Fuso 22). No ano de 2013, o mesmo se sobressaiu pela expressividade de material cerâmico, lítico e de macrovestígios vegetais (carvões e sementes) encontrados na fase de prospecção. O local recebeu a demarcação de várias escavações, três destas adotadas para a realização desta

pesquisa (Figuras 3). Duas situadas próximas à parede oeste da gruta (escavações 1.1 e 1.2) e a terceira situada na parte central (escavação 3.1).

Figura 3. Mapa topográfico com localização das escavações, sítio Capela, Floresta Nacional de Carajás, Pará.

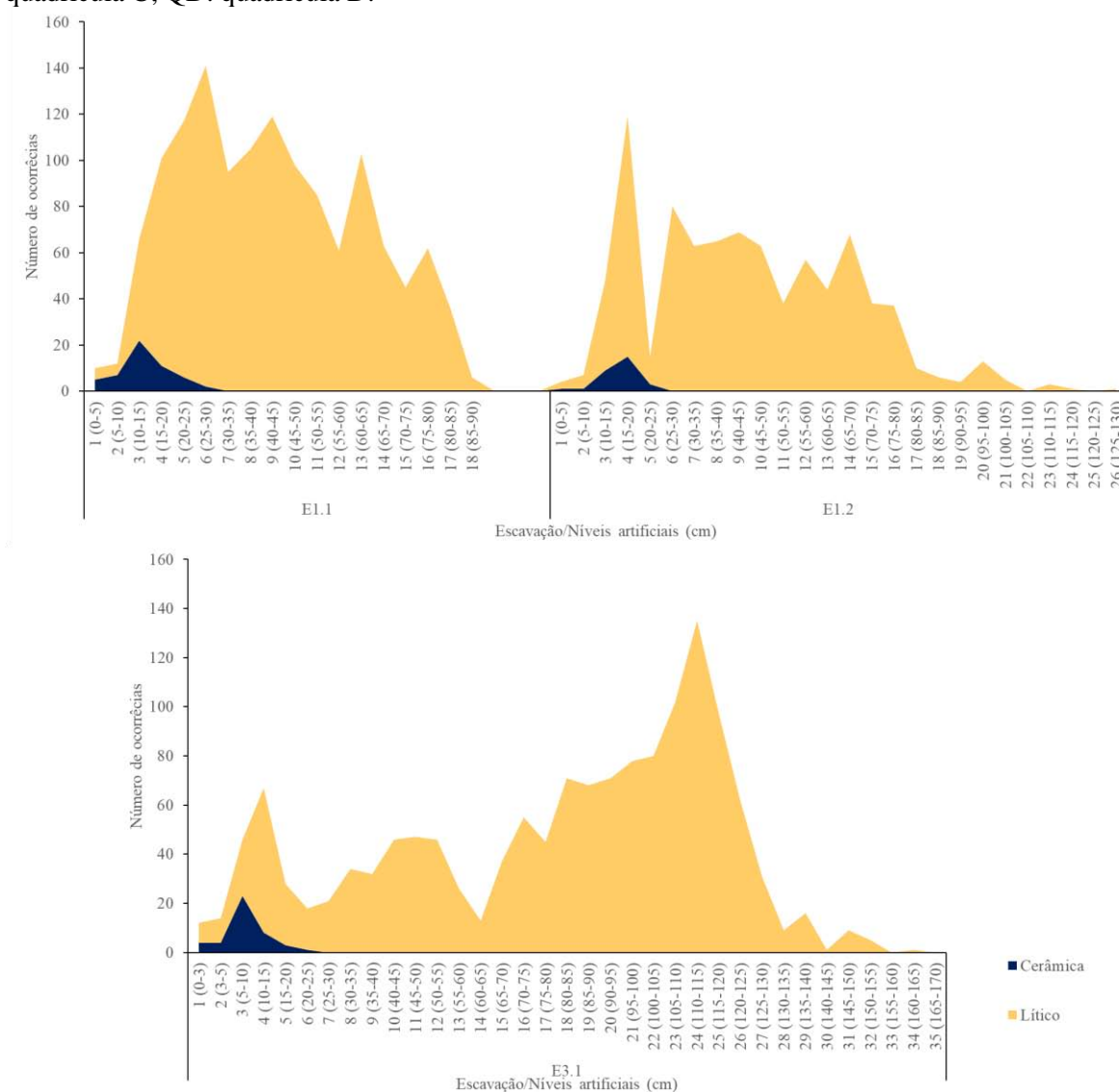


Elaboração: Barbosa, C. A. P. (2014).



Foram adotados níveis artificiais de 5 cm em todas as escavações, havendo o controle quanto às variações no sedimento, como a coloração do solo, feições e outros tipos de interferências, possivelmente relacionadas a erosões ou acúmulo de solo resultantes da dinâmica sedimentar no interior da gruta (MAGALHÃES et al., 2014). As três escavações apresentaram material cerâmico em profundidades de até 30 cm, além do material lítico presente em todos os níveis (Figura 4).

Figura 4. Quantidade de material cerâmico e lítico em valores absolutos para as escavações 1.1, 1.2 e 3.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás-PA. QA: quadrícula A; QB: quadrícula B; QC: quadrícula C; QD: quadrícula D.



Fonte: Baseado em Magalhães et al. (2014).

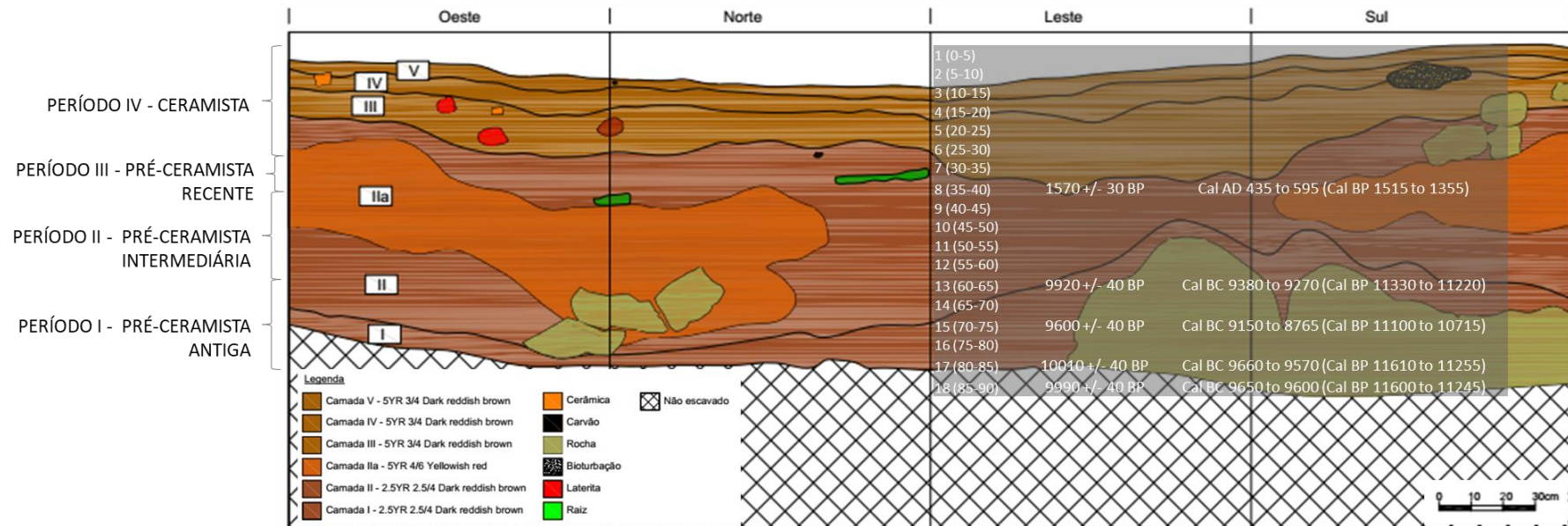
### 2.2.1 Escavação 1.1

Esta escavação serviu de referência para as demais e sua área foi escolhida por ser bem iluminada, afastada do centro da gruta e próxima à entrada. Com exceção da cerâmica, presente até 30 cm de profundidade a ocorrência de vestígios manteve regularidade entre os níveis, especialmente quanto à ocorrência de material lítico. Foram encontradas concentrações de carvões identificadas como prováveis fogueiras, nas quais foi comum a ocorrência de sementes e outros vestígios botânicos carbonizados. Uma mancha de solo mais claro foi evidenciada atravessando vários níveis, marcante na disposição das camadas, onde ocorreu pouco material arqueológico. Fora da mancha a coloração do solo variou pouco, mantendo a homogeneidade durante toda a escavação. O material lítico encontrado correspondeu a lascas de hematita, porém com predomínio de quartzo leitoso. Estabeceu-se a quadrícula “A” para coleta sistemática de amostras de solo destinadas à flotação. Além disso, foram coletados carvões e sementes para datações radiocarbônicas. O perfil da escavação encontra-se na Figura 5 e a caracterização das camadas é apresentada a seguir:

**Camada V:** espessura de aproximadamente 5 cm em todas as paredes; solo solto, fino, argiloso, suscetível ao desabamento, presença de lateritas menores que 0,8 cm; ocorrência de pequenos fragmentos de carvão e marcante a presença de raízes secundárias finas; coloração 5yr  $\frac{3}{4}$  Dark Reddish Brown. **Camada IV:** espessura de 7 a 10 cm; solo com as mesmas características do nível anterior com lateritas de maior dimensão (variando de 0,8 a 1 cm); maior ocorrência de carvões e presença reduzida de raízes secundárias; coloração 5yr  $\frac{3}{4}$  Dark Reddish Brown. **Camada III:** espessura de 10 a 25 cm; solo solto, argiloso e mais úmido; lateritas com até 10 cm de diâmetro; presença de raízes até 1 cm de diâmetro; expressiva quantidade de carvão. Coloração 5yr  $\frac{3}{4}$  Dark Reddish Brown. **Camada II:** apresentou compactação, granulometria e umidade semelhantes à anterior; presença de rochas grandes na porção inferior (perfis Norte e Oeste) e superior (perfil Sul); raízes com até 3 cm de diâmetro, raras; presença de carvões; coloração 2.5 yr 2.5/4 Dark Reddish Brown; mancha com solo mais claro, definida como subcamada. **Camada IIa:** observada apenas nas paredes Norte, Oeste e Sul, com menor quantidade e tamanho de laterita; coloração 5yr 4/6 Yellowish Red. **Camada I:** a base da escavação com solo argiloso, com presença de blocos de laterita; com menor quantidade de carvão e de material arqueológico; coloração 2.5 yr 2.5/4 Dark Reddish Brown.

Figura 5. Perfil estratigráfico da escavação 1.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.

SÍTIO PA-AT-337; S11D 47/48; ESCAVAÇÃO 1.1



Fonte: Magalhães et al. (2014).

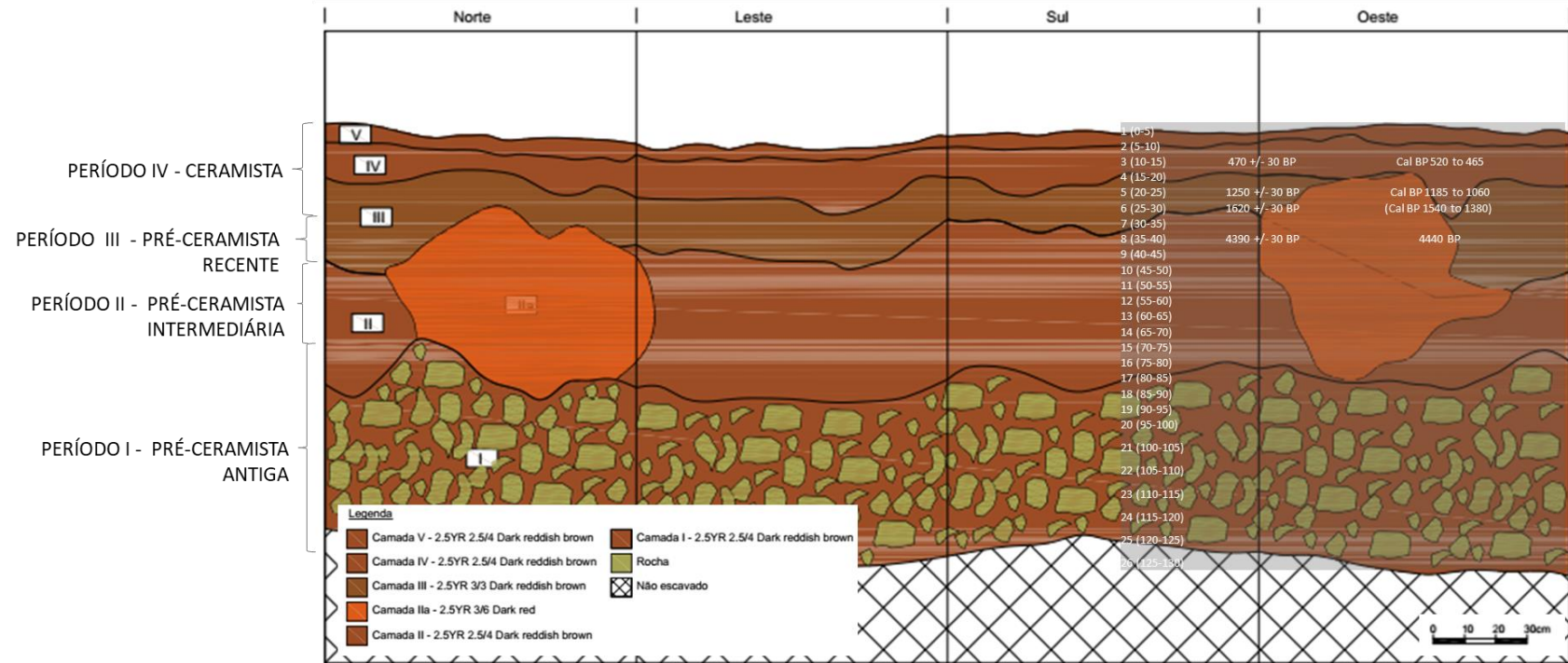


### 2.2.2 Escavação 1.2

A escavação apresentou contiguidade em relação à 1.1, ambas com influência da “mancha” no solo. No local, verificou-se uma grande quantidade de lasca e estilhas, sugerindo a utilização do espaço como área para lascamento. Sua profundidade atingiu 130 cm e nos primeiros níveis (até 25 cm) ocorreram cerâmica, carvão, lascas e estilhas de quartzo e hematita. Nos níveis seguintes, a cerâmica deixa de ocorrer e as demais características permaneceram as mesmas até o nível 17, porém com uma grande concentração de carvão e também de possíveis núcleos de quartzo e hematita. Nos níveis seguintes, o material lítico foi menos frequente. A cerâmica encontrada era representada por fragmentos de corpo simples, alguns decorados, de espessuras variadas, erodidas, mas com alguns bem conservadas. Os últimos níveis apresentaram dificuldades para a escavação pois estavam repletos de blocos de rocha de tamanhos médios e pequenos, supostos abatimentos do teto da gruta (MAGALHÃES et al., 2014). O perfil da escavação encontra-se na Figura 6 e a caracterização das camadas é apresentada a seguir.

**Camada V:** espessura com 2 a 10 cm; solo solto, arenoargiloso; presença de concreções **ferruginosas**; bioturbações causadas por formigas e cupins; presença de radículas e raízes; coloração 2.5YR 2.5/4 Dark Reddish Brown. **Camada IV:** corresponde aos níveis 3, 4, 5, 6 e 7, com espessura variando entre 5 e 29 cm, sendo a menor na parede Norte e a maior na parede Oeste; solo arenoargiloso, com poucas concreções ferruginosas; raras raízes e radículas; coloração 2.5YR 2.5/4 Dark Reddish Brown. **Camada III:** corresponde aos níveis 8, 9, 10, 11, 12 e 13, com espessura entre 5 e 25 cm, a maior na parede Norte/ Oeste e a menor na parede Sul; levemente compactada, solo solto, fino, argiloarenoso, com presença de radículas de uma raiz significativa na parede Oeste; coloração 2.5YR 2.5 3/3 Dark Reddish Brown. **Camada II:** abrange os níveis 6, 7, 9, 10, 11, 12 e 13, com espessura variando entre 5 e 50 cm, a maior nas paredes Sul e Leste e a menor na parede Oeste; solo argiloarenoso, solto, fino e friável, levemente compactado e com presença de uma grande quantidade de blocos abatidos; coloração 2.5YR 2.5/4 Dark Reddish Brown. **Sub-camada II a:** mancha localizada na parede Leste, Norte e Oeste, vai do nível 4 ao 16, com espessura entre 10 a 16 cm; a maior e a menor na parede Oeste; solo solto, fino e areno-argiloso, levemente compactado e sem presença de concreções ferruginosas; coloração 2.5YR 3/6 Dark Red. **Camada I:** camada base, corresponde aos níveis 17 a 26, espessura entre 50 a 70 cm; apresentou pouco solo; presença de blocos de rochas com espessuras variadas; coloração 2.5YR 2.5/4 Dark Reddish Brown (MAGALHÃES et al, 2014).

Figura 6. Perfil estratigráfico da escavação 1.2, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.  
 Sítio PA-AT-337; S11D 47/48; Escavação 1.2



Fonte: Magalhães et al. (2014).

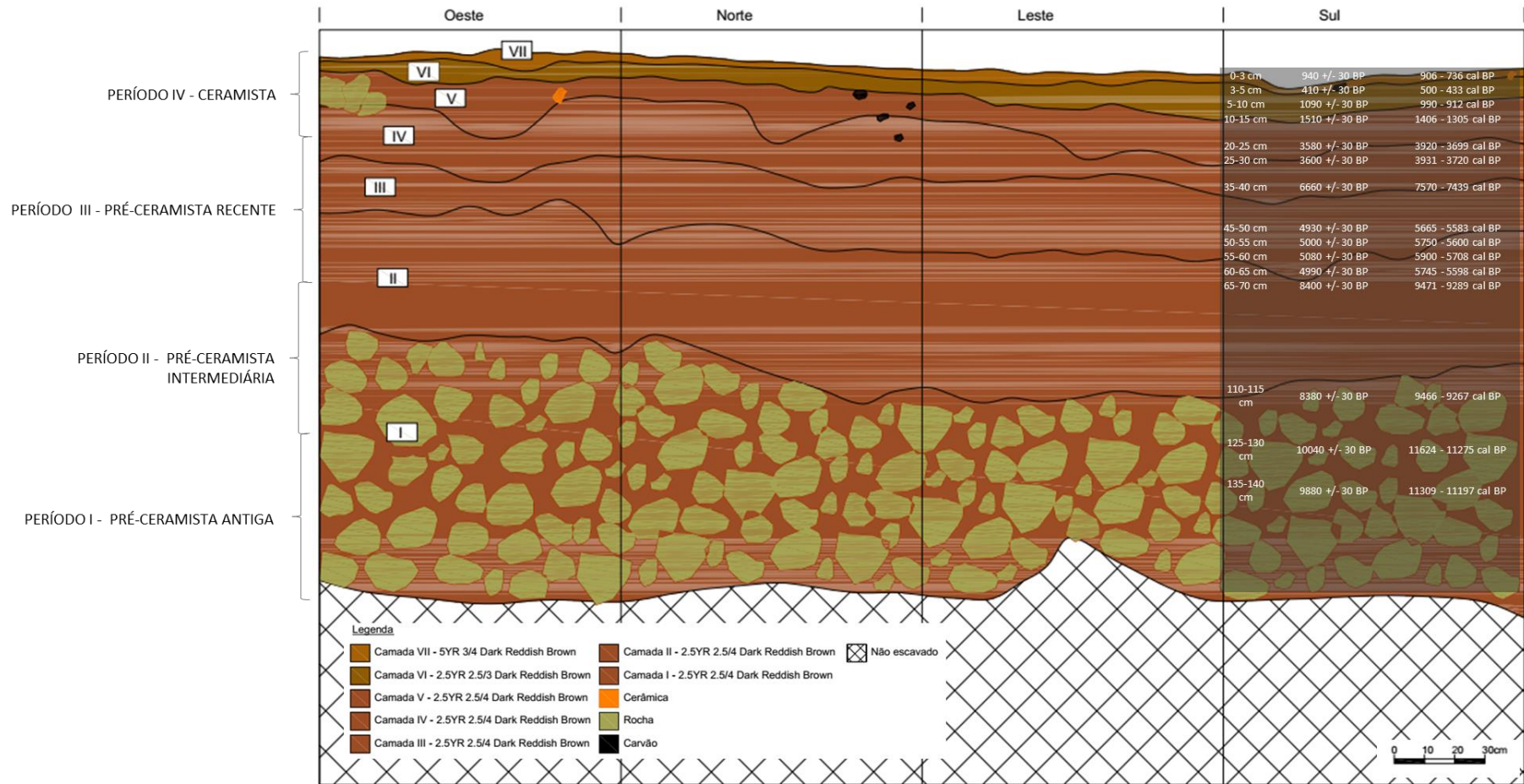
### 2.2.3 Escavação 3.1

O local foi considerado estratégico por estar entre a área com maior claridade e a mais escura do salão principal. Foi verificada a ocorrência de cerâmica em até 25 cm. As cerâmicas apresentaram parede fina e a maioria não tinha decoração, com exceção de um fragmento com aplique decorativo na superfície externa. Ocorreram carvões, possivelmente proveniente de fogueiras. A presença de microlascas, lascas e núcleos de quartzo hialino e hematita foi constante e em grande quantidade. Até 90 cm de predominaram pequenas lascas, estilhas (algumas difíceis de coletar) e carvões esparsos pelo quadrante. Abaixo dessa profundidade, na camada composta de blocos de rocha, aumentaram a quantidade e tamanho das lascas e núcleos. Além disso, ocorreram líticos polidos associados a carvões e sementes carbonizadas. Até a base da escavação, as camadas naturais mantiveram-se bastante irregulares, tanto que a profundidade no canto Leste atingiu 185 cm, enquanto no canto Oeste só alcançou 150 cm (MAGALHÃES et al, 2014). O perfil da escavação encontra-se na Figura 7 e as camadas foram caracterizadas conforme a seguir:

