

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

MICHELLE MAYUMI TIZUKA

**GEOARQUEOLOGIA E PALEOIDROLOGIA DA PLANÍCIE ALUVIAL
HOLOCÊNICA DO ALTO RIO MADEIRA ENTRE PORTO VELHO E
ABUNÃ-RO**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Geociências e Meio Ambiente.**

Orientador: Dr. José Candido Stevaux

Co-orientador: Dr. Edgardo M. Latrubesse

Rio Claro - SP

2013

MICHELLE MAYUMI TIZUKA

**GEOARQUEOLOGIA E PALEOIDROLOGIA DA PLANÍCIE ALUVIAL
HOLOCÊNICA DO ALTO RIO MADEIRA ENTRE PORTO VELHO E
ABUNÃ-RO**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Geociências e Meio Ambiente.**

Comissão examinadora

Prof. Dr. José Candido Stevaux

Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Prof. Dr. Astolfo Gomes de Mello Araujo

Rio Claro, SP 25 de março de 2013

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Considerações gerais e justificativas	2
CAPÍTULO 2 - GEOARQUEOLOGIA DE SISTEMAS FLUVIAIS NA AMAZÔNIA	9
CAPÍTULO 3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.1. Geologia regional e arcabouço estrutural	14
3.2. Geomorfologia.....	24
3.3. Clima	29
3.4. Vegetação	29
3.5. Hidrografia	31
3.6. Hidrossedimentologia e morfologia fluvial	35
3.6.1. Seções transversais	35
CAPÍTULO 4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1. Levantamento e análise de informações anteriores	39
4.2. Aquisição de documentação técnica.....	39
4.3. Mapeamento geomorfológico.....	39
4.4. Trabalho de campo: sítios arqueológicos	42
4.5. Análises laboratoriais	43
4.6. Modelamento paleohidrológico	45
CAPÍTULO 5 – RESULTADOS	46
5.1. Morfologia fluvial	46
5.1.1. Formas de leito	47
5.1.2. Ilhas	48
5.1.3. Perfil longitudinal	51
5.2. Morfologia das planícies aluviais.....	55
5.3. Datações absolutas.....	57
5.3.1. Datações radiocarbônicas	57
5.3.2. Datações LOE.....	58
5.4. Geomorfologia e sedimentologia	60
5.4.1. Depósitos de Planícies de Inundação.....	60
5.4.2. Depósitos pleistocênicos.....	66
5.5. Difração de raios-x	85
5.6. Sítios arqueológicos.....	85
5.6.1. Estratigrafia dos sítios arqueológicos	91
CAPÍTULO 6 – AS CONDIÇÕES HIDRO-GEOMORFOLÓGICAS DO ALTO RIO MADEIRA E GRUPOS PRÉ-COLONIAIS DURANTE O HOLOCENO	111
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXOS.....	131
ANEXO A. Planilha de pontos levantados durante o mapeamento geomorfológico.....	131

ANEXO B. Procedimento de preparo de amostras para datação LOE (Laboratório de Vidros e Datação – FATEC/SP).....	131
ANEXO C. Difratoogramas das amostras do rio Madeira realizados no IGC/USP...	131
ANEXO D. Planilha de pontos dos sítios arqueológicos pré-coloniais	131
ANEXO E. Descrição das camadas das unidades de escavação dos sítios arqueológicos pesquisados	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Infográfico representando o transporte de sedimentos na Bacia Amazônica. Fonte: Goulding <i>et al.</i> , 2003).....	4
Figura 2. Rio Madeira e localização da área de estudo (alto rio Madeira).....	6
Figura 3. Localização das cachoeiras no Alto rio Madeira. Fonte: Goulding <i>et al.</i> (2003).	7
Figura 4. Cachoeiras de Jirau e Teotônio, intransponíveis a navegação em qualquer época do ano.	7
Figura 5: Localização dos sítios arqueológicos do Alto rio Madeira, Rondônia. Fonte: Miller (1978).	11
Figura 6. Mapa geológico simplificado da área de estudo. Adaptado de CPRM, 2005.	17
Figura 7. Mapa geológico da área de estudo, com foco nas unidades litoestratigráficas do Cenozóico. Adaptado de CPRM, 2005.....	18
Figura 8. Perfil esquemático da Formação rio Madeira (JG-93). Adaptado de CPRM, 2005.	20
Figura 9. Perfil do Garimpo Taquara (Formação rio Madeira na base e Formação Jacyparaná no topo da seqüência). Adaptado de Furnas (2005).	21
Figura 10. Mapa de localização e compartimentação morfoestrutural da área de estudo (em vermelho), pertencentes aos Domínios II e III. Fonte: Souza-Filho <i>et al.</i> (1999)...	23
Figura 11. Polígonos vermelhos destacam os falhamentos que delimitam as planícies aluviais na região do alto rio Madeira. Adaptado de CPRM, 2005.....	24
Figura 12. Domínios morfoestruturais na área de estudo. Adaptado de CPRM, 2005.	26
Figura 13. Mapa geomorfológico da área de estudo com as áreas de interesse (unidades agradacionais). Adaptado de CPRM, 2005.	28
Figura 14. Bacias hidrográficas de Rondônia. Fonte: Sedam.....	31
Figura 15. Perfil longitudinal do alto rio Madeira de Guajará-Mirim até Porto Velho..	32
Figura 16. Mapa de localização das estações fluviométricas na área de estudo.	33
Figura 17. Vazões Médias Mensais no Rio Madeira em Porto Velho. Fonte: CPRM, 2010a.	34
Figura 18. Cheias e vazantes observadas no rio Madeira na estação Porto Velho durante a série histórica. Fonte: CPRM, 2010 ^a	34
Figura 19. Localização das seções topobatimétricas no reservatório da UHE Santo Antônio. Adaptado de PCE (2011).....	37
Figura 20. Algumas seções transversais com a lâmina d'água durante a época de cheia do rio Madeira (medições em março/2011). Adaptado de (PCE, 2011).	38
Figura 21. Mapa de pontos levantados ao longo da área de pesquisa, entre Abunã e Porto Velho.....	41
Figura 22. Exemplo da representação em seção das camadas arqueológicas de um sítio arqueológico que se encontra em diversos compartimentos topográficos, onde a linha tracejada azul indica a cota a ser utilizada no modelo.....	43
Figura 23. (A) quarteamento de amostra, (B) frações de 2mm, 1mm e abaixo de 1mm separadas para a determinação das porcentagens e (C) granulômetro Malvern do Labogef/UFG.....	44
Figura 24. Areias fluviais nas margens do rio Madeira (ponto MADEIRA 48) (Ver figura 22 para localização).	46
Figura 25. Gráfico de distribuição granulométrica do ponto MADEIRA 48 representando areias finas.....	47
Figura 26. Crosta laterítica aflorante no leito do rio Madeira próximo a Ilha do Búfalo.	48