**Camada VII:** situada entre 1 e 3 cm; solo arenoargiloso, seco, solto, granulometria fina e presença concreções lateríticas; ocorrência de pequenas raízes e carvões; coloração 5YR3/4 Dark Reddish Brown. **Camada VI:** entre 3 e 15 cm; solo argiloarenoso, levemente úmido, compactado, presença de concreções e ocorrência de raízes e carvões; presença de mancha circular que se estende até à camada seguinte; presença de fragmento cerâmico na parede Sul, quadrícula C, além da presença de lascas e microlascas de quartzo; coloração 2.5YR2. 5/3 Dark Reddish Brown. **Camada V:** com forma irregular nas quatro paredes devido a intrusões, cerâmicas e líticos mais frequentes; solo argiloarenoso, levemente úmido, granulometria fina, consistência mais firme, concreções mais frequentes; coloração 2.5 YR2. 5/4 Dark Reddish Brown. **Camada IV:** solo argiloarenoso, levemente úmido, granulometria fina, levemente compactado; presença de concreções; presença de carvões e microlascas; coloração 2.5YR2. 5/4 Dark Reddish Brown. **Camada III:** solo argiloarenoso, levemente úmido, granulação fina, levemente compactado, com presença concreções; presença de raízes e carvões; coloração 2.5YR2. 5/4 Dark Reddish Brown. **Camada II:** solo argiloarenoso, levemente úmido, granulometria fina, compactado, concreções mais frequentes e maiores; presença de carvões; coloração 2.5YR 2.5/4 Dark Reddish Brown. **Camada I:** inclui a base da escavação; solo argiloarenoso, levemente solto e com granulação fina e cascalhos; presença de rochas que variaram de 5 a 25 cm, estendendo-se pelas quatro paredes; coloração 2.5YR2. 5/4 Dark Reddish Brown (MAGALHÃES et al, 2014).

Figura 7. Perfil estratigráfico da escavação 3.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Sítio PA-AT-337; S11D 47/48; Escavação 3.1



Fonte: Magalhães et al. (2014).

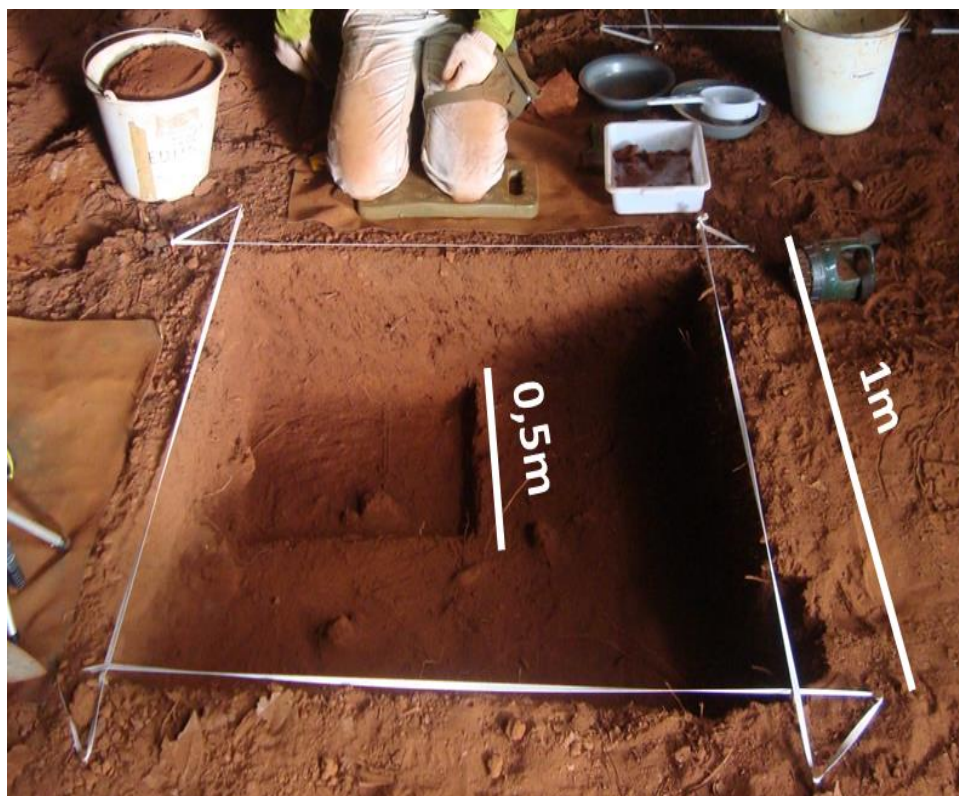


### 2.3 COLETA DE DADOS PALEOETNOBOTÂNICOS

A coleta de dados para a pesquisa correspondeu a quatro fases: coleta de sedimento, flotação, triagem e determinação taxonômica em laboratório.

*Coleta de sedimento* - essa etapa inicial consistiu em coletar o sedimento na gruta Capela. O trabalho foi adaptado ao método do Projeto PACA, que delimitou escavações de 1x1m, subdivididas em quadrículas de 0,5 x 0,5 m. Nas escavações, foram adotadas estratificações artificiais de 5 cm de profundidade, para controle das variações dos níveis arqueológicos. A amostragem foi sistemática, conforme Scheel-Ybert et al. (2006), e realizada conjuntamente às escavações arqueológicas. Em cada nível, foi coletado sedimento em baldes com volume padronizado de 15 L (Figura 8), pesado, etiquetado (Figura 9), embalado em sacos de 20 kg e transportado até o Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém-PA, para posteriormente ser submetido ao processo de flotação. Durante a escavação foram recolhidas amostras de solo para análises físico-químicas. Por fim, todas as estruturas e feições evidenciadas (fogueiras, buracos de estaca, galerias de fauna, etc.) foram registradas através de croquis e descrições detalhadas em fichas e cadernetas de campo.

Figura 8. Coleta de sedimento para estudo antracológico na escavação 1.1, sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



Fonte: Lima (2013).

Figura 9. Ficha de identificação usada durante as escavações.

Projeto PACA	Data de coleta:
Sítio	
Escavação:	
Quadrante:	Quadrícula:
Nível/profundidades:	
Material:	
Peso da amostra:	
Responsável:	
Observação:	

Fonte: Lima (2013).

*Flotação* – essa etapa foi realizada no Laboratório da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e seguiu o protocolo sugerido por Scheel-Ybert et al. (2006) (Quando 1).

Quadro 1. Protocolo de flotação sugerido por Scheel-Ybert et al. (2006).

<b>PROTOCOLO DE FLOTAÇÃO</b>	
1.	Colocar o sedimento do balde ou do saco plástico na peneira da célula de flotação cheia de água (usar sempre peneiras com malha de 2mm).
2.	Se necessário, revolver o sedimento com as mãos para soltar os carvões, mas sem esmagá-los.
3.	Para agilizar o processo, os carvões flutuantes podem ser recolhidos com um coador de plástico; coloca-los com cuidado na peneirinha de saída da célula de flotação.
4.	Quando todos os carvões tiverem sido recolhidos, ou tiverem caído na peneirinha externa, retirar a peneira da célula.
5.	O sedimento que permaneceu sobre a peneira (refugo de peneira) deve ser sistematicamente triado, a fim de recuperar os fragmentos de carvão que não flutuam.
6.	Quaisquer restos faunísticos que sobrarem na peneira devem ser recuperados. De preferência, coletar todos os vestígios, independentemente do tamanho, pois mesmo fragmentos mínimos podem conter elementos passíveis de identificação ao laboratório.
7.	Manipular aos carvões molhados com extremo cuidado, pois eles são muito frágeis e podem se desagregar à menor pressão.
8.	Deixar os carvões ao ar livre para que sequem longe de uma fonte de calor intensa, a fim de evitar sua fragmentação e deterioração da estrutura anatômica. A melhor forma de secá-los é utilizando cones papel jornal ou filtros descartáveis de papel.
9.	Todos os carvões, restos botânicos e faunísticos flotados ou retidos pela peneira devem ser coletados.

O processo consistiu em obter os macrovestígios vegetais leves e pesados em meio líquido, conferindo menores danos aos materiais quando comparado ao método de peneiramento a seco, por exemplo. Para a separação desses materiais foram utilizadas peneiras com malhas de 2mm.

*Triagem dos macrovestígios vegetais* – apesar do foco da pesquisa serem os carvões, diversos tipos de materiais foram encontrados. Assim, foi necessária uma triagem, que neste caso incluiu materiais como sementes, carvões, cerâmica, material lítico, entre outros. Para cada grupo foi realizada a contagem e a pesagem, utilizando-se balança analítica de precisão. Amostras independentes de carvão foram coletadas em diferentes níveis, as quais foram destinadas à Beta Analytic, para datação radiocarbônica.

#### 2.4 AMOSTRAGEM, DESCRIÇÃO ANATÔMICA E IDENTIFICAÇÃO

A amostragem foi realizada sorteando-se pelo menos 200 carvões por contexto arqueológico. Isso foi realizado a partir da caracterização das ocupações considerando dados da cultura material (cerâmica e lítico), características estratigráficas e datações radiocarbônicas apenas das escavações estudadas. Foram definidos quatro períodos de ocupação:

Período IV – abrangeu todas as camadas arqueológicas com ocorrência de material lítico e principalmente de cerâmica; as datações (indiretas) obtidas recuam em até 3000 anos antes do presente. É importante destacar que foram encontradas cerâmicas com datações indiretas mais antigas em outras escavações do sítio.

Período III – foram incluídas as camadas com ocorrência apenas de material lítico e datações entre 3000 e 8000 anos antes do presente.

Período II – abrangeu as camadas com ocorrência de material lítico, apresentando datações entre 8.000 e 10.000 anos antes do presente.

Período I – abrangeu as camadas iniciais de ocupação, com ocorrência de material lítico, datações anteriores a 10.000 anos antes do presente, sendo marcante a concentração de rochas.

Os carvões foram analisados por meio de microscopia, em equipamento de luz refletida de campo claro e escuro, com capacidade 1000x de aumento, no Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem, do Museu Nacional, Rio de Janeiro. Geralmente estes são materiais altamente friáveis e inadequados para uso de micrótomo. Assim, foi realizada a quebra manual das amostras para visualização dos planos tangencial, radial e transversal, classicamente utilizados em estudos de anatomia da madeira para a descrição das estruturas anatômicas.

As descrições anatômicas consideram dados da disposição dos vasos e do tecido parenquimático; o tamanho e a frequência dos vasos; a seriação, o tamanho e a disposição dos

raios; a disposição, o tamanho, a forma e as características das pontoações intervasculares e demais estruturas essenciais à diagnose, conforme estabelecido internacionalmente (IAWA COMMITTEE, 1989). Os dados obtidos foram submetidos a consultas de chaves de determinação taxonômica de espécies amazônicas, base de dados Anthrakos (SCHEEL-YBERT, 2012) e consultando-se as coleções de referência, como a Antracoteca do Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem - Museu Nacional/UFRJ.

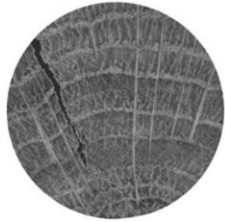

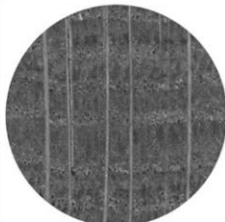
Os fragmentos foram contados pesados para calcular a percentagem em número e peso, o que permitiu avaliar as oscilações na intensidade de combustão de material na escavação 1.1. O Sistema de Classificação Botânica adotado está de acordo com a atualização do Angiosperm Phylogeny Group (2016). Os esforços de identificação dos macrovestígios raramente alcançam o nível específico, assim, são adotados os agrupamentos em gênero ou família, conforme as possibilidades de cada caso. Os macrovestígios e demais materiais fazem parte do conjunto de coletas do sítio Capela, mantidos na Reserva Técnica Mário Ferreira Simões, do Museu Paraense Emílio Goeldi.

## 2.5 AVALIAÇÃO DO CALIBRE

O calibre do lenho é uma variável categórica de representação indireta do diâmetro da madeira coletada. Esta caracterização auxilia na análise de tendências quanto às categorias diamétricas compatíveis com as avaliações relacionadas à divergência entre os raios, ou à curvatura dos anéis de crescimento. Desta maneira, o método desenvolvido por Marguerie e Hunot (2007) para a qualificação do calibre em carvões propõe as seguintes categorias: anéis fortemente curvados, anéis moderadamente curvados, anéis fracamente curvados e curvatura indeterminada. Neste caso, foi adotada a adaptação utilizada no Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem (LAP) do Museu Nacional/UFRJ para as madeiras tropicais, onde foi considerada a divergência entre os raios no plano transversal, tendo-se: raios fortemente divergentes, raios moderadamente divergentes, raios fracamente divergentes e divergência indeterminada (Quadro 2).



Quadro 2. Categorias de calibre adotadas pelo Laboratório de Arqueobotânica e Paisagem (LAP) do Museu Nacional/UFRJ.

Referência	Calibre 1	Calibre 2	Calibre 3
Marguerie e Hunot (2007)	Anéis fortemente curvados	Anéis moderadamente curvados	Anéis fracamente curvados
			
LAP (Museu Nacional /UFRJ )	Raios fortemente divergentes	Raios moderadamente divergentes	Raios fracamente divergentes
	Baixo calibre (menor do que 2cm)	Médio calibre (entre 2 e 10cm)	Alto calibre (maior que 10cm)

## 2.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados referentes à quantificação e identificação foram organizados em tabelas e gráficos, juntamente com informações de estatística descritiva e índices de diversidade. Organizou-se uma tabela contendo o tipo de material, família, *taxon*, número de ocorrências por período de ocupação e os valores totais.

Para avaliar a intensidade do uso do fogo foram tomados valores de peso e número de fragmentos para os diferentes períodos apenas da escavação 1.1. Foi realizado o teste de correlação entre as duas variáveis para averiguar a possibilidade de interpretar a intensidade do uso do fogo apenas por meio do peso, variável mais de medição fácil. Para tanto, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, o qual corresponde a uma medida não paramétrica de correlação (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

A similaridade taxonômica entre os períodos de ocupação foi analisada conforme o índice de Similaridade de Sørensen. Neste estudo foram comparadas a semelhança entre períodos de ocupação em termos de composição taxonômica, por meio da seguinte fórmula:

$$S_s = 2a / (2a + b + c)$$

Em que:

$S_s$ : índice de similaridade de Sørensen.

$a$ : número de *taxa* comuns, observados em dois períodos.

$b$ : número de *taxa* observados apenas na no período A.

$c$ : número de *taxa* observados apenas no período B.

Com base na matriz de similaridade foi gerado um dendrograma de agrupamento, utilizando-se o programa Past3 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

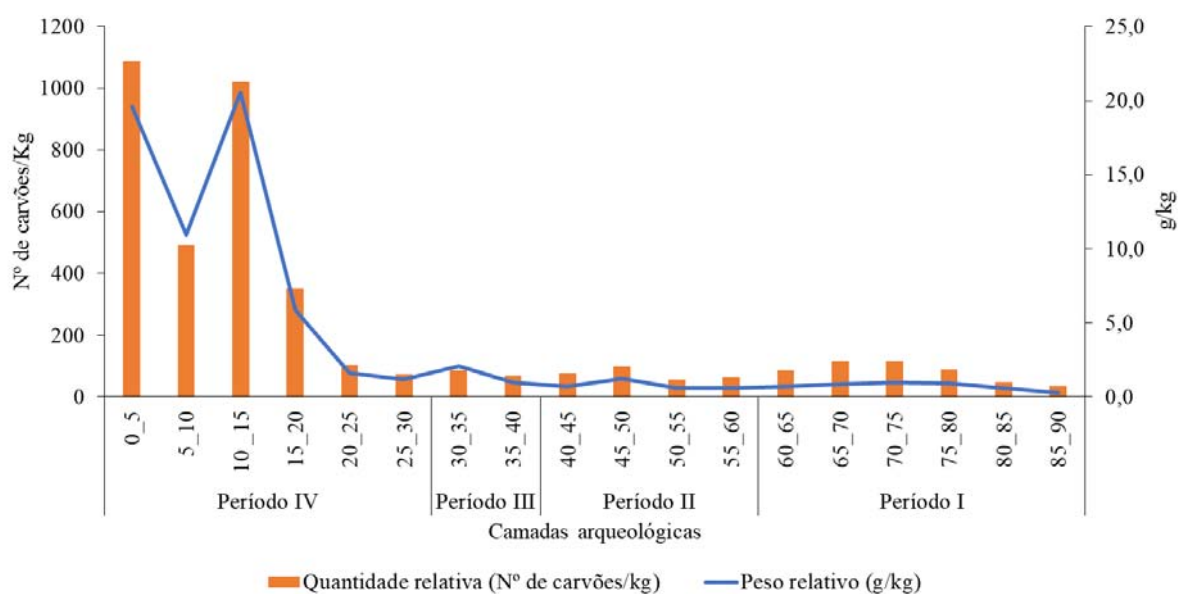
#### 3.1 QUANTIFICAÇÃO ANTRACOLÓGICA

Foram quantificados 33.967 carvões com peso 743,5g na fração leve e 9.836 com peso 117,5g na fração pesada. Houve uma concentração acentuada de carvões para os níveis do período IV, com predominância na fração leve, a qual abrangeu 87% do total da amostra. Nos demais períodos, as frações passaram a ter proporções mais equilibradas. Ressalta-se que a o período II foi o único em que a fração pesada superou a leve, com 65% e 35%, respectivamente.

No que diz respeito ao peso e número de carvões, foi observado que há correlação positiva entre estas variáveis (coeficiente de Spearman  $r_s$ : 0,86). Isso permite que as interpretações sobre a atividade do uso do fogo levem em conta uma ou outra das variáveis de maneira independente, já que onde há maior quantidade de carvão, também se tem maiores valores de peso e vice-versa.

Quanto à variação entre os períodos de ocupação, nota-se que o período IV, caracterizado por uma cultura ceramista, apresentou a maior intensidade do uso do fogo, o que reduziu significativamente nos períodos seguintes, caracterizado por cultura pré-ceramista (Figura 10). Quatro pontos com menor frequência de ignições ocorreram durante as ocupações, principalmente no período II e início do período I.

Figura 10. Peso e número relativos de carvões recuperados na escavação 1.1 do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará. Período IV: até 3000 anos BP; Período III: entre 3000 e 8000 anos BP; Período II: entre 8.000 e 10.000 anos BP; Período I: anterior a 10.000 BP.



### 3.2 RIQUEZA TAXONÔMICA

O número total de carvões analisados correspondeu a 1.189 fragmentos, dentre os quais 851 foram válidos, ou seja, apresentaram condições para descrição e determinação taxonômica (Tabela 1, Apêndice V e VI).

Tabela 1. Riqueza e diversidade taxonômica para os conjuntos de carvões do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.

	IV	III	II	I	Total
<b>Nº de carvões</b>	239	202	203	207	851
<b>Riqueza</b>	101	49	74	62	262
<b>Famílias</b>	24	22	23	17	36
<b>Diversidade (Shannon)</b>	4,16	3,38	4,08	3,57	

As causas da eliminação de carvões para análise foram principalmente a ocorrência de nó (72), casca (73) e fragmentos de frutos e sementes (168) e, em menor proporção, a ocorrência de vitrificação parcial ou completa do fragmento (9), estipe (8), fragmento muito pequeno (3), tubérculo (2), tecido de monocotiledônea (1), madeira podre carbonizada (1) e diagênese (1).

As análises antracológicas permitiram o reconhecimento de 262 morfotipos pertencentes ao grupo das angiospermas, dos quais 106 foram identificados até gênero ou família. Foram catalogadas 35 famílias botânicas, entre as quais Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Vochysiaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae e Lauraceae foram as mais representativas em número de morfotipos. Os gêneros mais frequentes foram *Mimosa* sp., *Callisthene/Qualea* sp., cf. *Anadenanthera* sp., Rubiaceae, cf. *Piptadenia* sp. e *Psychotria* sp, nesta ordem de importância. É válido ressaltar que *Mimosa* sp. e *Callisthene/Qualea* sp. representaram 14% do total das amostras válidas (Figura 11).

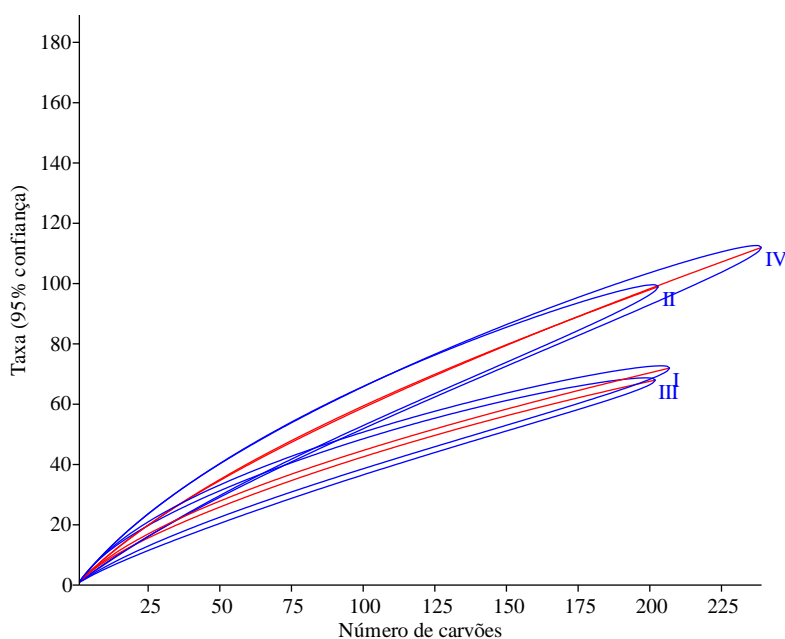
Período I (11.500 a 10.000 anos cal BP) – este corresponde ao conjunto de carvões mais antigos do sítio e onde foram identificados 72 taxa. As famílias representadas foram Anacardiaceae, Bignoniaceae, Calophyllaceae, Chrysobalanaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapindaceae e Vochysiaceae. Os taxa mais representativos foram *Callisthene/Qualea* sp., *Piptadenia* sp., *Mimosa* sp., *Psychotria* sp., Chrysobalanaceae, *Byrsonima* sp., *Sapium* sp., Lauraceae, *Qualea* sp., *Myrcia* sp., *Vochysia* sp., Sapindaceae, *Tabebuia* sp., Fabaceae Mimosoideae 1., *Miconia* sp., *Cedrela* sp., *Anadenanthera* sp. e Anacardiaceae 1. A curva de rarefação demonstra uma acentuada aproximação em relação ao período III quanto à diversidade taxonômica (Figura 12).

Figura 11. Carvões arqueológicos de *Mimosa* sp. (A-C) e *Callisthene/Qualea* sp. (G-I) e respectivos correspondentes modernos *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby (E-F) e *Callisthene microphilla* Warm. (J-K), sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.





Figura 12. Curva de rarefação para os conjuntos de carvões para os períodos de ocupação no sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



As informações arqueológicas para esse período revelaram uma indústria lítica em que se praticavam técnicas menos elaboradas, predominando instrumentos mais simples (MAIA, 2017). Essas atividades demonstram uma importante ocupação e uso do espaço, onde as práticas que demandavam o uso do fogo eram recorrentes, dentre as quais pode ser destacada a preparação de alimentos. Os dados antracológicos sugerem que a representação do ambiente de floresta foi predominante, sendo expressivo o acesso à lenha de *Piptadenia* sp., Sapindaceae, Lauraceae e Chrysobalanaceae. Ressalta-se que *Piptadenia* sp. não é um gênero relevante em inventários de florestas modernas de Carajás, mas parece ter sido importante na história do uso dessa vegetação. O segundo ambiente mais expressivo foi a vegetação de canga, onde infere-se que o potencial de *Mimosa* sp. e *Callisthene/Qualea* sp. como combustível foi reconhecido durante as primeiras ocupações, já que a frequência destes se sobressaiu em relação a *Sapium* sp. e *Tibouchina* sp., ambos igualmente recorrentes na canga. Finalmente, destaca-se que diversas plantas identificadas podem ser encontradas tanto na floresta como na canga, a exemplo de *Psychotria* sp., *Byrsonima* sp., *Myrcia* sp. e *Jacaranda* sp. (SANTOS, 2017).

Os dados da presente pesquisa corroboram as constatações palinológicas e de sedimentação lacustre para a Serra Sul, quanto às características ambientais deste período, definido por alguns autores como ótimo climático de Carajás (SIFEDINE et al., 2001). Os estudos realizados na Serra Sul demonstraram que o componente arbóreo/arbustivo estava em ascensão na transição Pleistoceno/Holoceno, entre 12.000 e 10.000 anos BP, o que é sustentado pela presença de Melastomataceae/Combretaceae, Moraceae/Urticaceae, Celtis, Fabaceae

*Anacardiaceae*, *Alchornea/Aparisthium* e *Cecropia*, ao mesmo tempo em que decresceram as frequências de *taxa* como *Poaceae* e *Borreria* (ABSY et al. 1991; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012). No entanto, ressalta-se que essa comunidade não representa necessariamente o ecossistema florestal característicos das vertentes, mas sim uma vegetação parecida com a canga moderna, que além de *Poaceae* e *Borreria* é também representada por espécies de porte arbóreo e arbustivo. Os dados antracológicos complementam essas informações para a canga ao comprovar a ocorrência dos *Mimosa*, *Callistene/Qualea* e *Tibouchina* para este período. Além disso, as frequências de microcarvões também foram baixas, sugerindo o estabelecimento de um período com menor incidência de incêndios e com períodos chuvosos mais acentuados (HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012), o que influenciou inclusive na elevação da matéria orgânica nos lagos na Serra Sul (SIFEDINE et al., 2001).

Período II (10.000 a 8.000 anos cal BP) – apresentou a segunda maior riqueza, com 99 *taxa*. As famílias representadas foram *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Araliaceae*, *Arecaceae*, *Bignoniaceae*, *Calophyllaceae*, *Erythroxylaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Malpighaceae*, *Melastomataceae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Nyctaginaceae*, *Rubiaceae*, *Salicaceae*, *Sapindaceae*, *Sapotaceae* e *Vochysiaceae*. Os *taxa* mais frequentes foram *Callisthene/Qualea* sp., *Vochysiaceae* 1, *Piptadenia* sp., *Psychotria* sp., *Mimosa* sp., *Tabebuia* sp., *Melastomataceae* 1., *Miconia* sp., *Sapindaceae* 1., *Myrtaceae* 1, *Anadenanthera* sp., *Anacardiaceae* 3, *Caraipa* sp., *Calycophyllum* sp. e *Sapium* sp. Entre as ocupações mais antigas, este foi o que mais se aproximou do período IV quanto aos padrões de diversidade, o que pode estar relacionado com o cenário climático, provavelmente mais úmido.

As características ambientais neste período do Holoceno inferior configuram-se com uma progressão da importância da comunidade arbórea e arbustiva em número de *taxa* e de fragmentos de carvão, além de um decréscimo na representação espécies da canga. Nesse cenário climático, as condições ótimas prosseguiram principalmente em torno dos 9.000 anos BP, quando se observam máximos na representação da comunidade de plantas lenhosa nos resultados palinológicos (ABSY et al. 1991; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012), o que provavelmente foi favorável à continuidade da presença humana, a qual parece ter passado por mudanças culturais. Os assentamentos humanos na Capela apresentam uma cultura material diferenciada em relação ao período anterior, já que passam a ser observados instrumentos com retoques unifaciais mais elaborados, indicando uma outra ocupação ou ainda a um grupo de lascadores mais especializados, principalmente a partir de 9.520 anos BP (MAIA, 2017).

Ao se aproximar dos 8.000 anos BP, verifica-se uma mudança de tendência na representação palinológica, o que demonstra que no final deste intervalo, já ocorria uma transição para um outro cenário climático, com maior variabilidade nos regimes de chuva (ABSY et al. 1991; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012). De acordo com Siffedine et al. (2001), a partir de 8.900 anos BP passam a ser observadas microlaminações, ora de carvões, ora de espículas de esponja, no sedimento de lagos da Serra Sul, indicando períodos com condições mais secas e com incidência de incêndios, alternados com períodos úmidos mais breves. Ademais, destaca-se que as datações para o Sudeste paraense se tornam menos frequentes a partir de 8.500 anos BP, assim como no sítio Capela, denotando um impacto negativo dessas mudanças para a permanência humana no ambiente serrano de Carajás.

Período III (8.000 a 3.000 anos cal BP) – relacionada a uma cultura pré-ceramista recente, com 68 *taxa*, apresentou menor riqueza que as demais, sendo que as famílias observadas foram Anacardiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Calophylaceae, Celastraceae, Chrysobalanaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malpighaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Salicaceae e Vochysiaceae. Dentre os *taxa* encontrados, aqueles que se sobressaíram foram *Mimosa* sp., *Callisthene/Qualea* sp., *Anadenanthera* sp., *Qualea* sp., *Piptadenia* sp., *Capirona* sp., *Tabernaemontana* sp., Chrysobalanaceae 1., *Myrcia* sp., *Eugenia* sp., Salicaceae 1. E *Sclerolobium* sp. Os dados representados na curva de rarefação confirmam sua menor expressividade quanto à diversidade.

Esse intervalo está relacionado ao Holoceno médio e abrange um conjunto de sucessivas alterações nas condições climáticas e ambientais, documentadas não apenas para Carajás, mas em outras regiões do Brasil (ABSY et al, 1991; ARAUJO et al., 2006). A representação da vegetação de canga é superior em relação aos demais períodos quanto ao número de fragmentos de carvão, mas é restrita à *Mimosa* sp. e *Callisthene/Qualea* sp.

Os dados palinológicos para região demonstram que Poaceae e plantas herbáceas características da canga alcançaram suas frequências mais elevadas nesse momento (ABSY et al. 1991; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012), sugerindo o estabelecimento de comunidade vegetais menos densas, o que provavelmente é resultado de maior frequência de incêndios, já que também ocorreram picos na presença de carvões no sedimento dos lagos da Serra Sul, principalmente entre 7.800 e 4.500 anos cal BP (HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012). Os registros em sedimento do lago na N4, na Serra Norte, igualmente apontam para uma elevação acentuada na frequência de carvões, indicando condições mais secas entre 7.450 anos cal BP e 4.750 anos cal BP (CORDEIRO et al. 2008).



As mudanças ambientais no Holoceno Médio têm sido referenciadas como fatores críticos para a subsistência humana na América do Sul e de acordo com (ARAUJO et al., 2006), pode ter causado o abandono de locais ou a depopulação de alguns grupos. No caso da Serra Sul, verifica-se que as datações radiocarbônicas de sítios arqueológicos neste período são mais raras. Esse cenário pode estar relacionado às condições mais secas e diminuição dos níveis dos lagos, podendo ter comprometido a permanência humana mais duradoura ali, sendo possível o estabelecimento maior nas áreas mais baixas, próximas aos cursos dos principais rios. Outro dado importante verificado no sítio Capela refere-se à uma menor frequência de carvões arqueológicos neste período, o que pode indicar menor intensidade de uso do fogo como consequência de ocupações menos duradouras. Desta maneira, é possível que os incêndios frequentes nesse período estejam mais relacionados a causas naturais que pela ação antrópica.

Período IV (3.000 a 150 anos cal BP) – apresentou a maior riqueza e diversidade de morfotipos (112), sendo representado pelas famílias Annonaceae, Arecaceae, Bignoniaceae, Calophylaceae, Chrysobalanaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Olacaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Salicaceae, Sapindaceae, Solanaceae e Vochysiaceae. Os morfotipos que se destacam são, em ordem de importância, Fabaceae 1, cf. *Anadenanthera* sp., *Mimosa* sp., Rubiaceae 1, Sapindaceae 1, *Tabebuia* sp., *Callisthene/Qualea* sp., Euphorbiaceae 1, Lauraceae 1, *Psychotria* sp., *Piptadenia* sp., Fabaceae 2, *Caraipa* sp., Fabaceae 3, *Qualea* sp., *Alchornea* sp., *Casearia* sp. e Lecythidaceae 1. A curva de diversidade para este período se sobressaiu em relação às demais (Figura 12).

A expressividade dos *taxa* de floresta sugere a relevância desse ambiente durante os estágios mais recentes do Holoceno superior. O contexto palinológico demonstra uma ascensão na representação de *Alchornea/Aparisthium* sp., *Celtis* sp., Melastomataceae/Combretaceae, *Zanthoxylum* sp., *Cecropia* sp e *Trema* sp., enquanto que Poaceae sofre um acentuado decréscimo (ABSY et al. 1991; HERMANOWSKI; COSTA; BEHLING, 2012; ALIZADEH et al., 2017).

De acordo com Sinffedine et al. (2001), houve uma retomada na sedimentação orgânica nos lagos estudados na Serra Sul a partir de 4.000 anos BP (4.500 anos cal BP). No entanto, essa retomada das condições favoráveis ao estabelecimento de *taxa* arbustivos e arbóreos parece não ter sido estável, principalmente entre 2.700 e 1.500 anos BP (2.780-1.360 anos cal BP), devido à presença de microcarvões e menor quantidade de constituintes detríticos, sugerindo períodos mais secos e a recorrência de incêndios.

Os dados de cronologia e a frequência de carvões arqueológicos tornam-se mais abundantes neste período, sugerindo que as condições locais foram favoráveis à permanência humana no sítio Capela, quando já se apresentavam registros de uma cultura ceramista (MAGALHÃES et al., 2016).

Ao longo dos diferentes períodos de ocupação nota-se que houveram dois hiatos, um em aproximadamente 8.000 anos e outro em torno de 3.000 anos (Figura 13). Durante as diferentes ocupações, as tipologias florestais foram semelhantes às aquelas observadas na flora moderna, porém com variações na representatividade de cada uma ao longo do tempo (Figura 14a). O ambiente de floresta foi o mais expressivo em número de *taxa* (n=73), seguido da vegetação de transição (n=13) e da vegetação de canga (n=6) (Figura 14 b, c, d, e). No ambiente de floresta destacaram-se *Anadenanthera* sp., *Allophylus/Cupania/Matayba* sp., *Qualea* sp. e Lauraceae. Alguns *taxa* comuns à floresta e canga se destacaram, tais como *Psychotria* sp., *Byrsonima* sp., Euphorbiaceae 1, e *Myrcia* sp. Já no ambiente de canga, *Mimosa* sp. e *Callisthene/Qualea* sp. se destacaram e também foram os mais importantes no conjunto analisado. Além disso, estes últimos têm como correspondentes as espécies mais dominantes na canga moderna, conforme inventários realizados na região (SILVA; SECCO; LOBO, 1996; RAYOL, 2006).

Apesar do ambiente de floresta ser mais representativo em riqueza, os *taxa* de canga tiveram elevada contribuição no conjunto amostral, o que evidencia a relevância dessas plantas para a captação de lenha no passado (Figura 14 b).

Quanto à variação identificada entre ambientes, ressalta-se uma progressão na representação da floresta, o que reforça os dados palinológicos levantados por Absy et al. (1991) e Hermanowski, Costa e Behling (2012, 2015) para a Serra Sul. Segundo esses autores, a evolução da flora de Carajás no Holoceno foi marcada por importantes oscilações climáticas, com avanço da cobertura florestal no Holoceno inferior, seguido de recuo no Holoceno médio, voltando a expandir-se no Holoceno superior, conforme a consolidação dos padrões climáticos semelhantes aos do período atual.

Figura 13. Datações radiocarbônicas para períodos de ocupação no sítio Capela, Floresta nacional dos Carajás, Pará. Os intervalos de confiança para as datas calibradas foram baseados na curva SHCal-13 (HOGG et al. 2013), adotando-se um nível de probabilidade de 95% (2 sigmas). Gráfico gerado no programa OxCal 4.2 (BRONK RAMSEY, 2009).