Figura 27. Leito ondulado que aflora no canal do rio Madeira durante os períodos de seca.	48
Figura 28. Imagem de satélite Landsat referentes aos anos de 1964, 1973, 1984 e 2003, onde se observa a junção de ilhas e um período curto de tempo. <i>Fonte: CPRM, 2005.</i> 49	
Figura 29. Imagem de satélite Landsat referentes aos anos de 1964, 1973, 1984 e 2003, onde a Ilha Liverpool é resultante da fusão temporal de duas barras antes de 1964 e vem ocorrendo um estrangulamento do canal próximo a Ilha São Patricio. <i>Fonte: CPRM, 2005.</i>	50
Figura 30. Ilha Liverpool, imagem de jusante para montante.	50
Figura 31. Perfil do ponto MADEIRA 50, que representa um dique marginal.	51
Figura 32. Perfil longitudinal e declividade entre as Cachoeiras do Caldeirão do Inferno e Porto Velho.	54
Figura 33. Detalhe do perfil longitudinal com a identificação de seções transversais em áreas de cachoeiras e/ou ilhas.	55
Figura 34. Planície de inundação atual a jusante da Cachoeira do Teotônio.	56
Figura 35. Feição na margem direita a montante da Cachoeira de Morrinhos com a presença de um paleocanal (em vermelho). Base: TOPODATA/INPE e CPRM, 2005.	57
Figura 36. Aspecto geral das amostras de sedimento (arenitos) com impregnação de ferro.	58
Figura 37. Curva de decaimento característica para LOE de quartzo, exposta a luz azul.	59
Figura 38. Gráfico obtido com a saturação do sinal (linha azul) que não atinge a curva de ajuste do sinal (linha vermelha).	60
Figura 39. Afloramento MADEIRA 49 representativo da planície de inundação.	61
Figura 40. Perfil do ponto MADEIRA 49 com idade 14C 4000AP.	62
Figura 41. Curva de distribuição e histograma da amostra A2 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia fina, bem selecionada.	63
Figura 42. Curva de distribuição e histograma da amostra A3 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia muito fina, muito bem selecionada.	63
Figura 43. Curva de distribuição e histograma da amostra A4 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia muito fina, muito bem selecionada.	63
Figura 44. Curva de distribuição e histograma da amostra A5 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia muito fina, muito bem selecionada.	64
Figura 45. Ponto MADEIRA 52, próximo as Ilhas Liverpool e São Francisco e perfil correspondente.	65
Figura 46. Perfil do ponto MADEIRA 53 com o tronco datado em 11000AP.	66
Figura 47. Camadas do ponto JG-93. (A) conglomerado; (B) arenito ferruginizado.	67
Figura 48. Detalhe do conglomerado da Formação rio Madeira.	67
Figura 49. Perfil do ponto MADEIRA 55.	68
Figura 50. Perfil do ponto MADEIRA 56.	69
Figura 51. Conglomerado fossilífero do sítio paleobotânico. Imagem cedida pelo PPPP.	70
Figura 52. Grão policristalino com carbonatos de ferro. Figura 53. Pisólito (nicóis cruzados) e finas bandas de goethita nas bordas indicando hidratação.	71
Figura 54. Difratoograma da amostra AS 15, coletada no sítio paleobotânico. Presença de siderita, quartzo, microclineo, hematita, goethita, illita, caolinita e albita.	71
Figura 55. Perfil do MADEIRA 54 com detalhe para o arenito conglomerático e troncos fossilizados.	72
Figura 56. Tronco parcialmente substituído (aumento de 2,5x) e Figura 57. minerais neoformados (aumento de 10x).	73

Figura 58 e Figura 59. Dois tipos de cimento sem e com nicóis cruzados (aumento de 2,5x).....	73
Figura 60. Localização do Garimpo Mutum Paraná e vista panorâmica do sequeiro, margem esquerda do rio Madeira.	75
Figura 61. Conglomerados na base das escavações.	76
Figura 62. Perfil do Garimpo Mutum, com idades do Pleistoceno Tardio.....	77
Figura 63. Conglomerados do Garimpo da região de Mutum-Paraná.....	78
Figura 64. Fotomicrografia mostrando a textura geral da rocha. Notar bimodalidade dos grãos e a relação dos fragmentos de rochas arredondados, predominantemente de quartzo com granulometria bem mais fina (areia fina a muito fina), compondo uma rocha de arcabouço aberto, onde os grãos raramente se tocam.....	79
Figura 65. Fotomicrografia de detalhe de um dos fragmentos de possível rocha vulcânica ácida. Em A, nicóis paralelos e em B, nicóis cruzados (objetiva 4x). Notar o que parece ser pequenos fragmentos elipsoidais de rocha vulcânica de mesma composição, de cor mais escura, dentro de um elasto maior de rocha vulcânica (ou silex?).	80
Figura 66. (A): nicóis paralelos e (B) nicóis cruzados. Detalhe do cimento de carbonato de ferro e do arcabouço aberto. Notar a forma dos grãos que varia de arredondado a anguloso, sugerindo que muitos grãos sofreram pouco transporte. Localmente, grão placoso de rocha xistosa (seta vermelha).	80
Figura 67. Unidades agradacionais entre as Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio.	81
Figura 68. Perfil do ponto MADEIRA 47, expondo sedimentos aluvionares sobre o embasamento.	81
Figura 69. Ponto LEME 7 com detalhe do contato entre o sedimento silto argiloso cinza sotoposto ao sedimento silto-arenoso de coloração marrom-amarelado. Dados fornecidos pelo PPPP.	82
Figura 70. Seção esquemática do rio Madeira e unidades geomorfológicas.	83
Figura 71. Rejeito Ilha Grande.	84
Figura 72. Implantação dos sítios arqueológicos na paisagem nas unidades agradacionais. Para identificação dos sítios ver ANEXO D. Base dos dados de geomorfologia: Cprm (2005).	87
Figura 73. Paisagem antropizada nos sítios arqueológicos (A) Vista Alegre e (B) Boa Vista.....	88
Figura 74. Aspectos da paisagem mista dos Sítios (A) Ilha do Japó.(B) Ilha Dionísio e (C) Ilha das Cobras.	89
Figura 75. Localização dos sítios entre as cachoeiras do Santo Antônio e do Teotônio. <i>Fonte: Adaptado de CPRM (2005).</i>	90
Figura 76. Perfis transversais das Cachoeiras do Santo Antônio e Teotônio.	90
Figura 77. Estratigrafias dos sítios arqueológicos entre as Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio.	92
Figura 78. Cronologia dos sítios arqueológicos pesquisados no Projeto de Arqueologia Preventiva da UHE Santo Antônio (dados inéditos fornecidos por Scientia Consultoria Científica). Datações calibradas.	93
Figura 79. Perfil da unidade datada em 14C 990+/-40AP no sítio Ilha Santo Antonio com a presença da terra preta. Fonte: (Scientia, 2011b).	94
Figura 80. Topografia e localização das unidades de escavação do sítio Ilha Santo Antônio. Fonte: (Scientia, 2011b).	95
Figura 81. Perfil norte da unidade de escavação N870/E840. Fonte: (Scientia, 2011b).	95
Figura 82. Topografia do Sítio Garbin, em cotas acima de 85m, na margem esquerda, distantes cerca de 100m das margens do rio Madeira. Círculos vermelhos e verdes	

representam furos-teste positivos para material arqueológico e círculos azuis, furos teste sem material arqueológico.	96
Figura 83. Perfil sul com a datação mais antiga em sedimento arqueológico na terra preta de 7740+/-30AP para a camada III.	96
Figura 84. Topografia do Sítio do Brejo com a localização dos setores de escavação. .	97
Figura 85. Estratigrafias dos setores de escavação (Setor II a VI).	99
Figura 86. Setor I após escavações com auxílio de máquinas, evidenciando nova camada argilosa com matéria orgânica (representadas na Figura pelas letras E e F) em 560cm.	100
Figura 87. Desnível de aproximadamente 45 graus evidenciando uma paleotopografia diferenciada da atual no Setor I do Sítio do Brejo com base nos dados arqueológicos da camada com terra preta.	101
Figura 88. Setor I de escavação – 3m de escavação por níveis artificiais de 10cm datado em 1040+/-40AP.	102
Figura 89. Modelo preliminar proposto para ocupação no Sítio do Brejo (setor I), com a formação da terra preta arqueológica concomitante a períodos de deposição do rio Madeira por volta de 1000 anos antes do presente.	104
Figura 90. Sítio Arqueológico Vista Alegre (Setores I, II e III).	106
Figura 91. Setor I do Sítio Vista Alegre com escavações em áreas de erosão fluvial. .	107
Figura 92. Erosão fluvial atual na margem direita do rio Madeira, a jusante da Cachoeira do Teotônio, atingindo o sítio arqueológico Vista Alegre.	107
Figura 93. Perfil da escavação no Setor I – Unidade 387190/387191-9020490 com datações 14C entre 1240+/-40AP e 3140 +/-40AP. Fonte: Scientia (2009).	108
Figura 94.(A) Perfil observado nas escavações da unidade datada com até 160cm de profundidade e (B) Estrutura de combustão retirada do nível 60-70cm.	109
Figura 95. (A) Escavação da unidade 387029/9019951 e (B) estrutura do Setor III retirada do nível 40-50cm.	110
Figura 96. Perfil datado do Setor III do Sítio Vista Alegre, com data 14C 2080+/-30AP para a ocupação humana e data mais antiga 14C 8740+/- 40AP para o latossolo.	110
Figura 97. Localização do sitio arqueológico do Brejo, margem direita, rio Madeira. Fonte: Base de dados TOPODATA, INPE. Elaboração: Michelle M. Tizuka.	116
Figura 98. Modelo preliminar para o Holoceno entre as Cachoeiras do Santo Antônio e Teotônio com base na integração dos dados arqueológicos e geomorfológicos.	119