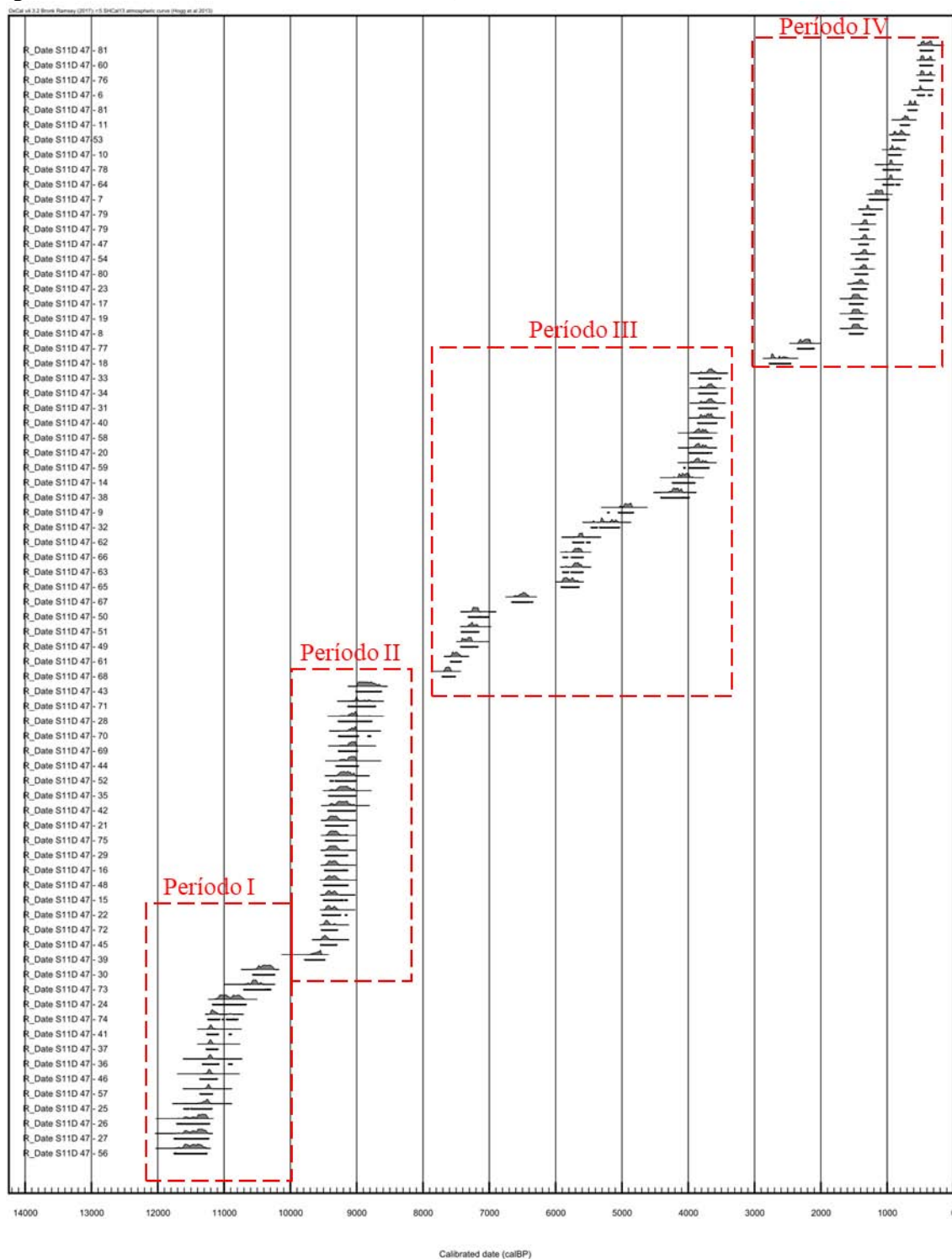
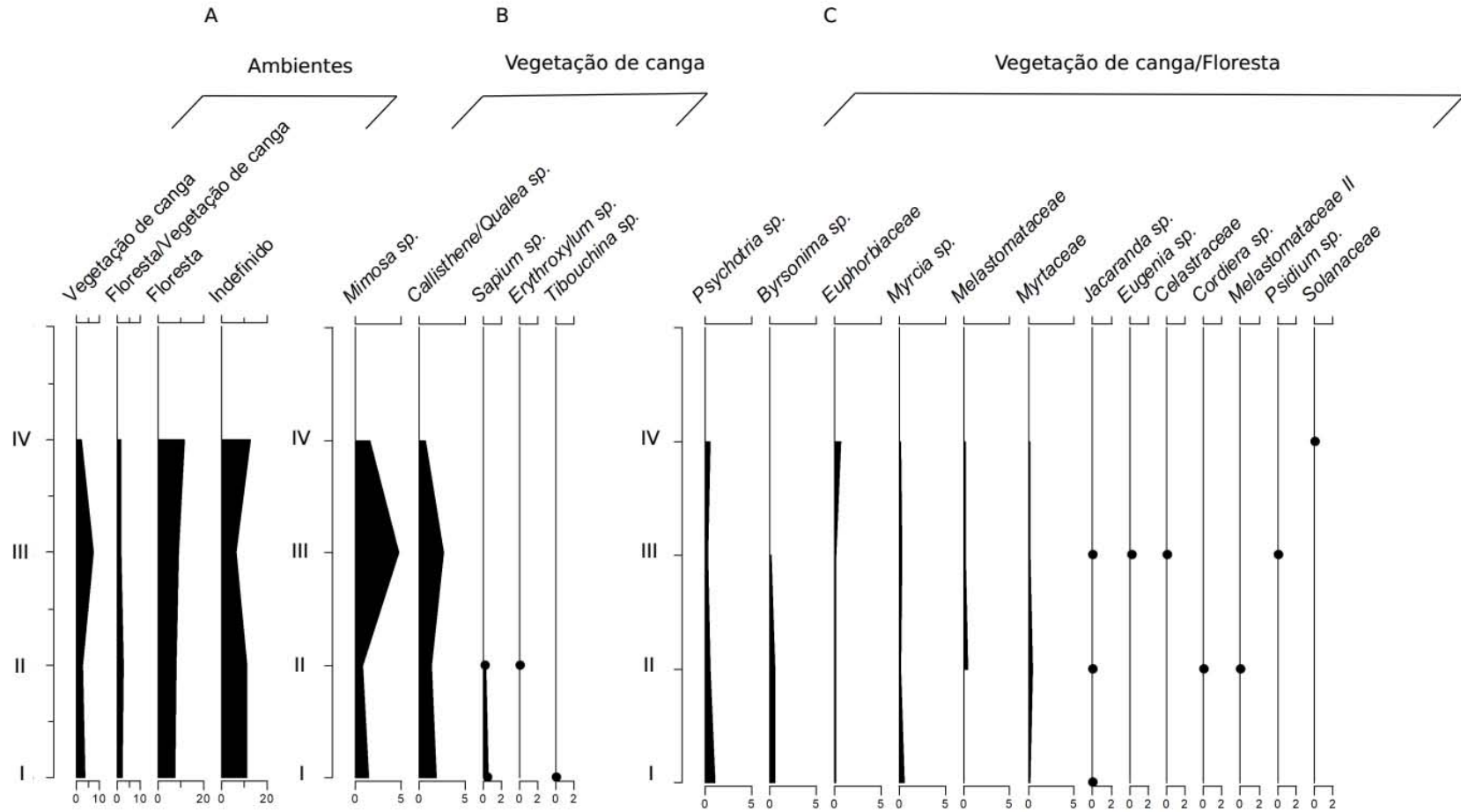
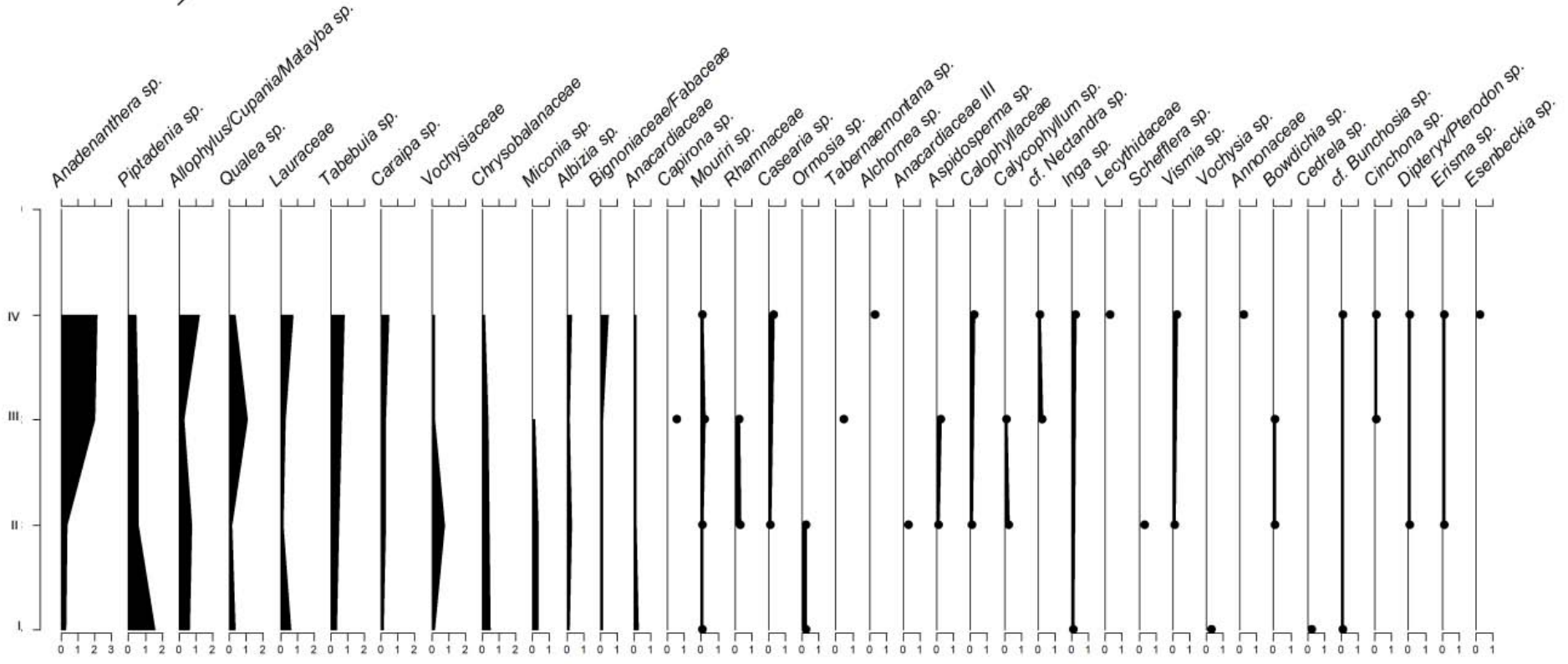


Figura 14. Diagrama antracológico com valores percentuais para *taxa* em quatro períodos de ocupação no Holoceno, Sítio Capela, Floresta Nacional dos Carajás, Pará. A: Tipos de ambientes; B: *Taxa* de vegetação de canga; C: *Taxa* de vegetação de canga e floresta; D-E: *Taxa* de floresta.



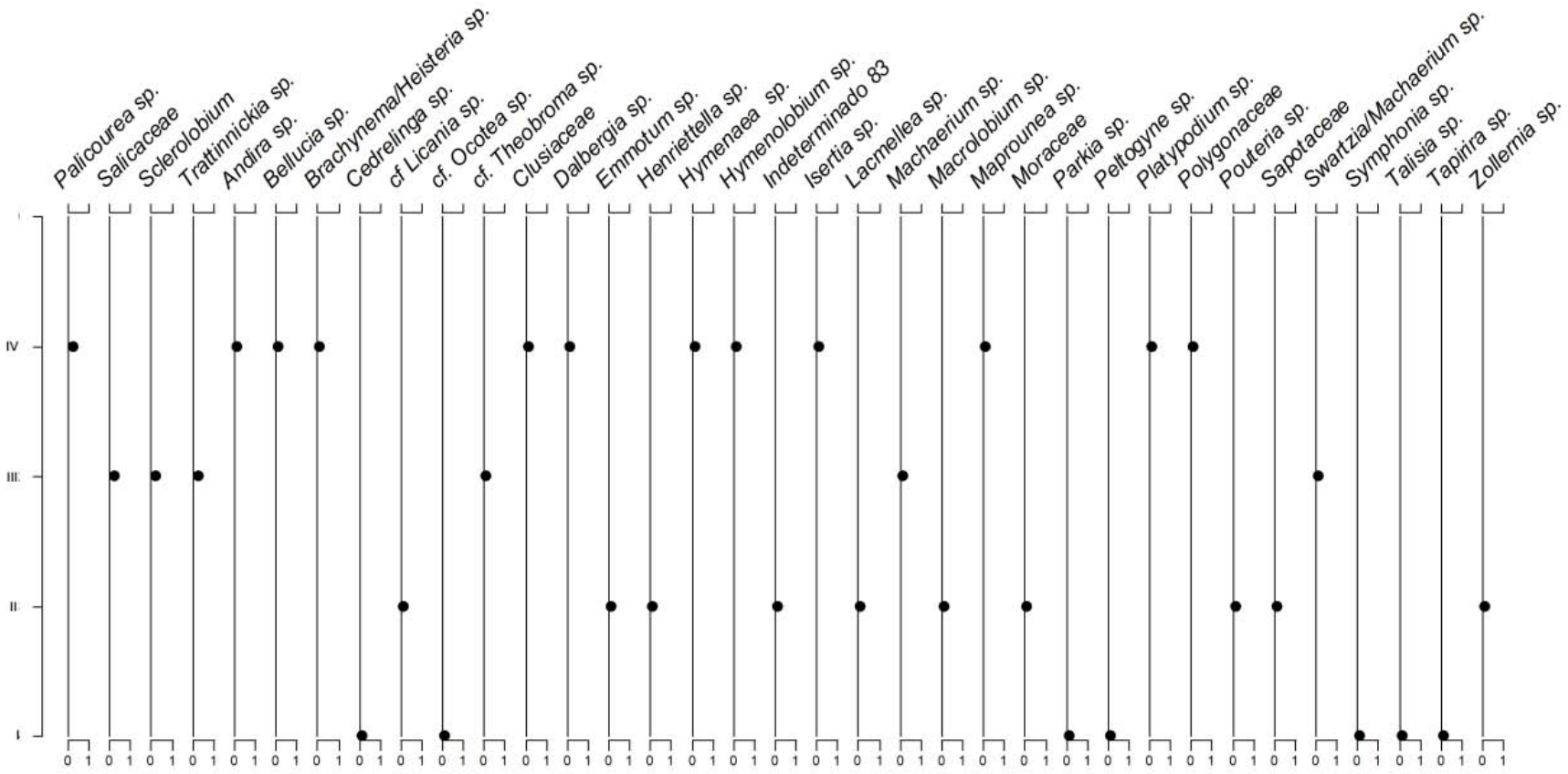
D

Floresta



E

Floresta



### 3.2 CALIBRE DA LENHA UTILIZADA

A frequência de ramos com calibres menores que 10 cm (C1 e C2) foi predominante, alcançando conjuntamente 85% do total de fragmentos amostrados (Figura 15). Em todas os períodos, o calibre 2 (C2) se sobressaiu, com exceção do período III, onde o calibre 1 (C1) foi mais frequente. Com relação ao calibre 3, este foi o menos frequente em todos os períodos de ocupação. Observou-se que as distribuições podem ser diferenciadas dependendo do *taxa*, o que ficou bastante claro entre aqueles mais frequentes. *Callisthene/Qualea* sp. apresentou um maior percentual de fragmentos com calibre 3 (C3), quando comparado a *Mimosa* sp. ou *Psychotria* sp. (Figura 16).

Figura 15. Calibre de lenha carbonizada no sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.

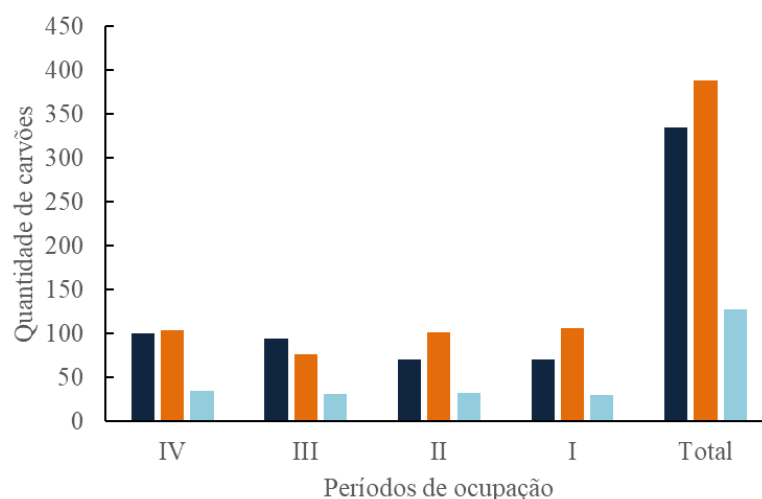
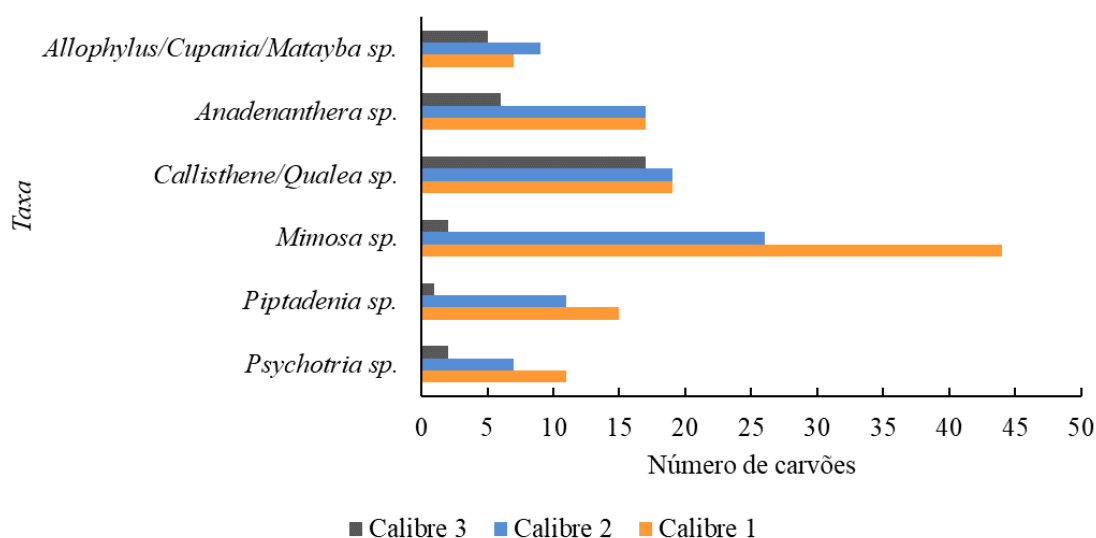


Figura 16. Calibre de lenha carbonizada para *Allophylus/Cupania/Matayba* sp., *Anadenanthera* sp., *Callisthene/Qualea* sp., *Mimosa* sp., *Piptadenia* sp. e *Psychotria* sp., sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.





### 3.3 USO DE MADEIRA MORTA

Foi verificado em 45 carvões a presença de tecido com sinais de podridão, galerias de insetos, além de hifas e esporos de fungos carbonizados (Figura 17). Essas características sugerem que parte da matéria-prima obtida incluía o aproveitamento de madeira morta, prática constatada ao longo das diferentes ocupações. Tais registros ocorreram para *Caraipa* sp., *Mimosa* sp., *Sclerolobium* sp., Fabaceae 1, Fabaceae Mimosoideae 1, Lauraceae, *Miconia* sp., Myrtaceae, *Brachynema/Heisteria* sp., *Psychotria* sp., Rubiaceae, Sapindaceae, *Callisthene/Qualea* sp., *Erisma* sp., *Qualea* sp. e mais quatro tipos não determinados. Dentre os tipos citados, destaca-se *Mimosa* sp. com 6 fragmentos (Figura 18).

Figura 17. Frequência de carvões com sinais de podridão, galerias de insetos ou com presença fungos para os períodos de ocupação I, II, III e IV, sítio Capela, Carajás, Pará.

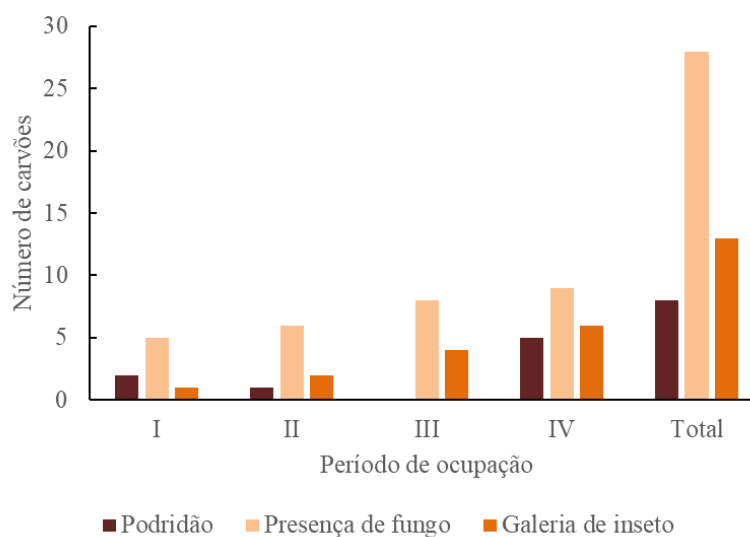
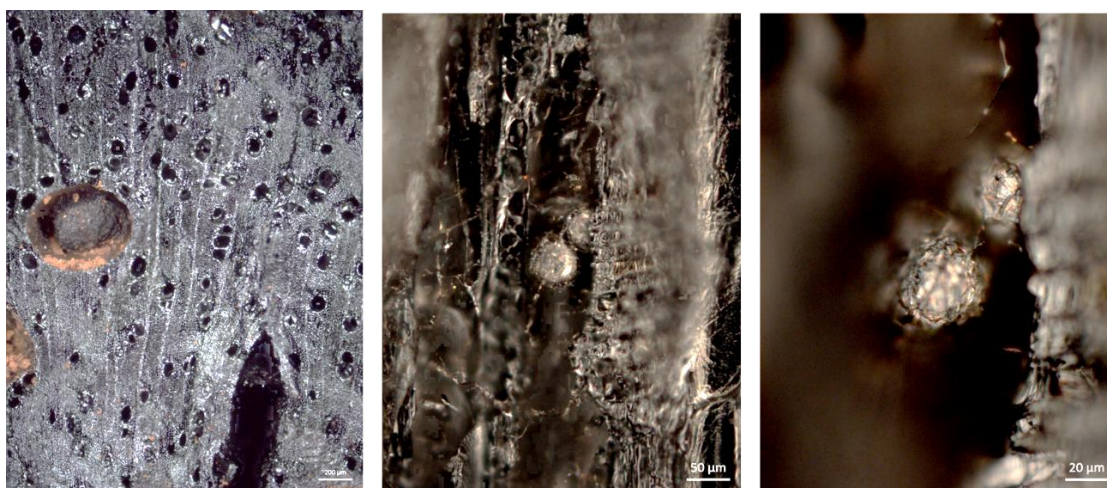


Figura 18. Carvões com indicadores de uso de madeira morta no sítio Capela, Carajás, Pará. A: galeria de inseto em carvão de *Mimosa* sp., B, C: carvão de morfotipo indeterminado com esporos e hifas carbonizadas.



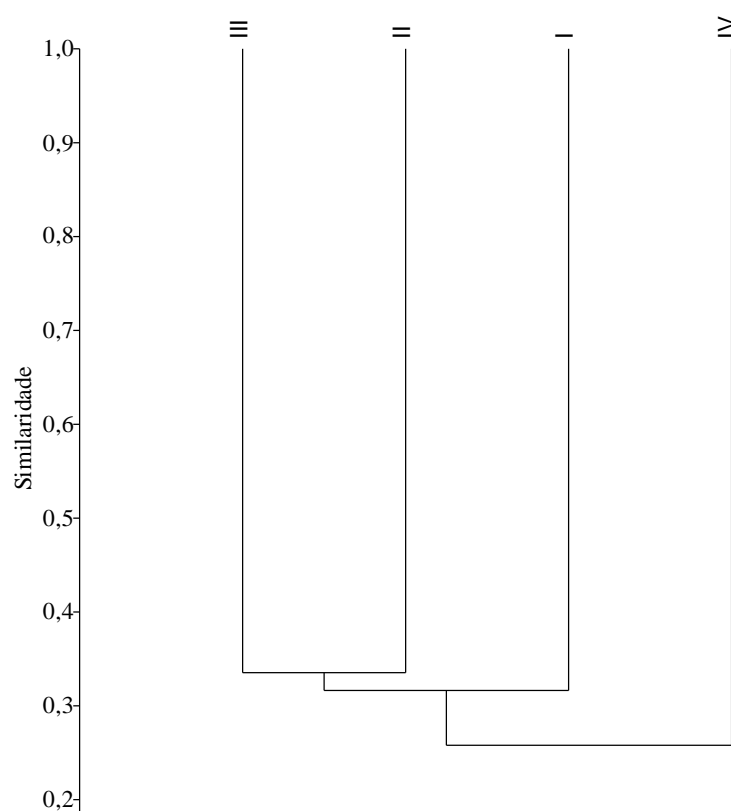
### 3.4 SIMILARIDADE ENTRE OS PERÍODOS DE OCUPAÇÃO

A maior similaridade quanto à composição taxonômica ocorreu entre os períodos II x III (0,34), seguido de IIIxI e IIxI, com índices 0,33 e 0,30, respectivamente. O período IV (ceramista) apresentou-se mais distante em relação aos demais, com índices inferiores a 0,41 (Tabela 3). Os padrões de similaridade entre os períodos na estrutura diagramática em *cluster* também representou bem os agrupamentos constatados acima, sendo importante avaliar quais *taxa* contribuíram para isso (Figura 19).

Tabela 2. Matriz de similaridade de Sørensen para os *taxa* identificados no conjunto de carvões do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.

	Período IV	Período III	Período II	Período I
Período IV	1,00			
Período III	0,27	1,00		
Período II	0,25	0,34	1,00	
Período I	0,26	0,33	0,30	1,00

Figura 19. Dendrograma de similaridade de Sørensen para os *taxa* identificados no conjunto de carvões do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará.



### 3.5 CONTRIBUIÇÃO À ARQUEOBOTÂNICA EM CARAJÁS

As informações sobre as ocupações nos sítios de Carajás já são bastante convincentes quanto à antiguidade da presença de grupos humanos na região e de que se tratam de ocupações distintas. No que se refere àqueles que se deram nos períodos mais recentes, a intensidade de uso do fogo foi claramente mais expressiva, com uma grande concentração de carvões no sedimento. Dentre outros aspectos que certamente demandam o uso do fogo, que muito provavelmente se deram ali, destaca-se o preparo de alimentos, tendo em vista a presença fragmentos de vasilhas com fuligem e carbonização interna, além de um assador. Outro indicador indireto seria a presença de recursos utilizados na fase inicial de ignição, como resinas, recuperadas até o momento apenas nas ocupações ceramistas. Os dados antracológicos não permitiram avaliar se esses assentamentos eram permanentes ou temporários com reocupação, mas pela assembleia de materiais carpológicos (ver Capítulo 2), é possível sugerir que estes pudessem ocorrer tanto em período chuvoso quanto seco, já que existem vestígios de plantas cuja produção de frutos é compatível com ambas estações.

Quanto aos períodos mais antigos, apesar da intensidade de queimas ser relativamente menor, o uso do fogo foi muito importante durante aquelas ocupações. A utilização do espaço nesses períodos incluía a confecção de artefatos líticos, atividade que se deu de maneira intensa e que sofreu modificações ao longo do tempo (MAIA, 2017). A construção de fogueiras era essencial durante estas atividades e provavelmente incluía a preparação de alimentos. Nestes locais também foram recuperados restos de frutos e sementes carbonizados, sobretudo o endocarpo de palmeiras (Arecaceae). O aproveitamento de plantas dessa família foi estratégico para esses grupos, sendo possível que houvesse o uso da polpa e endosperma como alimento e o aproveitamento do endocarpo como combustível. A relevância das palmeiras na alimentação das populações mais antigas é inquestionável (ROOSEVELT et al., 1996; CASCON, 2010, MAGALHÃES et al., 2016). A presença dessas plantas em sítios de Carajás é comum, havendo representantes de áreas inundáveis (*Mauritia* sp.) e de terra-firme (*Astrocaryum* sp. e *Oenocarpus* sp.), todas preservada por carbonização. Para o sítio Capela, nota-se que um longo processo de interação humana com este grupo ocorreu ali, o que provavelmente contribuiu na promoção de suas espécies no entorno de lagos, ilhas de vegetação e nas florestas de vertente (cf. SANTOS, 2017).

Os mecanismos de captação de lenha ao longo do tempo incluíam o acesso a ambientes diferentes nos arredores da Capela, compreendendo a vegetação florestal (floresta ombrófila e

floresta estacional) e não florestal (vegetação de canga). Plantas da vegetação de canga, associadas aos *taxa Mimosa* e *Callisthene/Qualea* podem ser consideradas como um grupo que foi importante ao longo de todas as ocupações. O gênero *Mimosa* é representado na vegetação moderna por pelo menos duas espécies, sendo que a *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby é a mais importante na estrutura da vegetação tanto na canga, onde está entre as três espécies dominantes, como nos ambientes florestais e áreas de transição entre a canga e a floresta. O uso combustível desta espécie é bastante familiar em algumas regiões do Nordeste brasileiro, região onde é conhecida como jurema-preta que também tem importante valor ritual (BRAGA, 1960; ALBUQUERQUE, 1997; SOUZA et al., 2008).

Os gêneros *Callisthene* e *Qualea* não puderam ser separados. Embora ambos estejam representados na vegetação moderna, o primeiro se sobressai e, neste caso, é representado por uma única espécie, *Callisthene microphylla* Warm. Esta é uma planta típica de vegetação de altitude no Brasil, sendo que em Carajás está presente em diversos pontos da canga, onde chegou a estabelecer algumas comunidades onde sua dominância prevalece (SILVA; SECCO; LOBO, 1996; RAYOL, 2006; SANTOS, 2017). Esses ambientes, inclusive, foram denominados por Cleef e Silva (1994) como florestas de *Callisthene*.

As interpretações sobre calibre devem ser tomadas considerando tanto a perspectiva cultural quanto ecológica. Para o conjunto total de recursos representados, verifica-se uma super-representação de fragmentos com calibre C1 e C2. No entanto, essa proporção geral pode variar quando se observam alguns dos *taxa* individualmente. Quando se tomaram dados de alguns dos *taxa* mais abundantes, as distribuições foram diferenciadas, o que pode ser um reflexo da característica ecológica da cada um, associada ao comportamento humano quanto à coleta de lenha. Os carvões de *Mimosa* sp., predominantes em calibres C1 e C2, refletem muito aproximadamente as características dendrológicas do seu correspondente moderno, uma espécie de hábito arbustivo, cujos valores de diâmetro raramente ultrapassam 14 cm, conforme dados de 207 indivíduos inventariados por Santos (2017) tanto na Serra Norte como na Serra Sul. Quanto à *Psychotria* sp., esta encontra-se exclusivamente representada por calibres 1 e 2, o que é de certa forma esperado para plantas deste gênero que frequentemente assumem hábito herbáceo-arbustivo. Para *Callisthene/Qualea* sp., apesar do predomínio dos calibres C1 e C2, os valores percentuais para C3 foram mais representativos que em *Mimosa* sp. e *Psychotria* sp. Sabe-se que seus correspondentes modernos (*Callisthene microphylla* e *Qualea acuminata* Spruce ex Warm.) são plantas arbóreas que podem atingir mais de 30 cm de diâmetro, o que

certamente influenciou na sua maior representatividade percentual para o calibre C3 (SANTOS, 2017).

A provisão de madeira seca na vegetação de canga pode ter sido um fator favorável na escolha da lenha, mas é influenciado de várias maneiras, como período da coleta. O teor de umidade pode ser um fator diferenciado entre as plantas dos ecossistemas de Carajás. Tanto *Callisthene microphylla* quanto *Mimosa acutistipula* perdem sua folhagem, especialmente no período seco, ganhando aspecto de “planta morta”, com grande produção de ramos secos a cada ano. Essa é uma característica da vegetação xeromórfica, dominante na vegetação de canga. Além disso, apresentam porte relativamente baixo, facilitando a coleta de recursos lenhosos.

A coleta de madeira morta foi verificada em todas as ocupações, mas a proporção para o total da amostra foi baixa, o que pode ser indício do aproveitamento madeira verde. As ocupações pré-ceramistas foram as que apresentaram menor proporção de sinais de madeira morta, sendo difícil explicar sobre o significado dessa diferença neste momento. A princípio pode estar, de fato, relacionado ao menor uso de madeira morta. Por outro lado, o seu uso poderia ser importante, mas a preservação desse material foi comprometida, conforme os argumentos de Théry-Parisot, Chabal e Chrzavzez (2010) a respeito da maior fragmentação dos carvões de madeira morta ao longo do tempo.

## CONCLUSÃO

O trabalho demonstrou que o longo dos diferentes processos históricos de ocupação do Sítio Capela, as plantas dos ambientes de floresta, canga e vegetação inundada com palmeiras foram estratégicas para a provisão de madeira para a subsistência humana. Além disso, foi constatado que houve uma variação na composição, riqueza e diversidade taxonômica para o conjunto de carvões entre as diferentes ocupações, sendo que as maiores diversidades e intensidades de uso do fogo aconteceram no Holoceno inferior (11.500-10.000 anos cal BP) e Holoceno superior (3.000-150 anos cal BP), quando ocorrem mudanças culturais e o estabelecimento de condições climáticas ótimas. Ressalta-se que algumas espécies foram preferidas, porém a diversidade de plantas fornecedoras de lenha nos ambientes locais parece ter dispensado a superexploração de uma única espécie, uma vez que a comunidade de plantas utilizadas de maneira geral era muito diversificada.

Em se tratando da similaridade taxonômica entre a flora antiga e a moderna, a pesquisa demonstrou que as fitofisionomias encontradas hoje em Carajás sempre estiveram presentes ali,

apesar de terem ocorrido oscilações em sua representação, podendo-se destacar que a importância do componente florestal progrediu ao longo do tempo.

Com relação à economia do combustível, foi evidenciado que as populações locais tinham um grande conhecimento sobre as espécies fornecedoras de combustível e desenvolveram sistemas de captação de recursos lenhosos que privilegiavam caules e ramos de diâmetros menores, por vezes aproveitando-se a madeira morta encontrada principalmente na floresta e na vegetação de canga.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Geomorfologia da Região. In: ALMEIDA JÚNIOR, J. M. G. (Ed.), **Carajás, Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento**. São Paulo: CNPq/Brasiliense, 1986. p. 88-124
- ABSY, M. L. et al. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Paris, v.312, n. 2, p. 673-78, 1991.
- ALBUQUERQUE UP. **Folhas sagradas: as plantas litúrgicas e medicinais nos cultos afro-brasileiros**, Recife: Universitária da UFPE, 1997.
- ALIZADEH, K.; MATTHIAS, I.; RODRÍGUEZ-ZORRO, P. A.; HERMANOWSKI, B.; da COSTA, M. L.; BEHLING, H. Forest-savanna boundary shift on the plateau of Serra Sul dos Carajás (southeastern Amazonia) since the mid-Holocene; driving forces and limiting factors. **Quaternary International**, [s.l.], v. 449, p. 12-21, 2017.
- ARAÚJO, A. G. M.; PILO, L. B.; NEVES, W. A.; ATUI, J. P. V. Human occupation and paleoenvironments in South America: expanding the notion of an "Archaic Gap". **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, n. 15-16, p. 3-35, 2006.
- ARCHIBALD, S.; STAVER, A. C.; LEVIN, S. A. Evolution of human-driven fire regimes in Africa. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.109, n. 3, p. 847-852, 2012.
- AZEVEDO, L. W.; SCHEEL-YBERT, R. Estudo de fogueiras e antracologia em contexto Proto-Jê do Sul. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v.27, p. 231-237, 2017.
- BACHELET, C.; SCHEEL-YBERT, R. Landscape and firewood selection in the Santa Elina rock shelter (Mato Grosso, Brazil) during the Holocene. **Quaternary International**, [s.l.], v.431, p. 52-60, 2017.
- BEAUCLAIR, M. et al. Fire and ritual: bark hearths in South-American Tupiguarani mortuary rites. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v.36, p. 1409–1415, 2009.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste: especialmente do Ceará**. Editora Universitaria da UFRN, 1960.
- CAROMANO, C. F. et al. Revealing fires and rich diets: macro-and micro-archaeobotanical analysis at the Hatahara Site, Central Amazonia. **Tipití: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America**, [s.l.], v.11, p. 40–51, 2013.

- CASCON, L. M. **Alimentação na floresta tropical: Um estudo de caso no sítio Hatahara, Amazônia Central, com base em microvestígios botânicos**. 2010. 195f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- CHABAL, L. **Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive): l'anthracologie, méthode et paléoécologie**. Paris: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1997.
- CLEEF, A., SILVA, M.F.F. Plant communities of the Serra dos Carajás (Pará), Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. série Botânica**, Belém-PA, v.10, n.2, p.269–281, 1994.
- COOPER, J. M. Processos de fazer fogo. In: RIBEIRO, B.; RIBEIRO, D. (Eds.). **Suma etnológica brasileira: tecnologia indígena**, v.2, 1987, p. 109-117.
- CORDEIRO, R. C. et al. Holocene fires in East Amazonia (Carajás), new evidences, chronology and relation with paleoclimate. **Global and Planetary Change**, Amsterdã-NL, v.61, n. 1, p. 49-62, 2008.
- DEBLASIS, P. et al. Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. **Arqueologia Sudamericana/Arqueologia Sul-Americana**, Cauca, v.3, n. 1, p. 29-61, 2007.
- DOTTE-SAROUT, E.; CARAH, X.; BYRNE, C. Not just carbon: assessment and prospects for the application of anthracology in Oceania. **Archaeology in Oceania**, Sydney, v.50, n. 1, p. 1–22, 2015.
- GELABERT, L. P.; ASOUTI, E.; MARTÍ, E. A. The ethnoarchaeology of firewood management in the Fang villages of Equatorial Guinea, central Africa: implications for the interpretation of wood fuel remains from archaeological sites. **Journal of Anthropological Archaeology**, [s.l.], v.30, n. 3, p. 375-384, 2011.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Bloomington-IN, v.4, n. 1, 9. 1-9, 2001.
- HERMANOWSKI, B.; COSTA, M. L.; BEHLING, H. Environmental changes in southeastern Amazonia during the last 25,000 year revealed from a paleoecological record. **Quaternary Research**, San Diego-CA, v.77, p. 138–148, 2012.
- HERMANOWSKI, B.; COSTA, M. L.; BEHLING, H. Possible linkages of palaeofires in southeast Amazonia to a changing climate since the Last Glacial Maximum. **Vegetation History and Archaeobotany**, [s.l.], v.24, n. 2, p. 279-292, 2015.
- HOUGH, A. C. **Method of and means for color striping wood strips**. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 1926.
- IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. In: WHEELER, E.A.; BAAS, P.; GASSON, P.E. (eds.). **IAWA Bulletin**, Leiden-NL, v.10, n. 3, p. 219-3323, 1989.
- IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. Brasília: IBAMA, 2003.
- JOHANNESSEN, S.; HASTORF, C. A. A history of fuel management (AD 500 to the present) in the Mantaro Valley, Peru. **Journal of Ethnobiology**, Flagstaff-AZ, v.10, p. 61–90, 1990.



- MAGALHÃES, M. P. **A Phýsis da Origem: o sentido da história na Amazônia**. Belém, Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, 2005.
- MAGALHÃES, M. P. et al. Carajás. In: MAGALHÃES, M. P. (org.). **Amazônia antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016, p. 259-308.
- MAGALHÃES, M. P. Evolução Antropomorfa da Amazônia. **Revista de História da Arte e Arqueologia**, Campinas-SP, n. 12, p. 5-38, 2009.
- MAGALHÃES, M. P., et al. **PACA SUL. 4º Relatório Técnico-Científico**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2014.
- MAIA, R. R. **A Tecnologia lítica dos antigos grupos humanos de Carajás: sítio Capela (PA-AT-337: S11D 47/48)**. 2017, 293 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia), Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
- MARGUERIE, D.; HUNOT, J.-Y. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. **Journal of Archaeological Science**, New York-NY, v.34, n. 9, p. 1417-1433, 2007.
- MARSTON, J. M. Unlocking ancient environmental change with the help of living trees. **Arnoldia**, Cambridge-MA, v.74, n.1, p. 14-22, 2016.
- MAURITY, C. W.; KOTSCHOUBEY, B. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1–Serra dos Carajás-PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. série Ciências da Terra**, Belém-PA, v.7, p. 331-362, 1995.
- MELO JÚNIOR, J. C. F.; MAGALHÃES, W. L. E. Anthracology of paleo-indian bonfires in central Brazil: Technological and paleoethnobotanical considerations regarding the use of forest resources in Lapa do Santo Rockshelter, Minas Gerais, Brazil. **Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología**, Bogotá, v.22, p. 137-161, 2015.
- NUNES, J. A. **Florística, Estrutura e Relações Solo-Vegetação em Gradiente Fitofisionômico Sobre Canga, na Serra Sul, Flona de Carajás – Pará**. 2009, 101f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- RAMOS, M. A.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S.; FELICIANO, A. L. P.; ALBUQUERQUE, U. P. Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. **Biomass and bioenergy**, Oxford, v.32, n. 6, p. 510-517, 2008.
- RAYOL, B.P. **Análise florística e estrutural da vegetação xerofítica das savanas metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: subsídios à conservação**. 2006, 87 f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006.
- RIBEIRO, R. J. et al. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.29, n. 2, p. 207-222, 1999.
- ROOSEVELT, C. A. et al. Paleo-Indian Cave Dwellers in the Amazon: the peopling of the Americas. **Science**. Washington-DC, v.272, n. 5260, p. 373-384, 1996.
- SANTOS, R. S. **Efeitos da ação humana na composição florística em sítios arqueológicos na Região de Carajás, Pará, Brasil**. 2017, 150f. Tese (doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia), Universidade Federal do Amazonas Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Manaus, 2017.

SCHEEL-YBERT, R. Anthrakos: an internet-accessible computer-aided key for charcoal identification. In: **IAWA Pan-American Meeting**. Recife, 2012.

SCHEEL-YBERT, R. et al. Proposta de amostragem padronizada para macrovestígios bioarqueológicos: antracologia, arqueobotânica, zooarqueologia. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v.15-16, p. 139-163, 2006.

SCHEEL-YBERT, R. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo-SP, v.9, p. 43–59, 1999.

SCHEEL-YBERT, R.; CAROMANO, C. F.; AZEVEDO, L. W. Of forests and gardens: landscape, environment, and cultural choices in Amazonia, Southeastern and Southern Brazil from C. 3000 TO 300 cal yrs BP. **Cadernos do LEPAARQ**, Pelotas-RS, v.13, n. 25, 2016.

SCHEEL-YBERT, R.; EGGERS, S. Novas perspectivas na reconstituição do modo de vida dos sambaquieiros: uma abordagem multidisciplinar. **Revista de Arqueologia**, Juiz de Fora-MG, v.16, p. 109–137, 2003.