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Unidades geomorfológicas	27
Tabela 2. Distâncias acumuladas e declividade entre as curvas (m).	52
Tabela 3. Datações radiocarbônicas – University of Georgia	57
Tabela 4. Composição mineralógica das amostras analisadas por difração de raio-x....	85

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa;

Aos meus orientadores, Profs.Drs. Jose Candido Stevaux e Edgardo Latrubesse;

À National Geographic Society pelos recursos concedidos para o trabalho de campo e análises laboratoriais;

À Scientia Consultoria Científica e Santo Antonio Energia pelos recursos para os trabalhos de campo nos sítios arqueológicos e paleontológicos, pela disponibilização de dados e relatórios técnicos e pelo apoio em todos os momentos desta pesquisa;

Ao Prof. Dr. Maximiliano Bayer por possibilitar a realização das análises granulométricas no Labogef/UFG em Goiânia;

Aos Prof. Drs. Renato Kipnis, Eduardo G.Neves, Astolfo Araujo e Julio C. Rubin pelas sugestões, críticas, revisões e ricos conhecimentos compartilhados durante a minha pesquisa em Porto Velho, em São Paulo e em Goiânia;

Aos geólogos Marcos Quadros e Amilcar Adamy pelo incentivo a esta pesquisa desde minha chegada em Porto Velho e a todos os geólogos amigos da CPRM/REPO;

A Profa. Dra. Sonia Tatumi e ao Rene por me ensinarem e me ajudarem muito sobre as datações LOE, seja em São Paulo ou em Santos.

Aos queridos “amigos da usina” que espero continuar com a amizade, troca de conhecimentos e aprendizado sobre a vida acadêmica: Silvana Zuse, Ednair Nascimento, Juliana Santi, Ney Gomes, Marcos Bissaro Jr, Cassiana Perez, Priscila Gon, Harumi Fujita, Bruno, Leonardo e Homero.

A Rosangela pelo apoio e ajuda durante todo o tempo em Rio Claro e muitas vezes a distância!

A todos da Scientia Consultoria Científica (Porto Velho) e do Laboratório de Arqueologia dos Trópicos (MAE/USP) que me apoiaram durante toda a pesquisa!

Dedico esta pesquisa a minha mãe, meu irmão, meu pai (in memorian) e ao Luis por terem me apoiado em todos os momentos, sem a força de vocês não teria sido possível terminar este trabalho, muito obrigada.

RESUMO

Embora no Brasil não exista uma percepção de importância, no contexto mundial o rio Madeira merece destaque, uma vez que se trata do quarto maior rio do mundo em vazão e o maior afluente da bacia do Amazonas em descarga líquida e sólida. Com vazão média de 20000 m³/s o rio Madeira drena uma área de 1.360.000 km² de extensão sendo membro do seleto grupo hidro-geomorfológico dos nove mega-rios “anabranching” do mundo. O alto rio Madeira é caracterizado por um vale canal marcado por diversos afloramentos rochosos na forma de lajes, blocos e matacões. Esse leito rochoso permite a formação de numerosas corredeiras e cachoeiras das quais três possuem queda mais acentuada e altos valores de velocidade de água: Jirau, Teotônio e Santo Antônio. A região do alto rio Madeira é crucial para o entendimento do padrão de assentamento das populações pretéritas na Amazônia devido à presença de um registro arqueológico de quase todo o Holoceno, que tange importantes questões paleoambientais e arqueológicas. A abordagem geoarqueológica tem aumentado significativamente na arqueologia brasileira e sul-americana, mas os trabalhos focados em geoarqueologia de sistemas fluviais ainda são raros. Neste estudo, identificam-se possibilidades de correlações entre o sistema fluvial e as ocupações pretéritas, durante o Holoceno. Neste contexto arqueológico e paisagístico incluem-se sítios com ocupações recuadas de até 7700 anos antes do presente (AP) e sítios que apontam como os mais antigos vestígios de terra preta (TP) em toda a Amazônia, indicando um período de longa duração de ocupação humana pretérita e uma forte relação do homem com o sistema fluvial. Entender essas relações torna-se essencial para contextualizar os sítios arqueológicos com outras áreas de Amazônia, além de fornecer subsídios para compreender condições hidro-geomorfológicas do rio Madeira durante o Holocene na região de seu alto curso.

Palavras-chave: rio Madeira. Paleohidrologia. Geoarqueologia. Quaternário.

ABSTRACT

Although in Brazil there is a perception of the importance of the Madeira river in the world context, worth noting that this is the fourth largest river in the world flow, is the largest tributary of the Amazon basin in solid and liquid discharge and is considered a member of the select hydro-geomorphological group of the nine mega-rivers "anabranching" of the world. The "upper Madeira River" (alto rio Madeira) is characterized by an embedded, marked by several rocky outcrops in the form of slabs, blocks and boulders along the channel, forming numerous rapids and waterfalls of which three have sharper drop and high values of water velocity: Jirau, Teotonio and Santo Antonio. The region of the upper Madeira river is crucial to understanding the settlement patterns of the preterit populations in the Amazon due to the presence of an archaeological record of almost every important respect that the Holocene paleoenvironmental and archaeological issues. The geoarchaeological approach has increased significantly in Brazilian and South American archeology, but the work focused on geoarchaeology of river systems are still rare. In this study, we identify possible correlations between the river system and the preterit occupations during the Holocene. In this context archaeological and landscape include occupations with indented up to 7700 BP and sites that link as the oldest traces of dark earth (*terra preta*) throughout the Amazon, indicating a long period of human occupation and a strong relationship between man and the river system. Understanding these relationships is essential to contextualize the archaeological sites and other areas of the Amazon, and provides subsidies to understand hydro-geomorphological conditions of the Madeira river during the Holocene in the upper Madeira River.

Key-words: Madeira river. Paleohydrology. Geoarchaeology. Quaternary period.

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

O rio Madeira é um dos maiores rios do mundo e o principal afluente do rio Amazonas, sendo que contribui com 17% de carga líquida e 45% de carga sólida transportada (FILIZOLA E GUYOT, 2011). Considerando sua magnitude e importância e principalmente pela intervenção extrema a que este sistema está prestes a sofrer pela construção de dois grandes projetos de infra-estrutura relacionados ao Complexo Hidrelétrico e Hidroviário do Rio Madeira, é urgente o estudo geral de suas mais variadas características, sejam elas hidro-sedimentares, ecológicas ou arqueológicas. No que concerne a estas últimas o “rio de águas brancas” (MORAIS, 2008) de várzea tropical e aspecto barrento sempre foi alvo de constantes migrações humanas e abandonos.

Os mitos amazônicos de seres encantados que vivem nas águas do rio Madeira fazem parte da cultura ribeirinha, cujas histórias contadas pelos caboclos nativos estão registradas no livro “Andanças das lendas pelo rio Madeira” que tenta registrar e eternizar essas histórias antes que se percam de vez, de acordo com a autora artista plástica de Rondônia, Rita Queiroz (2008).

O rio Madeira fez parte de diversos ciclos de exploração antrópica que tornaram suas margens, afluentes e cachoeiras sujeitos de importantes modificações na paisagem. O período dos intensos garimpos de ouro nas margens, a extração da seringa e a Estrada de Ferro Madeira-Mamoré fazem parte da história deste local.

O início das obras para a construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré em 1907 impulsionaram os estudos na margem direita do rio Madeira para a sua implantação e os registros fotográficos são hoje valiosos documentos históricos. Algumas fotos de Dana Merrill (1909-1912) estão disponibilizadas na internet¹, e no Museu Estadual de Rondônia.

As pesquisas arqueológicas realizadas ao longo do rio Madeira e seus afluentes demonstraram que a ocupação das suas margens e ilhas é muito mais antiga, com uma longa história de transformação da paisagem pelo homem. Nesse sentido, os dados obtidos por Miller (1987; 1992) tornaram-se referencia por serem os estudos pioneiros sobre as fases e tradições culturais para esta região, quando novas pesquisas acadêmicas

¹ Fotos disponibilizadas no site: <http://vfco.brazilia.jor.br/ferrovias/efmm/efmm.htm>

(ALMEIDA, 2010; ZUSE, 2011) ou no âmbito da Arqueologia de Contrato (SCIENTIA, 2008) estão em andamento.

A partir de 2005, estudos para a viabilização de dois dos maiores empreendimentos hidrelétricos tornam-se necessários e consagram o início das pesquisas voltadas para o rio Madeira (CPRM, 2005; FURNAS, 2005).

Dentro dessa perspectiva este trabalho é uma oportunidade única de se pesquisar a história cultural desta região associada a este sistema fluvial ainda pouco estudado.

1.1. Objetivos

- I. Interpretação das condições hidro-geomorfológicas e ambientais do rio Madeira durante o Holoceno entre Porto Velho e Abunã a partir da integração de dados da arqueologia.
- II. Correlacionar os sítios arqueológicos do Madeira com outras áreas da Amazônia.
- III. Contextualizar os resultados dentro de um marco paleoidrológico regional

1.2. Considerações gerais e justificativas

Houve um grande aumento nos estudos de sistemas fluviais nos últimos anos, sobretudo nos processos sedimentológicos, hidro-sedimentológicos, hidro-morfológicos, bem como na prevenção de inundações e processos tectônicos associados. Tendo em mente a extensão das regiões tropicais e o tamanho dos rios (oito entre os dez maiores rios do mundo estão nos trópicos), o conhecimento ainda pode ser dito como limitado (LATRUBESSE *et al.*, 2005). Ambientes fluviais são amplamente distribuídos ao longo do planeta, sendo os rios tropicais localizados entre os trópicos de Capricórnio e de Câncer, em regiões de trópico úmido e úmido-seco (chuvas de mais de 700mm/ano) e que apresentam uma grande variedade de formas de canal. Tais rios drenam uma variedade de províncias geológico-geomorfológicas, planícies em bacias sedimentares e terrenos mistos, como o caso do rio Amazonas.

Assim como a modelagem de fácies envolve uma síntese de ambientes deposicionais com informações do passado e atuais, em um esforço para entender a natureza, escala, heterogeneidade, e controle dos processos físicos dos elementos

representados em cada ambiente (WALKER, 2006), os modelos atuais sobre os sistemas fluviais tropicais usados para o entendimento de seqüências sedimentares antigas (MIALL, 1996) ainda não foram totalmente revisados. Entretanto, mesmo inapropriados, na ausência de modelos não há como se estabelecer predições e futuro refinamento dos mesmos (WALKER, 2006).

Latrubesse *et al.* (2005) apontam a energia solar como influenciadora do ciclo hidrológico mais fortemente nos trópicos que em outras regiões do planeta sendo que nessas áreas, a precipitação pluvial é o principal fator determinante do ciclo hidrológico e sua quantidade e distribuição temporal são os critérios mais importantes para o reconhecimento das sub-zonas climáticas. Climas tropicais úmidos são caracterizados por temperaturas que oscilam entre 24 e 30°C, sendo que alguns rios da floresta pluvial tropical apresentam também uma marcante variabilidade, semelhante aos de ambientes de savana, como por exemplo, os rios Purus e Juruá (LATRUBESSE *et al.*, 2005).

A distribuição das florestas é também regulada pela migração da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), caracterizada pela anulação de efeitos opostos nos padrões de ventos alísios (BALEK, 1983). Onde esta atinge sua distância máxima, a floresta pluvial é menor, ocorrendo aí outros tipos de unidades transicionais de vegetação. Ainda de acordo com (LATRUBESSE *et al.*, 2005), os regimes de rios tropicais seriam também afetados pela recorrência de 2-7 anos dos eventos do El Niño (ENSO). Esses episódios, do ponto de vista da Arqueologia, podem causar hiatos de ocupação humana como os verificados na seqüência da Ilha do Marajó (MEGGERS, 1977; 1979; 1982). A Teoria dos Refúgios (COLINVAUX *et al.*, 2000; HAFFER, 2001) ainda controversa, também é amplamente abordada nas pesquisas arqueológicas como condicionante da permanência das ocupações em um determinado local. Mesmo com dados extensos sobre a dinâmica da precipitação (BAKER *et al.*, 2001) e implicações nas mudanças climáticas (MOGOLLÓN, 2002b) principalmente através de registros polínicos, obtidos por meio de furos de sondagens em lagos ou lagoas (BEHLING *et al.*, 1999; MASLIN *et al.*, 2000; VAN DER HAMMEN E HOOGLIEMSTRA, 2000; BEHLING *et al.*, 2001) pouco se explora ainda na junção de outros fatores na construção da paisagem pretérita.

A Bacia Amazônica é a maior bacia fluvial do mundo, com uma área de drenagem de mais de 6.000.000 km², com descarga média de 209.000m³/s e carga sedimentar suspensa de 1,2 bilhões de toneladas por ano (MEADE *et al.*, 1983;

FILIZOLA, 1999). A floresta amazônica é a maior do mundo com 60% da área no Brasil (CAPOBIANCO, 2001) e apresenta um mosaico complexo de tipos de vegetações diferentes, onde prevalece clima úmido e tropical com chuvas em média 2000 mm/ano com partes que chegam até 4000 mm/ano.

Os Andes sul-americanos atuam como uma barreira para as massas de ar provindas do leste, e assim, incrementando a precipitação ao longo da sua vertente ocidental, da Argentina à Venezuela. O relevo elevado e precipitação altamente concentrada nessa região produzem, dessa forma, grande quantidade de sedimento. Apenas a bacia do Madeira contribui com 45% do total da carga de sedimentos suspensos transportados pelo rio Amazonas (Figura 1), com valores estimados entre 240 a 600 milhões de toneladas por ano (MEADE *et al.*, 1983; MARTINELLI *et al.*, 1993; MEADE, 1994; FILIZOLA, 1999). A carga sedimentar do rio Beni, por exemplo, é estimada em 165 milhões de toneladas anuais, enquanto o rio Mamoré contribui com 65 milhões de toneladas por ano (GUYOT *et al.*, 1999).

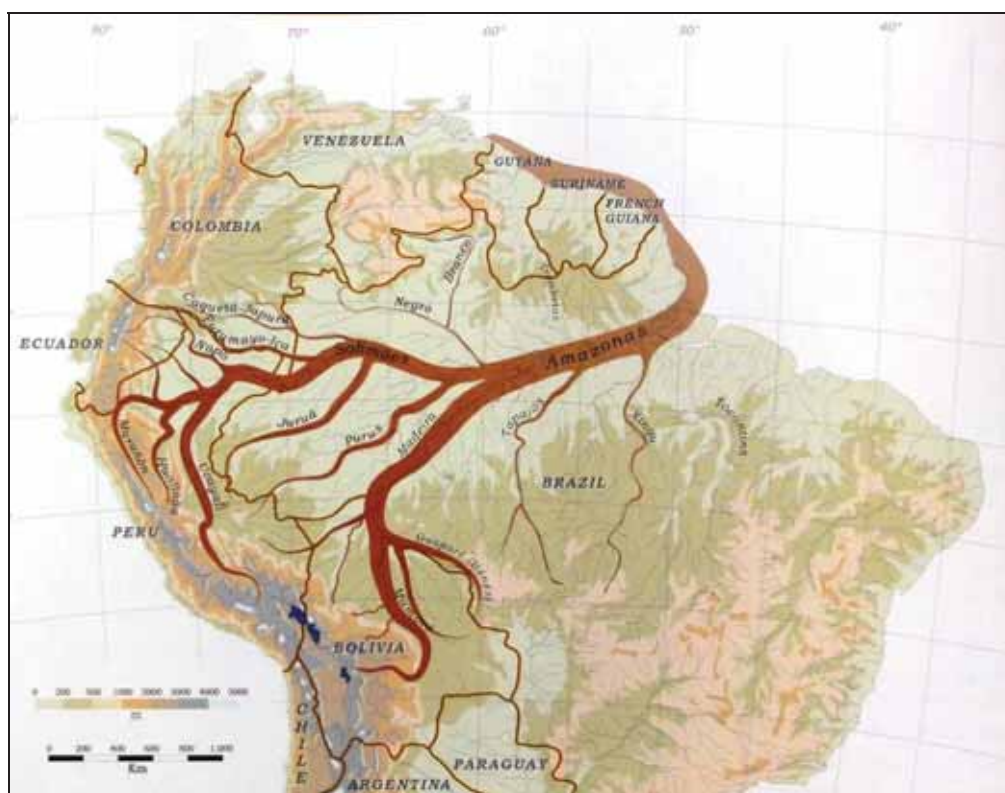


Figura 1. Infográfico representando o transporte de sedimentos na Bacia Amazônica. Fonte: Goulding *et al.*, 2003).