SCOTT, A. C.; DAMBLON, F. Charcoal and its use in palaeoenvironmental analysis. In: 4th International Meeting of Anthracology, Brussels, Belgium, 8-13 September 2008. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Anais Elsevier Ltd, 2010, 8-13.

SIFEDDINE, A. et al. Variations of the Amazonian rainforest environment: a sedimentological record covering 30,000 years. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdã, v.168, n. 3-4, p. 221-235, 2001.

SILVA, M.F.F., SECCO, R., LOBO, M.G.A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.26, p. 17–44, 1996.

SILVEIRA, M. I. **Estudo sobre estratégias de subsistência de caçadores-coletores pré-históricos do Sítio Gruta do Gavião, Carajás (Pará)**. 1994, 160 f. Dissertação (Mestrado em arqueologia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1994.

SOUZA, R. S. O. et al. Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.): a review of its traditional use, phytochemistry and pharmacology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba-PR, v.51, n. 5, p. 937-947, 2008.

TEIXEIRA, J.B.G.; LINDENMAYER, Z.G. Fundamentos Geológicos da Serra de Carajás, Parte I. In: TEXEIRA, J.B.G.; BEISIEGEL, V.R. (Org.) **Carajás: Geologia e Ocupação Humana**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006, p. 20-90.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical journal of the Linnean Society**, London-GB, v.181, n.1, p.1-20, 2016.

THÉRY-PARISOT, I. **Economie des combustibles au Paléolithique, Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie**. Paris: CNRS-éditions, Dossier de Documentation Archéologique, v.20, 2001.

THÉRY-PARISOT, I.; CHABAL, L.; CHRZAVZEZ, J. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, Amsterdã, v.291, n. 1, p. 142–153, 2010.

VIANA, P. L. et al. Flora of the cangas of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: history, study area and methodology. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro-RJ, v.67, n. 5SPE, p. 1107-1124, 2016.

## CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados referentes aos sítios arqueológicos estudados sugerem que houve variação na diversidade e composição taxonômica entre os diferentes períodos de ocupação da região de Carajás, o que foi sustentado tanto pelos resultados carpológicos como antracológicos. A presente pesquisa revelou que durante as ocupações mais antigas, quando houve o estabelecimento de culturas pré-ceramistas durante transição Pleistoceno/Holoceno, ocorreu um intenso uso da vegetação, evidenciado por uma expressiva diversidade taxonômica, a qual passou a ser maior no segundo período de ocupação do sítio, o que pode estar relacionado às mudanças culturais, pois a indústria lítica passou a ser mais elaborada que a observada entre os grupos anteriores, além disso, ocorreu o estabelecimento de condições climáticas ótimas, favoráveis ao estabelecimento das florestas e à própria subsistência humana.

Apesar de haver essa expressividade taxonômica nos períodos mais antigos (10.000 - 8.000 anos cal BP), de maneira geral, foi demonstrado que a maior diversidade florística se deu nos períodos mais recentes (3.000 - 150 anos cal BP) de Carajás, sugerindo que as estratégias de subsistência demandaram uma maior intensidade de uso e manejo dos recursos, o que pode estar relacionado não somente a fatores climáticos e mudanças culturais, mas ao aumento populacional, tendo em vista o grande número de sítios arqueológicos encontrados na região no Holoceno superior.

Essa pesquisa demonstrou que o homem antigo de Carajás interagiu com toda a diversidade de ambientes encontrados na região e sugerem que o uso e manejo de florestas, vegetação de canga e áreas úmidas foram praticados desde as primeiras ocupações, reafirmando que as características das fitofisionomias modernas resultam da influência antropogênica desde de milhares de anos na região.

Em relação à correspondência taxonômica com a flora moderna, ressalta-se que as diferentes fitofisionomias de Carajás sempre estiveram presentes ali, o que se deve à presença de plantas típicas tanto da canga, a exemplo de *Mimosa* sp., *Callisthene/Qualea* sp., *Sapium* sp., *Erythroxylum* sp. e *Tibouchina* sp.; como da floresta, nos casos de *Anadenanthera* sp., *Allophylus/Cupania/Matayba* sp., *Qualea* sp., Lauraceae, Arecaceae, *Tabebuia* sp. e *Caraipea* sp. Apesar de haver diferença na frequência dos *taxa* entre os períodos, nota-se que os mesmos estão presentes na flora atual, podendo-se destacar que aqueles relacionados à floresta foram importantes ao longo de todas as ocupações, mas sua representatividade progrediu ao longo do tempo.

Os resultados carpológicos indicaram a utilização de recursos alimentares importantes ao homem, o que foi expresso pela presença de plantas como piquiá, maracujá, uxirana e principalmente de palmeiras, pois foi demonstrado que estas últimas se configuram como um recurso estratégico ao homem desde as primeiras ocupações, provavelmente devido à multiplicidade de usos das espécies desta família (alimento, fibra, construções, medicinal, combustível, ritual e atração para caça), além da diversidade de ambientes que podem ocupar.

A economia do combustível em ocupações da transição Pleistoceno/Holoceno na Amazônia ainda não havia sido avaliada até então, sendo evidenciada uma dinâmica de captação de recursos obtidos principalmente em floresta e na savana (canga), onde valorizavam-se ramos de diâmetros menores, por vezes aproveitando-se a madeira morta encontrada na vegetação local. Algumas espécies foram preferidas (mais exploradas), porém a diversidade de plantas fornecedoras de lenha (bons combustíveis) nos ambientes locais parece ter dispensado a superexploração de uma única espécie, uma vez que a comunidade de plantas utilizadas de maneira geral era muito diversificada.

Em se tratando da intensidade do uso do fogo, verificou-se que os maiores picos de frequência de carvão, também estão associados aos ótimos climáticos que ocorreram ao longo do Holoceno, enquanto que a menor frequência corresponde ao período cujas condições eram mais secas. Neste sentido, uma das principais contribuições desta pesquisa foi demonstrar que os incêndios do Holoceno médio (8.000-3.000 anos cal BP) não estavam necessariamente ligados ao fator antropogênico, uma vez que a presença humana foi menos influente no topo da serra no referido período, ao contrário do que vinha sendo sugerido por diversos estudos palinológicos e paleoecológicos.

Outra contribuição deste estudo foi a formação de coleção de referência de carvões de espécies amazônicas, um resultado importante desta pesquisa aplicável não apenas à arqueologia, mas para outras disciplinas, principalmente por trazer informações de espécies que ainda não apresentavam descrições em anatomia da madeira.

No que diz respeito às contribuições para a arqueologia de Carajás e da Amazônia, a pesquisa demonstra-se relevante, uma vez que foram obtidas informações sobre os principais *taxa* da vegetação da região que tinham importância na subsistência das populações pretéritas, especialmente quanto às escolhas e ambientes acessados para a obtenção de alimentos e combustível.

Por estar inserido numa Floresta Nacional com concessão para atividades de mineração, este trabalho se alinha às discussões sobre conservação e chama a atenção para o valor biocultural raro que os sítios arqueológicos brasileiros resguardam, uma vez que a história da formação das culturas pretéritas se deu por um rico processo de interação com a flora das diferentes regiões e podem dar pistas sobre as mudanças ambientais e climáticas locais.

**APÊNDICES**



Apêndice I. Lista de trabalhos com datas de radiocarbono para carvões vegetais no Sudeste Paraense, Brasil.

<b>Autor</b>	<b>Sítio</b>	<b>Datação (anos BP)</b>	<b>SD (<math>\pm</math>anos BP)</b>
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra B3-D	5490	70
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra E5-A	2230	50
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra D5-B	3180	50
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra E5-B	5600	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra H11-A	1070	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra F11-C	8680	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra D17-A	8850	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Quadra D17-C	3650	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	7680	100
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 1	8090	50
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 1	8310	60
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 1	6980	70
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	7960	60
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	7970	70
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 1	8240	90

<b>Autor</b>	<b>Sítio</b>	<b>Datação (anos BP)</b>	<b>SD (<math>\pm</math>anos BP)</b>
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	8110	60
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	8050	70
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	2360	70
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	1070	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Trad. 5A1	4690	130
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Trad. 5A2	1020	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	2350	50
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	2380	60
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	5750	40
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 2	4120	50
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 3	1580	70
Kipnis; Caldarelli; Oliveira (2005)	Sondagem 3	3160	50
Magalhães et al. (2016)	12C3	470	30
Magalhães et al. (2016)	15A4	3460	30
Magalhães et al. (2016)	12B5	1250	30
Magalhães et al. (2016)	12D6	1620	30
Magalhães et al. (2016)	14B6	3470	30
Magalhães et al. (2016)	12C8	4390	30
Magalhães et al. (2016)	11B8	1570	30

<b>Autor</b>	<b>Sítio</b>	<b>Datação (anos BP)</b>	<b>SD (<math>\pm</math>anos BP)</b>
Magalhães et al. (2016)	14B10	4610	30
Magalhães et al. (2016)	14A12	8150	40
Magalhães et al. (2016)	11B-C13	9920	40
Magalhães et al. (2016)	14A14	8370	30
Magalhães et al. (2016)	11B15	9600	40
Magalhães et al. (2016)	14A16	9260	40
Magalhães et al. (2016)	11D17	10010	40
Magalhães et al. (2016)	11B-D19	9990	40
Magalhães et al. (2016)	21C2	3840	30
Magalhães et al. (2016)	21A4	3470	30
Magalhães et al. (2016)	21A6	8270	40
Magalhães et al. (2016)	22B8	8670	40
Magalhães et al. (2016)	22C10	8290	40
Magalhães et al. (2016)	22B12	3490	30
Magalhães et al. (2016)	22B14	9800	30
Magalhães et al. (2016)	21A16	9820	40
Magalhães et al. (2016)	21A18	9810	30
Magalhães et al. (2016)	33D2	1620	30
Magalhães et al. (2016)	33A3	2600	30
Magalhães et al. (2016)	33A4	1620	30
Magalhães et al. (2016)	33A6	3590	30
Magalhães et al. (2016)	32D9	8010	30
Magalhães et al. (2016)	32B13	8190	40
Magalhães et al. (2016)	32B16	8490	40
Magalhães et al. (2016)	32B18	9850	40
Magalhães et al. (2016)	33A19	8360	30
Magalhães et al. (2016)	32C23	8390	40
Magalhães et al. (2016)	33A22	8410	30
Magalhães et al. (2016)	32C31	8250	30
Magalhães et al. (2016)	13n.i.2	220	30
Magalhães et al. (2016)	12n.i.4	3520	30

<b>Autor</b>	<b>Sítio</b>	<b>Datação (anos BP)</b>	<b>SD (<math>\pm</math>anos BP)</b>
Magalhães et al. (2016)	17C4	3390	30
Magalhães et al. (2016)	17C5	3420	30
Magalhães et al. (2016)	17A5	3390	30
Magalhães et al. (2016)	17A6	3430	30
Magalhães et al. (2016)	13n.i.7	2670	30
Magalhães et al. (2016)	13n.i.9	4430	30
Caldarelli; Araújo; Kern (2005)	120R-40D	9570	70
Caldarelli; Araújo; Kern (2005)	400D	7940	90
Caldarelli; Araújo; Kern (2005)	120R-40E	4890	50
Caldarelli; Araújo; Kern (2005)	20V-40D	9510	60
Caldarelli; Araújo; Kern (2005)	20R-40D	5960	50
Silveira et al. (2008)	I. Salobo1	970	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo2	1060	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo3	1540	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo4	1560	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo5	520	80
Silveira et al. (2008)	I. Salobo6	330	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo7	1060	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo8	1210	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo9	370	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo10	510	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo11	450	60
Silveira et al. (2008)	I. Salobo12	500	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo13	480	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo14	400	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo15	550	50

<b>Autor</b>	<b>Sítio</b>	<b>Datação (anos BP)</b>	<b>SD (<math>\pm</math>anos BP)</b>
Silveira et al. (2008)	I. Salobo16	950	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo17	950	50
Silveira et al. (2008)	I. Salobo18	1940	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo19	1360	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo20	570	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo21	1510	60
Silveira et al. (2008)	I. Salobo22	1250	50
Silveira et al. (2008)	I. Salobo23	2460	40
Silveira et al. (2008)	I. Salobo24	2240	50
Silveira et al. (2008)	I. Salobo25	1650	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri26	1060	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri27	4180	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri28	1020	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri29	1270	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri30	950	50
Silveira et al. (2008)	I. Miri31	1170	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri32	1000	40
Silveira et al. (2008)	I. Miri33	3750	50
Silveira et al. (2008)	I. Miri34	5050	50
Silveira et al. (2008)	I. Miri35	840	50
Silveira et al. (2008)	I. Miri36	1340	50
Silveira et al. (2008)	I. Miri37	5780	60
Silveira et al. (2008)	I. Miri38	740	40
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento39	2060	40
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento40	1780	50
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento41	2410	40
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento42	840	50
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento43	620	40
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento44	550	50
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento45	720	40
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento46	640	40

<b>Autor</b>	<b>Sítio</b>	<b>Datação (anos BP)</b>	<b>SD (<math>\pm</math>anos BP)</b>
Silveira et al. (2008)	I. Cinzento47	400	40
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	2900	90
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	3605	60
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	4860	0
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	6905	50
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	7925	45
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	8065	360
Silveira (1994)	Gruta do Gavião	8140	130
Magalhães (2005)	Gruta da Guarita	8260	50
Magalhães (2005)	Gruta do Rato	7040	50
Magalhães (2005)	Gruta do Rato	8470	50
Magalhães (2005)	Gruta do Pequiá	8119	50
Magalhães (2005)	Gruta do Pequiá	8340	50
Magalhães (2005)	Gruta do Pequiá	8520	50
Magalhães (2005)	Gruta do Pequiá	9000	50

Apêndice II. Vestígios carpológicos do Sítio Bacaba I, Carajás, Pará. 1: cf. *Astrocaryum* sp. 01; 2: Indeterminado 02; 3: cf. *Oenocarpus* sp.; 4: cf. *Ormosia* sp.; 5: Indeterminado 03; 6: cf. *Byrsonima* sp.; 7: *Caryocar* sp.; 8: Indeterminado 03; 9: cf. *Pouteria* sp.; 10: Indeterminado 04; 11: Indeterminado 05; 12: Indeterminado 01; 13: cf. *Virola* sp.; 14: cf. *Caraipa* sp.; 15: cf. *Matayba* sp.; 16: cf. *Astrocaryum* sp. 02; 17: Indeterminado 06; 18: Indeterminado 08; 19: Indeterminado 07; 20: cf. *Attalea* sp.; 21: *Tabernaemontana* sp.; 22: *Dialium* sp.

Escavação	Nível	Quadrícula	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total	Datação (anos BP)
AE1.1	1 (0-5)	C													1	1									2	4827 BP
		D													1	1										
AE1.2	1 (0-5)	C				1												1							2	
AE1.3	1 (0-5)	A				1																			1	
AE1.5	1 (0-5)	C									1														1	
		D													1										1	
AE1.6	5 (20-25)	B										1													1	4972 BP
	1 (0-5)	A				1																			1	
AE1.11	4 (15-20)	B		1									1												2	3076 BP
		C		1																					1	
	6 (25-30)	D	1																						1	8725 BP
AE1.12	1 (0-5)	B				1																			1	
	2 (5-10)	C													1										1	
AE1.14	1 (0-5)	A															1								1	
		B					1																		1	
	3 (10-15)	C															1								1	
AE2.11	3 (10-15)	C			1																			1	1352 BP	
AE2.12	3 (10-15)	A																	1					1		
AE2.13	4 (15-20)	A									1														1	4878 BP



	5 (20-25)	D						1		1
AE2.17	4 (15-20)	A						1		1
	5 (20-25)	B								1
	7 (30-35)	B		1						1
AE2.18	10 (45-50)	D		1						1 7159 BP
	5 (20-25)	A		1						1 4824 BP
	6 (25-30)	A	1			1		1	1	5 6930 BP
		B		1						1
	7 (30-35)	A	1							1
Amostra superficial								1		1
AE3.9	1 (0-5)	B			1					1 1544 BP
	2 (5-10)	D						1		1 1594 BP
AE3.10	1 (0-5)	A				1				1
AE3.11	1 (0-5)	C			1					1
AE3.15	1 (0-5)	B			1					1
AE3.16	1 (0-5)	A			1					1
	6 (25-30)	B+C				1				1 7134 BP
AE3.22	1 (0-5)	A		1						1
		D						1		1
Galeria 1.1	2 (5-10)				1					1
	3 (10-15)				1					1
Galeria 1.2	1 (0-5)				2			2		4
Galeria 2.1	4 (15-20)			1						1
Galeria 2.2	4 (15-20)			1						1
	6 (25-30)			1						1
Galeria 2.4	4 (15-20)			1						1
	5 (20-25)			1						1



Apêndice III. Vestígios carpológicos da Escavação 1.1, quadrícula A, sítio Capela, Carajás, Pará. 1: Annonaceae 1; 2: Annonaceae 2; 3: Areaceae 1; 4: Areaceae 4; 5: *Byrsonima* sp.1; 6: Fabaceae 1; 7: Fabaceae 2; 8: Fabaceae 3; 9: Cyperaceae 1; 10: Euphorbiaceae 1; 11: Indetermiando 12; 12: Indeterminado 1; 13: Indeterminado 6; 14: Indeterminado 7; 15: Indeterminado 8; 16: Indeterminado 10; 17: Indeterminado 11; 18: Indeterminado 14; 19: Indeterminado 19; 20: Indeterminado 20; 21: Indeterminado 21; 22: Indeterminado 24; 23: Indeterminado 26; 24: Indeterminado 27; 25: Indeterminado 28; 26: Indeterminado 29; 27: Indeterminado 30; 28: Indeterminado 31; 29: Indeterminado 32; 30: Indeterminado 33; 31: *Passiflora* sp.; 32: Poaceae 1; 33: Solanaceae 1; 34: *Guatteria* sp.; 35: cf. *Annona/Rollinia* sp.; 36: Indeterminado 18; 37: Indetermiando 17.

Nível (cm)	Datação (anos BP)	Total																																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	Total		
0-5		9	3	8	5	1	1			3	1	1	1	1	1	1	2	1	1														2	132	7	1			181		
5-10		1		1														9			1	1	7		1	1								40	1				63		
10-15		7		1	1				3										1				1									1	20			1	1		37		
15-20								1																			1		1					1		1				5	
20-25			1																									1							1					3	
25-30				2																															1					3	
30-35									1																						1			1		1				4	
35-40	1570±30	1																																1		1				3	
40-45				10																																					10
45-50				8					1																											1		1			11
50-55				38																																	1				39
55-60																		1																							1
60-65	9920±40								1																																1
65-70				4																																					4
70-75	9600±40			8																																					8
80-85	10010±40			4																																					4
		18	4	83	1	6	1	1	1	6	3	1	1	1	1	1	2	11	1	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	198	8	3	1	1	381	

Apêndice IV. Tabela resumo com os dados anatômicos qualitativos e quantitativos das espécies analisadas.