Em amplas bacias, a carga sedimentar não é totalmente transferida para o oceano, sendo parte dela estocada nas planícies aluviais. O aporte de sedimento também não é homogêneo, provindos de planícies ou de áreas cratônicas, por exemplo, têm uma

descarga sedimentar muito reduzida quando comparada à sua descarga líquida. Além do controle hidrológico na morfologia do canal (LATRUBESSE E KALICKI, 2002), é importante mencionar dois fatores que controlam a variação espacial e temporal da morfologia de muitos rios, pelo menos localmente: neotectônica (COSTA *et al.*, 1996; WACLAWIK *et al.*, 2008) e topografia do embasamento, não sendo únicos nem exclusivos, assim como o entendimento da sedimentação fluvial e do registro geomorfológico.

Latrubesse (2003) afirma que os rios durante o Pleistoceno Tardio seriam morfogeneticamente mais ativos, ou seja, teriam maior variabilidade de descarga e energia de inundações que no presente, movimentando, dessa forma mais sedimentos grossos e com tendências fortemente agradacionais. As oscilações climáticas do Holoceno Superior têm proporcionado uma influência menor nos canais dos rios e no desenvolvimento de planícies de inundação, que foram mais afetados por contínuos processos autigênicos (LATRUBESSE E FRANZINELLI, 2002). Para Rossetti *et al.* (2005), parece claro que condições climáticas e ecológicas semelhantes às atuais se estabilizaram há cerca de 3000 anos.

Iriondo e Latrubesse (1994) afirmam que nos estados de Rondônia e Acre o registro palinológico, os fósseis de mamíferos e o registro paleohidrológico demonstram a ocorrência de ambiente de savana com estação seca que foi mais pronunciada e prolongada durante o Pleniglacial Superior que no presente. No Holoceno Inferior e Médio, as planícies do norte da América do Sul seriam secas, com a sugestão de clima mais seco que o do presente para a bacia Amazônica durante o Hipsitermal (7000–4500 yr AP) (MARTIN *et al.*, 1993) que poderia ser associado com decréscimo progressivo de precipitação (LATRUBESSE, 2003).

Localizado na porção noroeste de Rondônia, sudoeste do Cráton Amazônico, o rio Madeira é o maior afluente da bacia do Amazonas em descarga líquida e sólida, quarto maior rio do mundo em vazão (LATRUBESSE *et al.*, 2005) e membro do grupo hidro-geomorfológico dos nove mega-rios “*anabranching*” do mundo (LATRUBESSE, 2008), com um curso de mais de 3000 km. Os depósitos associados são essencialmente compostos de sedimentos aluviais recentes e terraços quaternários, entre Abunã e Porto Velho, região esta conhecida como alto rio Madeira (Figura 2), a menos de 100 m sobre o nível do mar. Neste trecho, o rio encontra-se num vale encaixado, marcado por níveis

de base locais (corredeiras, travessões e saltos) formando numerosas corredeiras e cachoeiras em consequência do afloramento de rochas cristalinas.



Figura 2. Rio Madeira e localização da área de estudo (alto rio Madeira)².

Das dezenove corredeiras existentes no alto curso do rio Madeira (GOULDING *et al.*, 2003), três possuem queda mais acentuada e altos valores de velocidade da água: Jirau, Teotônio e Santo Antônio (Figura 3). Dentre essas três cachoeiras apenas duas são intransponíveis à navegação em qualquer época do ano: Jirau e Teotônio, o que justifica o fato de terem sido denominadas de cachoeiras, mas para os ribeirinhos e população local, todas as quedas neste trecho são cachoeiras (Figura 4). As cachoeiras nos dias atuais são paisagens marcantes, valorizadas pela população local, principalmente em função da enorme quantidade de peixes disponível. As praias fluviais formadas durante os períodos da seca também são sinônimos de um local agradável ao lazer. Lathrap (1968) já indicava que um uso extensivo das praias fluviais conforme as águas

² Imagem disponível em pt.wikipedia.org.

rebaixam, cujos campos piscosos ficam estabilizados e toda a comunidade poderia acampar na praia durante a época seca.



Figura 3. Localização das cachoeiras no Alto rio Madeira. Fonte: Goulding *et al.* (2003).



Figura 4. Cachoeiras de Jirau e Teotônio, intransponíveis a navegação em qualquer época do ano.

Sabe-se que o início da ocupação humana na Amazônia ocorreu há pelo menos 11000 AP, com datas obtidas no baixo Amazonas, mas pode ser ainda mais antiga

(ROOSEVELT *et al.*, 1996), de modo que há pelo menos 8000 anos, diferentes partes da bacia Amazônica já eram ocupadas, em diversos ambientes, tanto em planícies aluviais de grandes rios como em terraços. No sudoeste amazônico a ocupação pode ser ainda mais antiga, se forem confirmados os contextos e datações obtidas por Miller (1987) de 14.700 $\pm$ 195 anos AP caracterizado pela presença de artefatos líticos.

Diversas especulações têm sido realizadas acerca das condições ambientais na Amazônia durante o Holoceno médio conforme citado anteriormente, que explicariam a hipótese de quase ausência de sítios arqueológicos deste período. Em relação à região do alto rio Madeira, a possível contemporaneidade entre paleofauna e ocupação humana sugerida pela cronologia da presença humana e persistência de uma megafauna até o início do Holoceno (MILLER, 1992; KIPNIS, 2008), foi verificada, porém não confirmada. Porém, há indícios de ocupações antigas, que datam do início do Holoceno, por volta de 9000 AP e incluem o que parecem ser os sítios mais antigos de terras pretas³ em toda a Amazônia, que apontam para uma longa sequência ininterrupta de ocupação durante todo o Holoceno (MILLER, 1992).

Diante deste quadro, são lançadas algumas questões: Quais as condições hidrogeomorfológicas do rio Madeira durante o Holoceno, quando grupos estavam morando em áreas adjacentes ao rio? De que forma é possível contextualizar os sítios arqueológicos desta região com os de outras áreas da Amazônia, segundo uma perspectiva paleoambiental regional? Dada a complexidade e o tamanho desses grandes rios tropicais e o pouco conhecimento produzido sobre eles, as respostas a essas questões podem ser consideradas ainda incipientes.

O entendimento da evolução das planícies aluviais (onde se incluem as ilhas e regiões de entorno de cachoeiras) com os sítios arqueológicos torna-se essencial para se entender padrões de assentamento locais. Da mesma forma que a floresta é dinâmica, os rios também apresentam dinâmica intensa e devem ser analisados em conjunto. A proposta de inserir os sítios arqueológicos como marcadores de níveis d'água torna-se assim um desafio.

Apesar das poucas pesquisas arqueológicas desenvolvidas nesta região até o momento a proposta desta pesquisa de refinamento do mapa geomorfológico pré-

³ Solos no geral com até dois metros de espessura com alto conteúdo orgânico induzido pela ação antrópica e restos arqueológicos, associado a períodos longos de ocupação que fornecem subsídios para inferência sobre a utilização do rio como fonte de recursos e estabilidade do assentamento (LEHMANN, 2003; KERN *et al.*, 2004).

existente da região associado aos dados dos sítios arqueológicos pré-coloniais localizados nas planícies aluviais, será uma contribuição salutar para o entendimento da paleohidrologia do Alto rio Madeira durante o Holoceno. A contribuição metodológica deste projeto, que é o da reciprocidade dos dados geomorfológicos e arqueológicos e da construção de um modelo prévio paleoambiental que incorpora informações arqueológicas, possibilita ainda uma nova abordagem geoarqueológica na relação homem-sistema fluvial segundo uma perspectiva paleoambiental.