Família	Espécie	Vasos			Placas/pontoação		Parênquima	Raios			
		cc/vasos	diâmetro	frequência	tipo	abertura		tipo	seriação	composição	frequência
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	2/d-sm	91 (44-152)	5 (3-10)	s-alt-rv+	6,3 (4-8)	Vasicêntrico Aliforme confluente	1 - 2	misturadas	13 (10-16)	(c. silicosos)
Chrysobalanaceae	<i>Licania egleri</i> Prance	2/r-s	148 (90-200)	4 (3-5)	s-alt-rv+	4,6 (3,8-5,9)	linhas/bandas	1 - 2	misturadas	16 (13-20)	c. silicosos
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	2/d-sm	82 (50-110)	18 (15-22)	s-alt-rv+	3 (2-5)	difuso difuso- agregados bandas estreitas	1 - 2	proc.+4 misturadas	20 (16-23)	c. silicosos
Fabaceae	<i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i> Barneby	1/d-sm	63 (14-120)	6 (4-10)	s-alt-g-rvs	3,3 (2,5-5)	Aliforme losangular confluente	1 - 3	proc.	7 (3-12)	critais
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	2/d-s	68 (50-100)	11 (7-15)	escal-alt-rv+	3 (2-4)	Difuso difuso- agregados	1 - 3	proc.+muitas	13 (12-15)	
Humiriaceae	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	2/d-s	88 (60-120)	14 (12-16)	escal-alt-rv+	2,3 (2-3)	Unilateral difuso- agregados	1 - 2	proc.+2- muitas	9 (4-12)	
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	2/d-sm	102 (70-150)	14 (8-19)	s-alt-rv+	6 (5-8)	Escasso vasicêntrico Aliforme confluente	1 - 2	proc.+2-5	10 (7-14)	

Malvaceae	<i>Theobroma glaucum</i> H. Karst.	2/d-sm	73 (44-103)	4 (3-6)	s-alt-rvs	3 (1,6-7,7)	difuso-agregados escasso vasicêntrico	3 - 10	proc.+muitas	7 (4-9)	
Myrtaceae	<i>Myrcia atramentifera</i> Barb. Rodr.	1/r-s	109 (70-180)	10 (8-12)	s-alt-rvs	5,4 (3-10)	difuso-agregados	3 - 5	proc.+muitas	4 (2-6)	
Nyctaginaceae	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	2/r-sm	51 (40-66)	4 (2-6)	s-alt-rvs	2,6 (2-3)	vasicêntrico	1	proc.+1	2,2 (2-3)	estiloides
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	2/d-sm	92 (50-140)	8 (5-10)	s-alt-rvs	4 (2-7)	Aliforme linear confluyente	1 - 3	proc.	9 (7-12)	estr.estratif.
Violaceae	<i>Rinorea riana</i> Kuntze	2/d-sm	46 (30-65)	12 (5-32)	s-escal-alt.-rv+	2,8 (2-4)	ausente/raro	3 - 10	eretas/quadr.	4 (2-5)	critais
Vochysiaceae	<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	2/d-sm	43 (20-90)	83 (51-112)	s-alt-rvs	2,2 (2-3)	Confluyente bandas estreitas e espessas	1 - 5	proc.+1-4	6 (6-11)	c. silicosos

Foram adotadas abreviaturas e códigos conforme Scheel-Ybert e Gonçalves (2017).

**Vasos** [cc/vasos: camada de crescimento, arranjo e agrupamento dos vasos; **diâmetro**: diâmetro tangencial médio dos vasos ( $\mu\text{m}$ ); **frequência**: número médio de vasos por  $\text{mm}^2$  **1**: limites distintos; **2**: limites ausentes ou indistintos; **d**: arranjo dispersos; **r**: arranjo diagonal ou radial; **t**: arranjo tangencial; **s**: agrupamento solitários; **m**: agrupamento múltiplos; **c**: múltiplos de 4 ou mais freq.]; **placas / pontoações** [**tipo**: características das placas de perfuração / pontoações intervasculares / pontoações raiovasculares; **abertura**: diâmetro da abertura das pontoações intervasculares **s**: placa de perfuração simples; **scal**: p.p. escalariforme; **alt**: pontoações intervasculares alternas; **op**: iv. opostas; **scal**: iv. escalariformes; **g**: iv. guarneçadas; **rvs**: pontoações raiovasculares similares às intervasculares; **rv+**: pontoações raiovasculares maiores que as intervasculares]; **parênquima** [**tipo**: tipos de parênquima axial]; **raios** [**seriação**: seriação; **composição**: composição celular; **frequência**: número médio de raios por mm **procumb.**: corpo do raio formado exclusivamente por células procumbentes; **proc.+ x**: corpo do raio formado por células procumbentes com x fileiras marginais de células eretas e/ou quadradas; **eretas/quadr.**: todas as células do raio eretas e quadradas; **misturadas**: células procumbentes, eretas e quadradas misturadas por todo o raio]; **outros** [outras características presentes **espess.espisal**: espessamentos espiralados; **estr.estratif**: estrutura estratificada (raios, parênquima e/ou fibras estratificados); **crístais/estiloides/areia/séries**: crístais prismáticos/estiloides/areia cristalina/ séries cristalíferas (linhas axiais de crístais em elementos septados); **c.silicosos**: corpos silicosos; **canais radiais/axiais**: canais radiais/axiais].

Apêndice V. Lista de tipo de materias e *taxa* identificados nas escavações do sítio Capela, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil.

<b>Tipo de material</b>	<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>	
<b>Carvão</b>	<b>Anacardiaceae</b>	Anacardiaceae 1	1	1	1	2	5	
		Anacardiaceae 3			3		3	
		<i>Tapirira</i> sp.				1	1	
	<b>Annonaceae</b>	Annonaceae 1	2				2	
	<b>Apocynaceae</b>	<i>Aspidosperma</i> sp.			2	1		3
		<i>Lacmellea</i> sp.				1		1
		<i>Tabernaemontana</i> sp.			4			4
	<b>Araliaceae</b>	<i>Schefflera</i> sp.				3	3	
	<b>Bignoniaceae</b>	Bignoniaceae 1	2	1	1			4
		Bignoniaceae 2			1	4		5
		<i>Jacaranda</i> sp.			1	1	1	3
		<i>Tabebuia</i> sp.	7			4	3	14
	<b>Bignoniaceae/Fabaceae</b>	Bignoniaceae/Fabaceae	4	1			1	6
	<b>Burseraceae</b>	<i>Trattinnickia</i> sp.			2			2
	<b>Calophyllaceae</b>	Calophyllaceae 1	2			1		3
		<i>Caraipa</i> sp.	4	2	2		1	9
	<b>Celastraceae</b>	Celastraceae 1			1			1
	<b>Chrysobalanaceae</b>	Chrysobalanaceae 1	1	3	1		4	9
	<b>Clusiaceae</b>	Clusiaceae 1	1					1
		<i>Symphonia</i> sp.					1	1
	<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum</i> sp.				1		1
	<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Alchornea</i> sp.	3					3
		Euphorbiaceae 1	6	1	1		1	9
		<i>Maprounea</i> sp.	1					1
		<i>Sapium</i> sp.				2	4	6
		<i>Albizia</i> sp.	2	1	2		1	6
		<i>Anadenanthera</i> sp.	18	17	3		2	40
		<i>Andira</i> sp.	1					1
	<b>Fabaceae</b>	<i>Bowdichia</i> sp.			1	1		2
		<i>Caesalpinia</i> sp.	1					1
		Caesalpinioideae 1	1					1
<i>Cedrelinga</i> sp.						1	1	

Tipo de material	Família	Taxa	IV	III	II	I	Total
		<i>Dalbergia</i> sp.	1				1
		<i>Dipteryx/Pterodon</i> sp	1		1		2
		Fabaceae 1	1				1
		Fabaceae 5.	24	18	29	33	104
		Fabaceae 2			1		1
		Fabaceae 3			2		2
		Fabaceae 4			1	1	2
		Fabaceae 6	1				1
		<i>Hymenaea</i> sp.	1				1
		<i>Hymenolobium</i> sp.	1				1
		<i>Inga</i> sp.	2			1	3
		<i>Machaerium</i> sp.		1			1
		<i>Macrobium</i> sp.			1		1
		<i>Mimosa</i> sp.	13	40	7	12	72
		Mimosoideae 1	5			2	7
		<i>Ormosia</i> sp.			2	2	4
		Papilionoideae 1	1				1
		<i>Parkia</i> sp.				1	1
		<i>Peltogyne</i> sp.				1	1
		<i>Piptadenia</i> sp.	4	5	5	13	27
		<i>Platypodium</i> sp.	1				1
		<i>Sclerolobium</i> sp.		2			2
		<i>Swartzia/Machaerium</i> sp.		1			1
		<i>Zollernia</i> sp.			1		1
	<b>Hypericaceae</b>	<i>Vismia</i> sp.	2		1		3
	<b>Icacinaceae</b>	<i>Emmotum</i> sp.			1		1
	<b>Lauraceae</b>	cf. <i>Nectandra</i> sp.	1	2			3
		cf. <i>Ocotea</i> sp.				1	1
		Lauraceae	6	2	1	5	14
	<b>Lecythidaceae</b>	Lecythidaceae	3				3
	<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima</i> sp.		1	4	4	9
		cf. <i>Bunchosia</i> sp.	1			1	2
	<b>Malvaceae</b>	cf. <i>Theobroma</i> sp.		1			1
		Malvaceae		1			1
	<b>Melastomataceae</b>	<i>Bellucia</i> sp.	1				1
		<i>Henriettella</i> sp.			1		1



<b>Tipo de material</b>	<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
		Melastomataceae 3	1	1	4		6
		Melastomataceae 2	1				1
		Melastomataceae 1			1		1
		<i>Miconia</i> sp.		1	3	3	7
		<i>Mouriri</i> sp.	1	2	1	1	5
		<i>Tibouchina</i> sp.				1	1
	<b>Meliaceae</b>	<i>Cedrela</i> sp.				2	2
	<b>Moraceae</b>	Moraceae 1			1		1
	<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia</i> sp.		2			2
		<i>Myrcia</i> sp.	1	2	1	4	8
		Myrtaceae 1	1	1	3	1	6
		<i>Psidium</i> sp.		1			1
	<b>Olacaceae</b>	<i>Brachynema/Heisteria</i> sp.	1				1
	<b>Polygonaceae</b>	Polygonaceae 1	1				1
	<b>Rhamnaceae</b>	Rhamnaceae 1		2	3		5
	<b>Rubiaceae</b>	<i>Calycophyllum</i> sp.		1	2		3
		<i>Capirona</i> sp.		5			5
		<i>Cinchona</i> sp.	1	1			2
		<i>Cordia</i> sp.			1		1
		<i>Isertia</i> sp.	1				1
		<i>Palicourea</i> sp.	2				2
		<i>Psychotria</i> sp.	4	2	5	9	20
		Rubiaceae 1	10	4	8	19	41
	<b>Rutaceae</b>	<i>Esenbeckia</i> sp.	2				2
	<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia</i> sp.	3		1		4
		Salicaceae 1		2			2
	<b>Sapindaceae</b>	<i>Allophylus/Cupania/Matayba</i> sp.	10	2	6	5	23
		<i>Talisia</i> sp.				1	1
	<b>Sapotaceae</b>	<i>Pouteria</i> sp.			1		1
		Sapotaceae 1			1		1
	<b>Solanaceae</b>	Solanaceae 1	1				1
	<b>Vochysiaceae</b>	<i>Callisthene/Qualea</i> sp.	6	22	11	16	55
		<i>Erisma</i> sp.	1		1		2
		<i>Qualea</i> sp.	3	9	1	3	16
		<i>Vochysia</i> sp.				3	3
		Vochysiaceae 1	1	1	6	1	9

<b>Tipo de material</b>	<b>Familia</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
	<b>Angiosperma indet.</b>	Indeterminado 1	1				1
		Indeterminado 10	1				1
		Indeterminado 100				1	1
		Indeterminado 101				1	1
		Indeterminado 102				1	1
		Indeterminado 103				1	1
		Indeterminado 104	1				1
		Indeterminado 105	1				1
		Indeterminado 106		1			1
		Indeterminado 107				1	1
		Indeterminado 108	1				1
		Indeterminado 109	1				1
		Indeterminado 11	1				1
		Indeterminado 110	1				1
		Indeterminado 111	1				1
		Indeterminado 112	1				1
		Indeterminado 113	1				1
		Indeterminado 114	1				1
		Indeterminado 115	1				1
		Indeterminado 116	1				1
		Indeterminado 117	2				2
		Indeterminado 118	1				1
		Indeterminado 119		1			1
		Indeterminado 12	1				1
		Indeterminado 120		1			1
		Indeterminado 121		2			2
		Indeterminado 122		1			1
		Indeterminado 123		1			1
		Indeterminado 124		1			1
		Indeterminado 125		1			1
		Indeterminado 126		1			1
		Indeterminado 127		3			3
		Indeterminado 128		2			2
		Indeterminado 129		1			1
		Indeterminado 13	2				2
		Indeterminado 130			1		1

<b>Tipo de material</b>	<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
Indeterminado 131					1		1
Indeterminado 132					2		2
Indeterminado 133					3		3
Indeterminado 134					1		1
Indeterminado 135					1		1
Indeterminado 136					1	1	2
Indeterminado 137						2	2
Indeterminado 138						2	2
Indeterminado 139						1	1
Indeterminado 14			1				1
Indeterminado 140			1				1
Indeterminado 141					1		1
Indeterminado 142				1			1
Indeterminado 143				1			1
Indeterminado 144				1			1
Indeterminado 145				1			1
Indeterminado 146				1			1
Indeterminado 147				1			1
Indeterminado 148				1			1
Indeterminado 149				1			1
Indeterminado 15			1				1
Indeterminado 150					1		1
Indeterminado 151					1		1
Indeterminado 152					1		1
Indeterminado 153					1		1
Indeterminado 154					1		1
Indeterminado 155					1		1
Indeterminado 156						1	1
Indeterminado 16			1				1
Indeterminado 17			1				1
Indeterminado 18			1				1
Indeterminado 19			1				1
Indeterminado 2			1				1
Indeterminado 20			1				1
Indeterminado 21			1				1
Indeterminado 22			1				1

<b>Tipo de material</b>	<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
Indeterminado 23			1				1
Indeterminado 24			1				1
Indeterminado 25						1	1
Indeterminado 26						1	1
Indeterminado 27						1	1
Indeterminado 28						1	1
Indeterminado 29						1	1
Indeterminado 3			1				1
Indeterminado 30					1		1
Indeterminado 31					1		1
Indeterminado 32					1		1
Indeterminado 33					1		1
Indeterminado 34			1				1
Indeterminado 35			1				1
Indeterminado 36			1				1
Indeterminado 37			1				1
Indeterminado 38						1	1
Indeterminado 39						1	1
Indeterminado 4			1				1
Indeterminado 40						1	1
Indeterminado 41						1	1
Indeterminado 42						1	1
Indeterminado 43						1	1
Indeterminado 44			2				2
Indeterminado 45			1				1
Indeterminado 46				1			1
Indeterminado 47					2		2
Indeterminado 48			1				1
Indeterminado 49			1				1
Indeterminado 5			1				1
Indeterminado 50			1				1
Indeterminado 51			1				1
Indeterminado 52					1		1
Indeterminado 53					1		1
Indeterminado 54					1		1
Indeterminado 55					1		1

<b>Tipo de material</b>	<b>Familia</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
Indeterminado 56					1		1
Indeterminado 57					1		1
Indeterminado 58					1		1
Indeterminado 59					1		1
Indeterminado 6			1				1
Indeterminado 60					1		1
Indeterminado 61					1		1
Indeterminado 62					1		1
Indeterminado 63					1		1
Indeterminado 64					1		1
Indeterminado 65					1		1
Indeterminado 66			1				1
Indeterminado 67			1				1
Indeterminado 68						1	1
Indeterminado 69						1	1
Indeterminado 7			1				1
Indeterminado 70						1	1
Indeterminado 71						1	1
Indeterminado 72						1	1
Indeterminado 73						1	1
Indeterminado 74			1				1
Indeterminado 75			1				1
Indeterminado 76			1				1
Indeterminado 77			1				1
Indeterminado 78			2				2
Indeterminado 79			1				1
Indeterminado 8			1				1
Indeterminado 80				1			1
Indeterminado 81				1			1
Indeterminado 82				1			1
Indeterminado 83					1		1
Indeterminado 84					2		2
Indeterminado 85					1		1
Indeterminado 86					1		1
Indeterminado 87					1		1
Indeterminado 88					1		1

<b>Tipo de material</b>	<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
		Indeterminado 89			1		1
		Indeterminado 9	1				1
		Indeterminado 90			1		1
		Indeterminado 91			1		1
		Indeterminado 92			1		1
		Indeterminado 93			1		1
		Indeterminado 94			1		1
		Indeterminado 95			1		1
		Indeterminado 96				6	6
		Indeterminado 97				1	1
		Indeterminado 98				1	1
		Indeterminado 99				1	1
<b>Sub-total</b>			<b>239</b>	<b>202</b>	<b>203</b>	<b>207</b>	<b>851</b>
Casca			41	10	5	17	73
Fragmento com fungo			1				1
Fragmento de fruto			1		2		3
Fragmento muito pequeno				2		1	3
Nó			20	10	14	21	66
Nó podre			3				3
Nó Vitrificado			3				3
Semente			12		3	5	20
Tubérculo					1	1	2
Lenho vitrificado			1		6	2	9
Lenho podre						1	1
Colmo	Monocotiledônea	Poaceae			1		1
Endocarpo	Monocotiledônea	Arecaceae	12	42	74	17	145
Estipe	Monocotiledônea	Arecaceae	5	1	2		8
<b>Total</b>			<b>338</b>	<b>268</b>	<b>310</b>	<b>272</b>	<b>1189</b>

Apêndice VI. Distribuição dos carvões analisados de acordo com a escavação e período de ocupação, sítio Capela, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil.

<b>Escavação</b>	<b>IV</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>Total</b>
E1Q1qA	99	9	65	67	240
E1Q2qA	40	39	64	87	230
E3Q1qA	100	154	74	53	381
	<b>239</b>	<b>202</b>	<b>203</b>	<b>207</b>	<b>851</b>

Apêndice VII. Carvões arqueológico do sítio Capela, Florseta Nacional de Carajás, Pará, Brasil

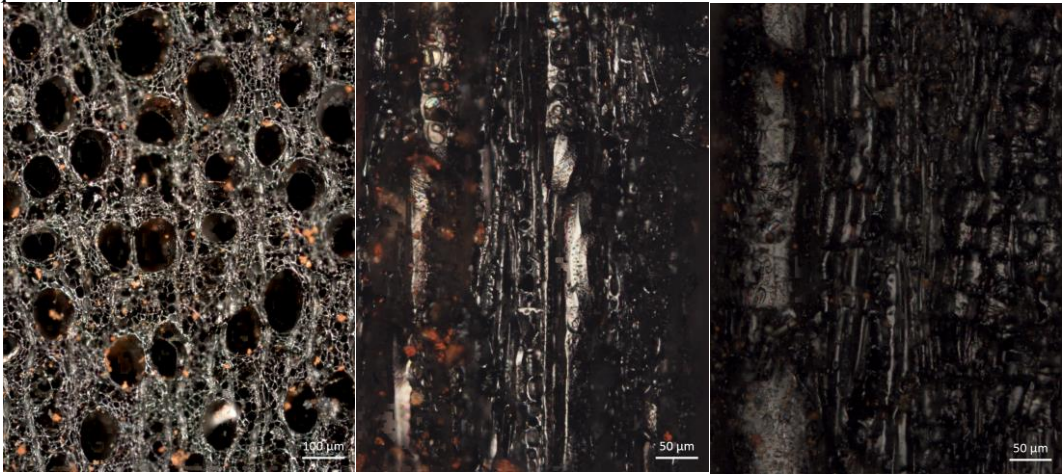
Anacardiaceae

Anacardiaceae 805



Calophyllaceae

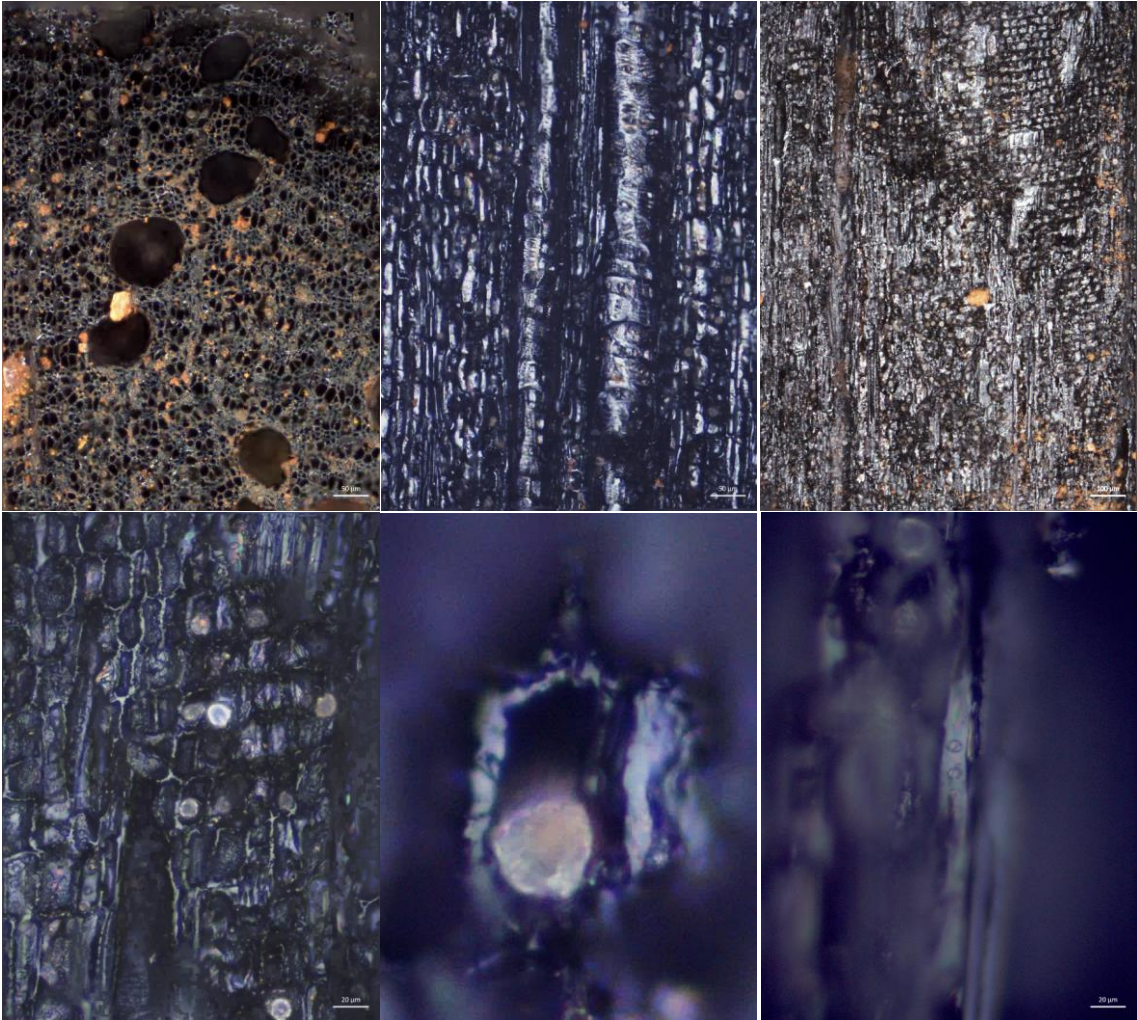
*Caraipa* sp.