CAPÍTULO 2 - GEOARQUEOLOGIA DE SISTEMAS FLUVIAIS NA AMAZÔNIA

No Brasil, os trabalhos focados para a geoarqueologia ainda são poucos, mesmo que o grau de integração entre a Arqueologia e Ciências da Terra foi bastante variável ao longo do tempo e em diferentes países (ARAUJO, 1999). Os estudos relacionados ao que hoje chamamos de "processos de formação" foram empreendidos por vários autores desde os anos 1960 (p. ex., BUTZER, 1972), mas dada à formação acadêmica da maioria dos arqueólogos, a necessidade de maior entrosamento com as ciências da Terra só foi mais bem aceita após os trabalhos de Michael Schiffer (SCHIFFER, 1972; 1983; 1987). Segundo Stein e Farrand (2001), Schiffer merece o crédito de ter conseguido capturar a atenção da comunidade arqueológica para este tema.

Na Amazônia, a geoarqueologia, necessita mais que em outras regiões, da inclusão de dados da geomorfologia, estratigrafia fluvial e paleoidrologia. Goldberg e Mackphail (2006) citam a importância do solo nas pesquisas de geoarqueologia de sistemas fluviais, pois promove uma janela no entendimento das relações entre sedimentação, pedogênese e processo de formação de sítio arqueológico. Além disso, o estudo da estratigrafia do sítio arqueológico pode indicar condições pretéritas da paisagem regional e climática.

As abordagens geoarqueológicas mais frequentes nos sítios da região Amazônica têm dado especial atenção à formação de solos antrópicos conhecidos por designações como *terra preta* (TP), *terra preta de índio* (TPI), *terra preta antropogênica* ou *arqueológica* (TPA), além da variante *terra mulata* (TM) (KAMPF E KERN, 1989).

Na presente pesquisa, é utilizado o termo *terra preta* (TP) para denominar as terras pretas arqueológicas e suas variantes citadas, sendo que os sítios associados à esta TP partem do modelo proposto como sítios indicadores do estabelecimento de ocupações mais densas e de longa duração (SIMÕES, 1977; NEVES *et al.*, 2003; NEVES *et al.*, 2004).

De acordo com SIOLI (1984 apud KERN *et al.*, 2003), “*sítios arqueológicos estão presentes em todos os tipos de ecossistemas e paisagens da Amazônia, mas um grande número situa-se em áreas de várzeas e terraços fluviais*”. Na região do alto rio Madeira, sítios em terraços, planícies e ilhas são frequentemente encontrados associados a essas terras pretas (TIZUKA, 2010). Nesse material são identificados sítios densos, com presença de estruturas monticulares (OLIVEIRA *et al.*, 2009) e, por vezes, associados a afloramentos rochosos com sítios rupestres e/ou feições de polimento (SCIENTIA, 2011a). Muitos desses sítios já haviam sido identificados em pesquisas anteriores por Miller (1978), demonstrando o alto potencial arqueológico para a região (Figura 5).

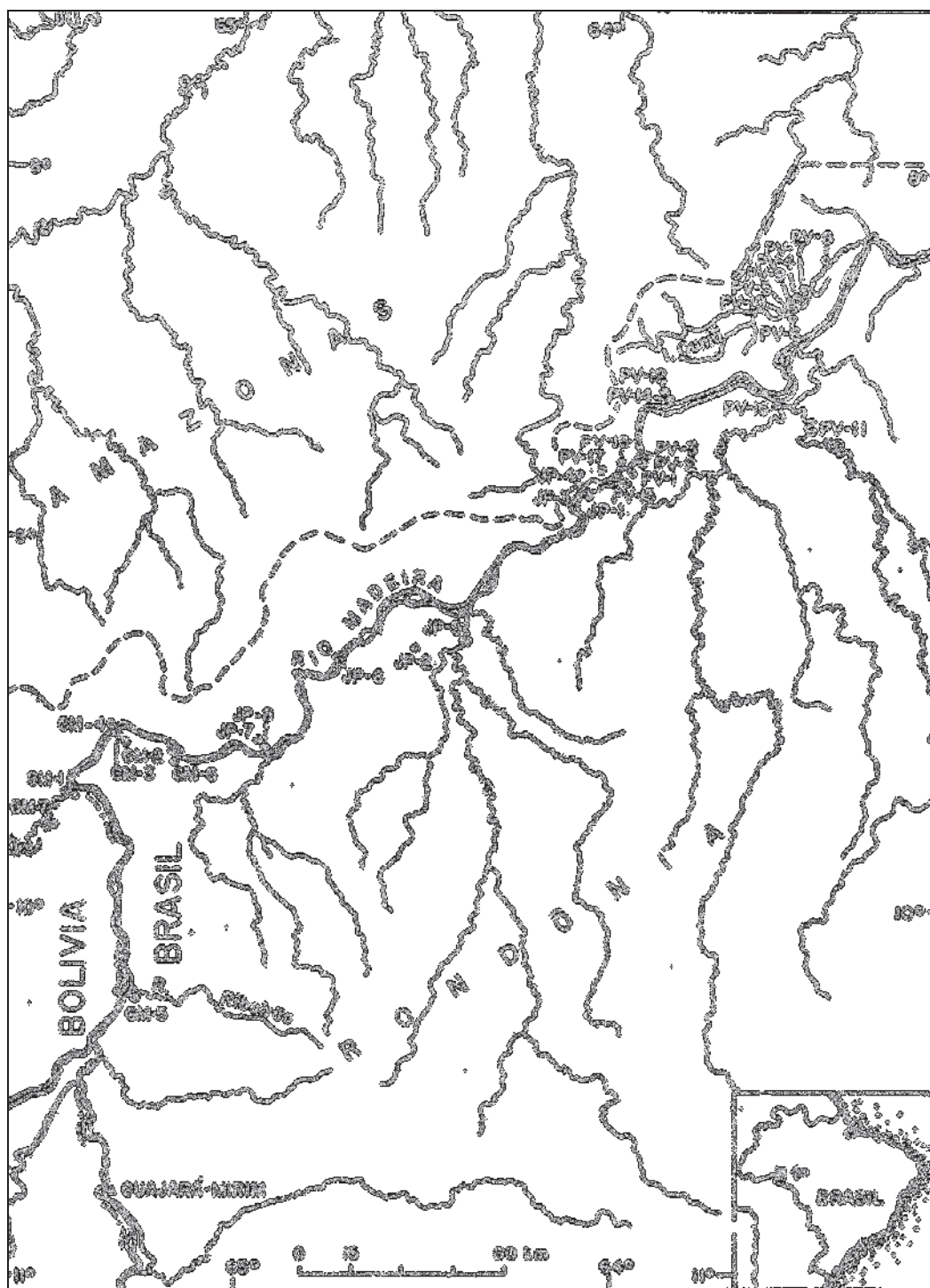


Figura 5: Localização dos sítios arqueológicos do Alto rio Madeira, Rondônia. Fonte: Miller (1978).

Os estudos sobre os processos de formação de sítios arqueológicos ainda destacam mais a questão de processos culturais aos naturais. Então questiona-se como é possível trabalhar com a questão de paisagens culturais e naturais junto aos sítios arqueológicos? Há registros de sítios pré-coloniais em áreas de várzea onde atualmente já não se encontram mais vestígios, sendo afetados pela erosão há menos de 50 anos.

Essa problemática levanta o questionamento de quantos sítios arqueológicos implantados próximos ao rio Madeira foram erodidos ao longo dos últimos 7000 anos.

A aproximação contextual e ecológica da paisagem pode ser efetuada através das relações teóricas entre as análises geomorfológicas e os modelos que vislumbram as estratégias de assentamento pré-coloniais relacionadas com a estrutura e com a mudança da paisagem (SANTI, 2009). Os estudos de Lathrap (1968) e Brown (1997), por exemplo, corroboram que as evidências geológicas e arqueológicas tendem a fortalecer umas às outras e mesmo uma estimativa básica de ordem geral de magnitude dos eventos geomorfológicos são essenciais para se checar a plausibilidade da cronologia cultural (LATHRAP, 1968).

A questão da não evidência de sítios pode levar a um quadro enganoso da densidade de populações pretéritas principalmente quando se utiliza apenas a forma atual do rio para se concluir sobre o passado (LATHRAP, 1968). As planícies de inundação são paisagens dinâmicas que exibem variedade de ambientes sedimentares locais e processos (BROWN, 1997) que mudam ao longo do tempo conforme evoluem. Será utilizado o termo “camada arqueológica” como estratos/camadas de origens diversas (sedimentos fluviais, crostas lateríticas, etc) associada a vestígios arqueológicos com contatos definidos durante os trabalhos de campo e em constante revisão e correlação estratigráfica intra-sítio em laboratório. A análise de mapas e croquis dos sítios arqueológicos é fundamental assim como dos cotogramas das estações fluviométricas e seções transversais do rio que podem servir de apoio para uma cronologia também comparativa da inserção dos sítios na paisagem em tempos pretéritos e atuais.

Meggors (1977) faz correlações interessantes de dados sobre flutuações climáticas e, por consequência, da vegetação com adaptações pré-históricas culturais para a Amazônia. Contudo, a autora postula as oscilações climáticas como fator determinante na pré-história amazônica (MEGGERS, 1979; 1982). Lathrap (1968) apresenta uma cronologia já bem estabelecida na planície do rio Ucayali (Peru) e sua relação com abandono de canais, através de fotos aéreas disponíveis em 1962, considerando com base também estudos já realizados anteriormente para o rio Mississipi. Interessante observar que mesmo com poucos recursos digitais nas décadas de 60 e 70, quando esses trabalhos acima citados foram desenvolvidos, é admirável a utilização de diversos mapas temáticos em conjunto com os mapas arqueológicos. Para

este autor, o foco não era estabelecer ou aprofundar o estudo dos processos aluviais em si, mas apresentar correlações entre os sítios arqueológicos e a planície do rio Ucayali.

Após um início de ocupação em diferentes tipos de ambientes, a partir de cerca de 7500 AP os sinais visíveis de ocupação ficam restritos a algumas regiões específicas como o estuário/baixo Amazonas e a Bacia do Alto Madeira (MEGGERS E EVANS, 1957; BROCHADO E LATHRAP, 1982; MEGGERS, 1984; MILLER, 1992; ROOSEVELT, 1995; GNECCO E MORA, 1997; NEVES *et al.*, 2003; NEVES E PETERSEN, 2006). A área de confluência dos rios Negro e Solimões é atualmente um dos locais mais bem conhecidos o que têm permitido uma série de avanços no entendimento da cronologia regional, com ocupações desde o início do Holoceno.

Esse entendimento apresenta ainda lacunas durante o Holoceno Médio com aparente padrão cíclico na ocupação, adensamento e desagregação nos sítios da região, e com modificações nos padrões de assentamento visíveis a partir de 2500 AP que correspondem também a sinais de uma verdadeira explosão cultural (NEVES, 2005). Nesta área, apesar de evidências claras de ocupação humana no início do Holoceno, e por pesquisas ao longo de 20 anos com extensos levantamentos, há uma imensa lacuna de alguns milhares de anos entre essas ocupações iniciais e ocupações posteriores (NEVES E PETERSEN, 2006).

Na Bacia do Alto Madeira, mais especificamente no rio Jamari, seu afluente da margem direita, foram identificados sítios arqueológicos com terra preta e artefatos líticos lascados atribuídos à fase Massangana, com datas entre 4.780±90 à 2.640±60 anos AP (MILLER, 1992). O autor indica que seu início transicional seria um pouco anterior, ao redor de 5000 anos AP., em pleno Ótimo Climático, quando teria início a prática de uma agricultura incipiente e aldeamentos semi-sedentários.

A verificação de hiatos ou discontinuidades na ocupação pré-colonial da Amazônia tem sido notada por diversos pesquisadores desde a implantação do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas da Bacia Amazônica (PRONAPABA)⁴. Exemplos de pesquisas em diversas partes da Bacia Amazônica que procuraram correlacionar hiatos nas cronologias regionais a episódios de mudanças climáticas podem ser encontrados em Meggers e Danon (1988), Miller (1992). Ao contrário de

⁴ Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas na Bacia Amazônica (PRONAPABA) foi organizado através de uma parceria entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq e a Smithsonian Institution, de Washington (início em 1977).

Meggens, Lathrap (1970), Brochado (1984), Neves (1998), Heckenberger (1999), Oliver (2001) acreditavam haver um viés amostral no registro arqueológico com a ausência de sítios no Holoceno médio. Seja devido a um viés amostral ou existindo de fato um hiato com interrupção na ocupação humana em partes da Amazônia no Holoceno Médio, essa problemática do porque são identificados poucos sítios desse período continua em aberto até os dias atuais.

Uma das explicações seria alicerçada em bases climáticas, e as evidências atuais apontam para a ocorrência de variações climáticas e ecológicas durante o Holoceno na Amazônia com eventos de aumento nas condições gerais de precipitação e umidade (PIPERNO E BECKER, 1996; BEHLING *et al.*, 1999; BEHLING E COSTA, 2000; MOGOLLÓN, 2002a; ROSSETTI *et al.*, 2005). Tais evidências baseiam-se quase exclusivamente em dados polínicos.

Os estudos de sítios arqueológicos nas margens dos grandes rios (HILBERT, 1968; SMITH, 1980 apud ARROYO-KALIN, 2010) sugeriram graus diversos de sedentarismo ou, mais estritamente, permitiram diversas interpretações que incidiram na discussão sobre as origens da vida sedentária. Miller (1992) sugere que para o alto rio Madeira, os eventos de sedentarismo nestes sítios estão relacionados à presença de concentrações de recursos aquáticos. Essa hipótese vem sendo testada para a presença de sítios em áreas de cachoeiras. Existem ainda hipóteses de ocupações extensas e contínuas para os sítios (HECKENBERGER *et al.*, 1999) ou ainda ocupações mais intensas e curtas, porém sucessivas e duradoras (NEVES, 2006).

Com base nos pressupostos acima, a pesquisa atual em geoarqueologia na Amazônia apresenta ainda resultados limitados a processos intra-sítios de sítios localizados às margens de grandes rios, ou nas interações homem-floresta. Entretanto, a geoarqueologia associada a sistemas fluviais deveria abordar principalmente seu componente essencial: a própria caracterização do sistema fluvial.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Geologia regional e arcabouço estrutural

A área de estudo situa-se no sudoeste do Cráton Amazônico, o qual mostra uma evolução geológica policíclica iniciada no Paleoproterozóico, há aproximadamente

1700 milhões de anos. Reativações posteriores por eventos tectonomagmáticos superimpostos perduraram até 970 milhões de anos atrás, estabilizando parte do cráton. Ocorrem ainda reativações de falhas pré-existentes, com maior intensidade durante o período Terciário, quando do soerguimento da Cordilheira Andina. Esse processo refletiu na região sul da Amazônia originando um terreno bastante arrasado topograficamente.

São identificadas rochas pertencentes desde unidades paleoproterozóicas (embasamento cristalino que engloba o Complexo Jamari) em forma de lajeados, por vezes com o relevo topograficamente arrasado como no caso do alto curso do rio Jaci-Paraná, até coberturas sedimentares cenozóicas (Figuras 6 e 7). Essas coberturas reúnem depósitos terciários e quaternários, cuja morfogênese é controlada por fatores litológicos, climáticos e tectônicos (SCANDOLARA E FUCK, 2001) que irão condicionar a paisagem geral. São descritas ainda coberturas sedimentares indiferenciadas, lateritos imaturos, diversos terraços fluviais pleistocênicos (HAYAKAWA, 2011), depósitos pantanosos (lagoas e igapós) (QUADROS *et al.*, 2009), depósitos lacustres e depósitos de planície de inundação/canais fluviais.

Como parte dessas coberturas sedimentares, Quadros *et al.* (2006) e Rizzotto *et al.* (2006) definem sedimentos inconsolidados a parcialmente consolidados que ocorrem predominantemente associados às margens dos principais cursos d'água de maior porte, como os rios Madeira, e Jaci-Paraná como Formação rio Madeira, de idade Pleistocênica. A seção-tipo estaria localizada nas proximidades da Cachoeira do Tamborete, em Abunã.

Esses sedimentos citados acima são localmente conhecidos como “mucururus” e foram caracterizados por Costa (1991) como materiais de consistência rochosa, geralmente auríferos, encontrados nos leitos e nos barrancos de certos trechos do rio Madeira e afluentes, que se estendem de Porto Velho a Guajará-Mirim. Com base nos aspectos litológicos, o autor define quatro tipos de “mucururus”: (I) arenito a conglomerado carbonático, (II) formação manganésífera, (III) formação carbonosa-manganésífera, (IV) arenito/conglomerado ferruginizado, cujas diferenças estariam na presença e distribuição de carbonatos e de oxi-hidróxidos de manganês. Apenas a formação carbonosa-manganésífera foi descrita como rica em restos vegetais parcialmente decompostos, porém sem citação por serem ocorrências fossilíferas. O mesmo autor interpreta estas camadas rudáceas como de origem sedimentar/diagenética

até tipo “seepage”, provavelmente pleistocênicos a holocênicos e de ampla distribuição nos canais e paleocanais relacionados à complexa drenagem do rio Madeira.