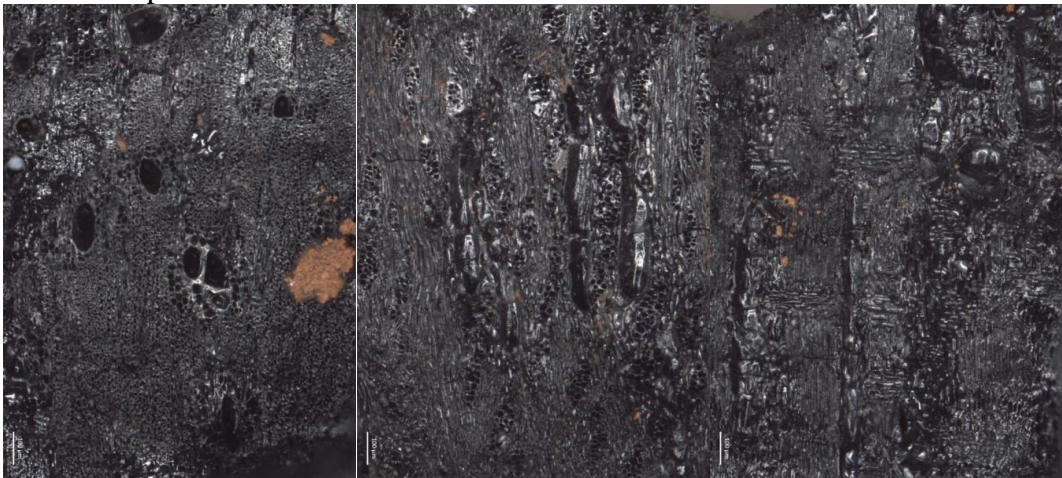


Chrysobalanaceae  
Chrisobalanaceae 001

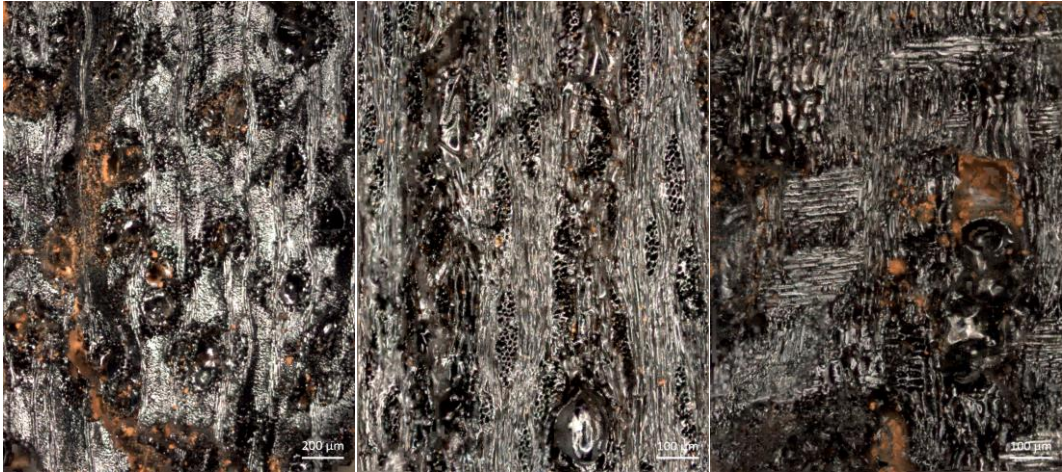




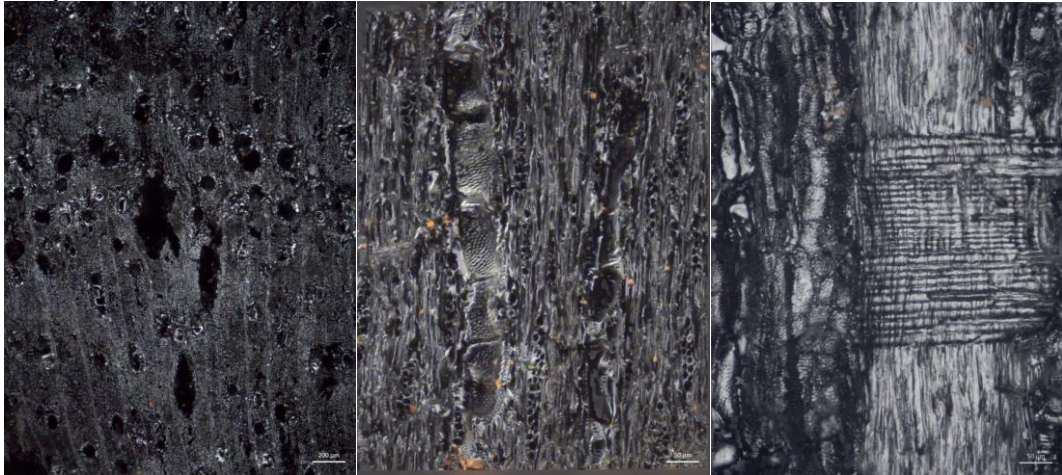
Fabaceae  
*Anadenanthera* sp.1



*Anadenanthera* sp.2



*Mimosa* sp.





Malpighiaceae  
*Byrsonima* sp.

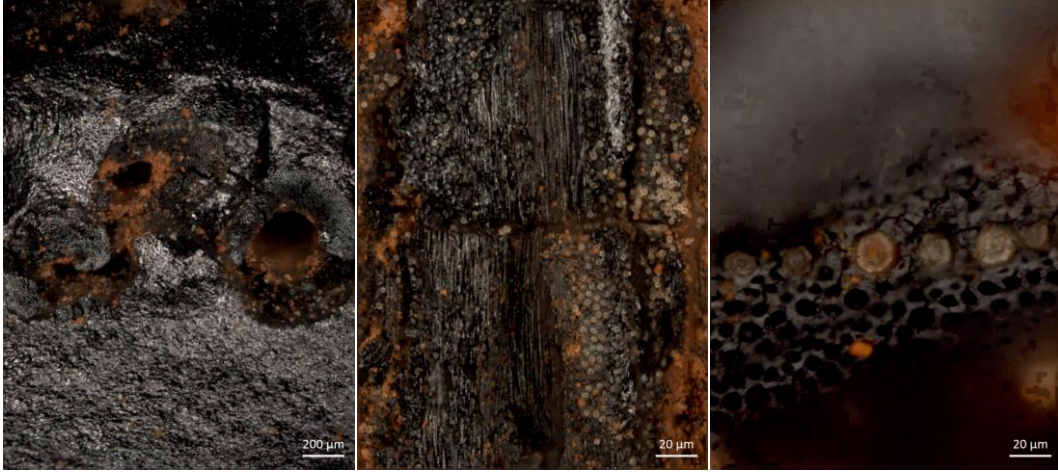


Myrtaceae  
*Myrcia* sp.

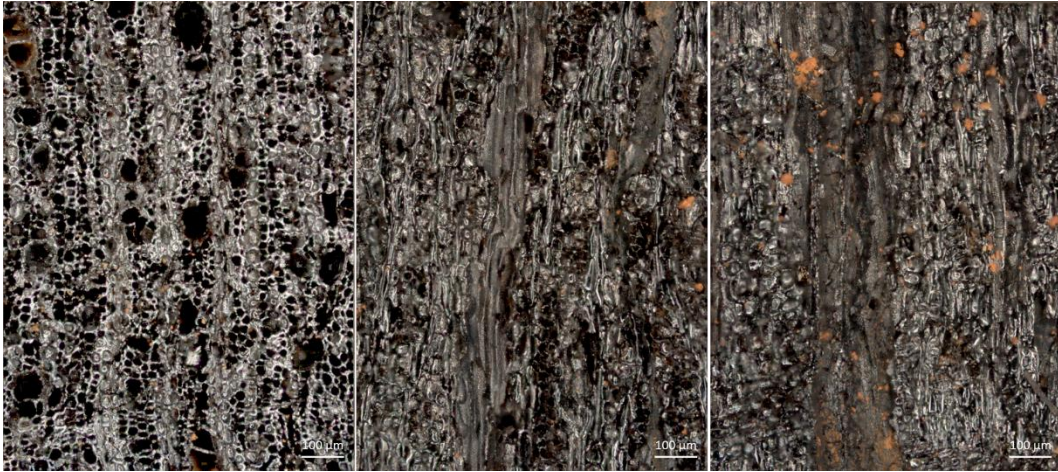




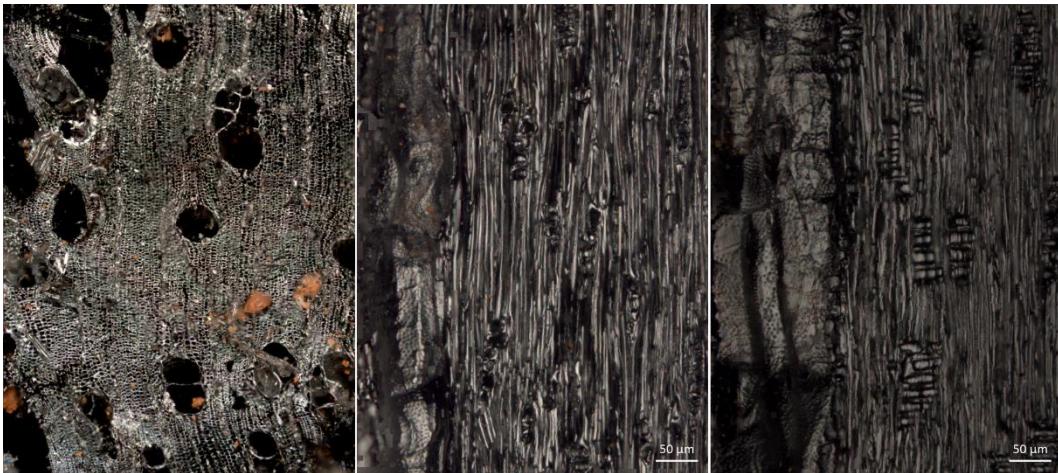
cf. Poaceae  
cf. Poaceae 01



Rubiaceae  
*Psychotria* sp.

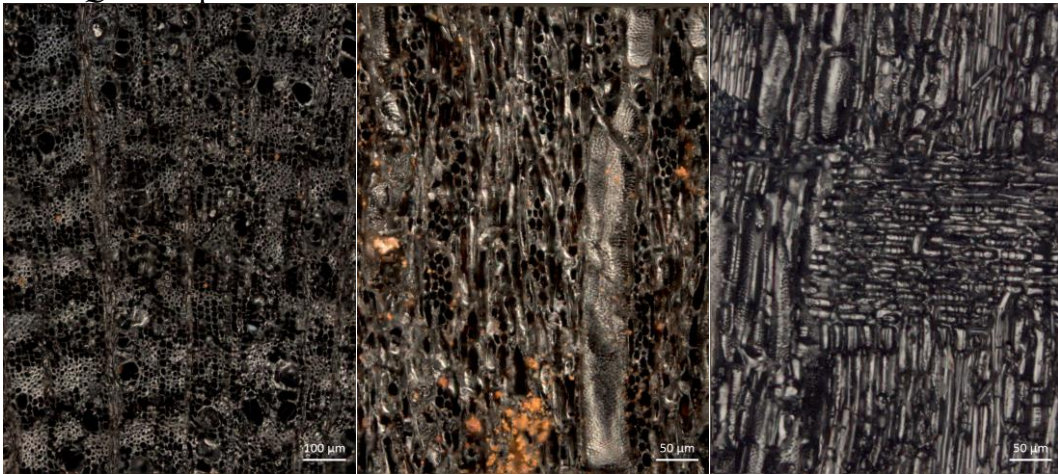


Sapindaceae  
Sapindaceae 001

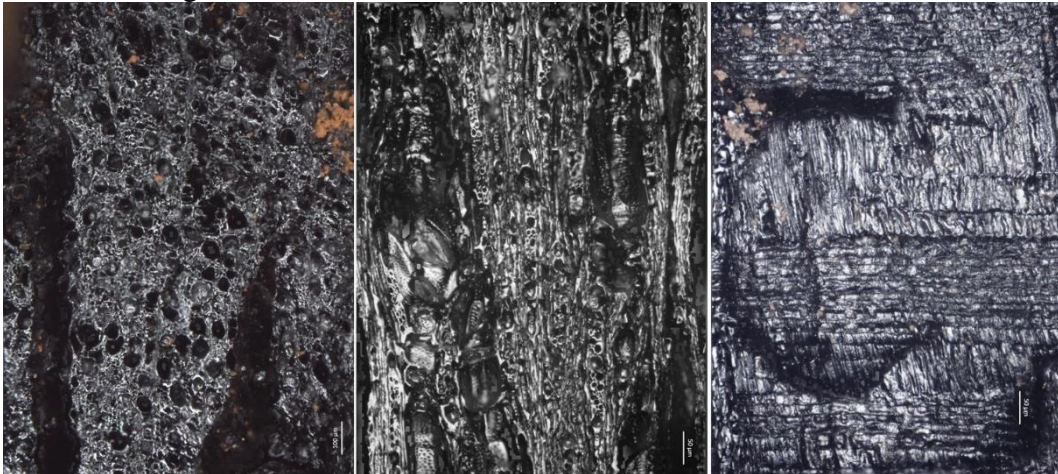




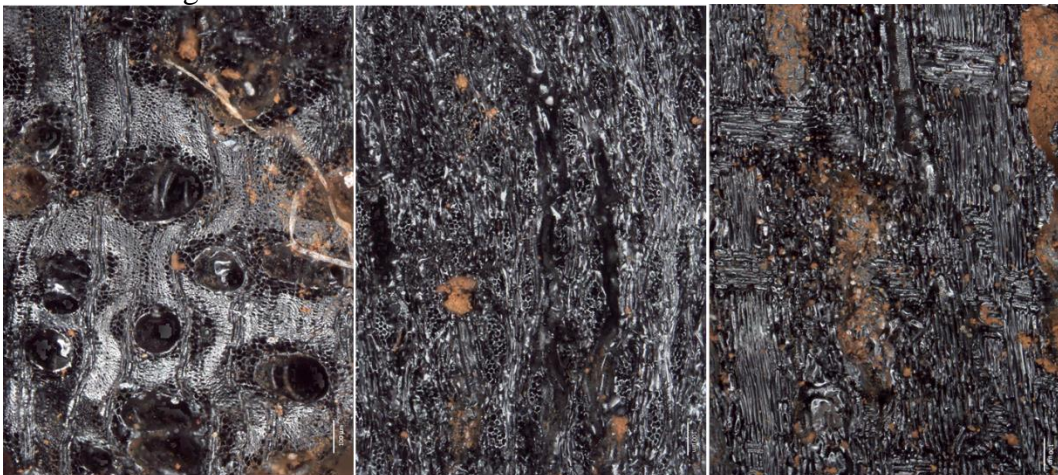
Vochysiaceae  
*Callisthene/Qualea* sp.



Não determinado  
Indeterminado – fragmento 616

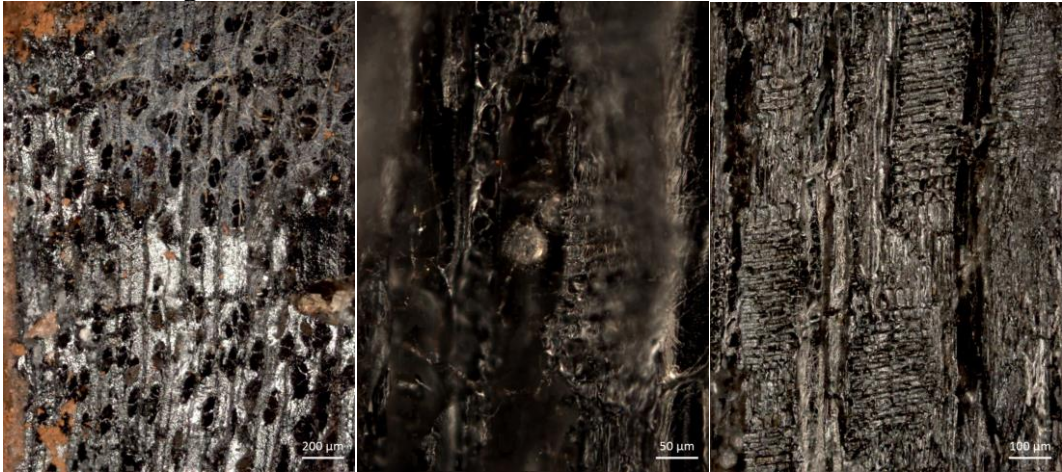


Indeterminado – fragmento 617





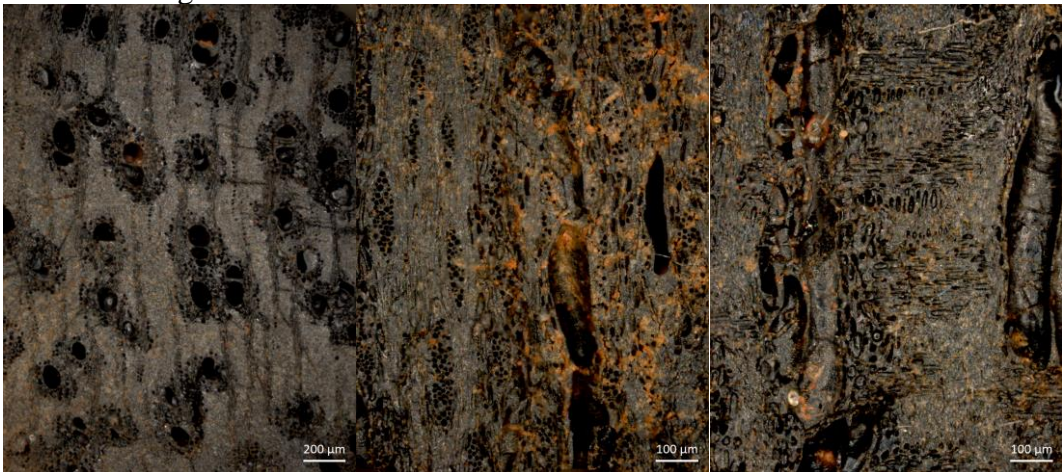
Indeterminado – fragmento 734



Indeterminado – fragmento 745



Indeterminado - fragmento 797



Indeterminado – fragmento 799