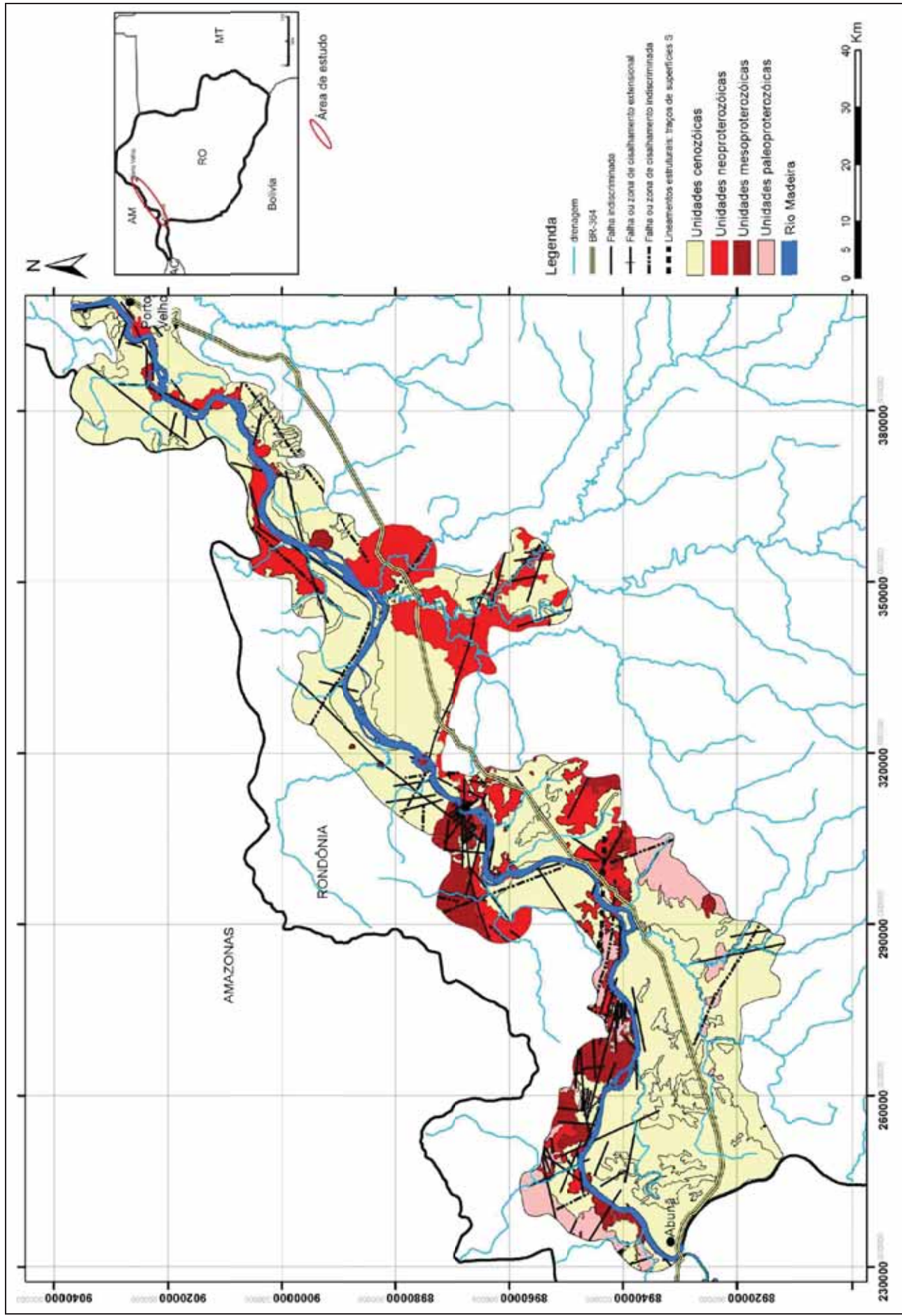


Figura 6. Mapa geológico simplificado da área de estudo. Adaptado de CPRM, 2005.

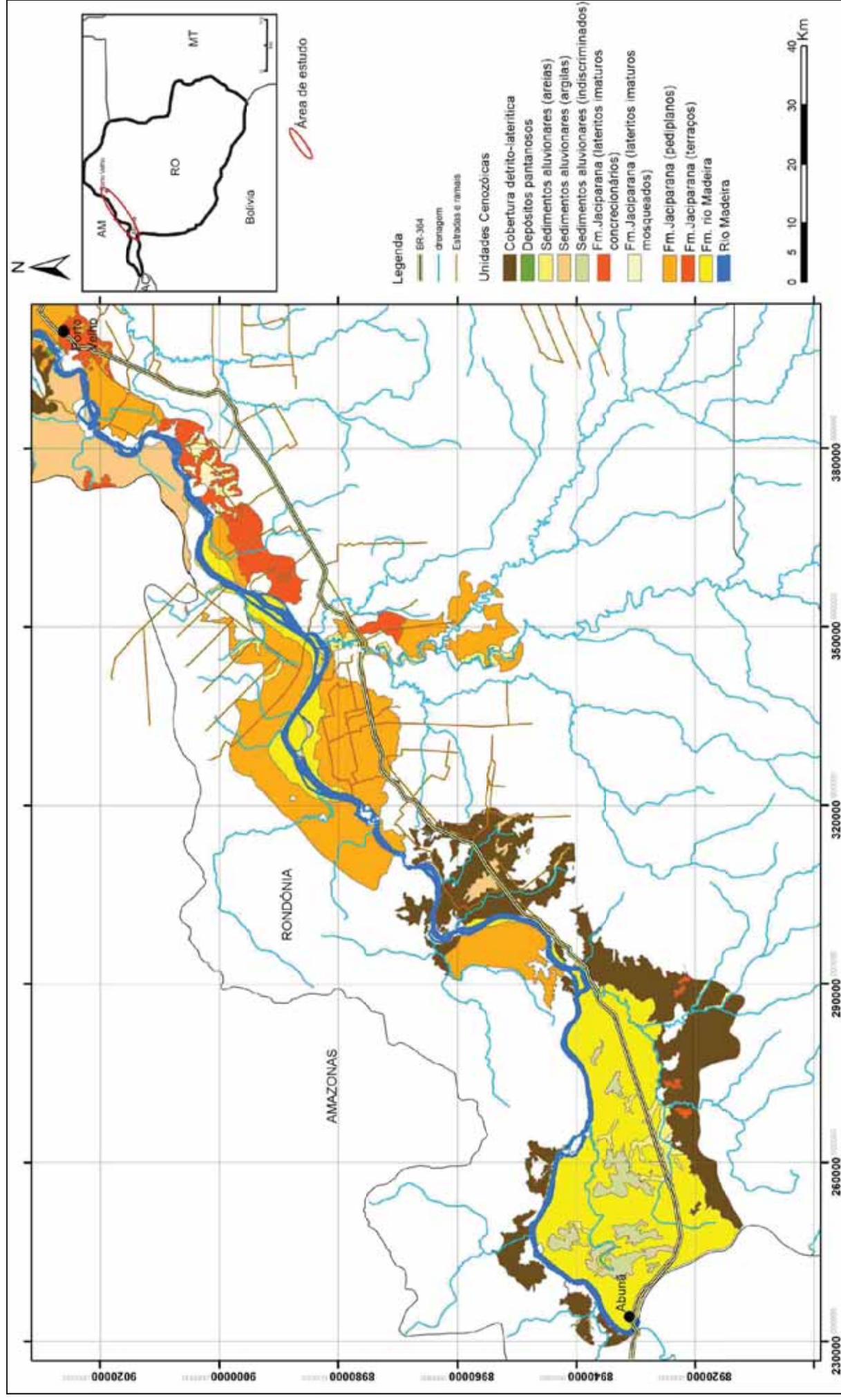


Figura 7. Mapa geológico da área de estudo, com foco nas unidades litoestratigráficas do Cenozóico. Adaptado de CPRM, 2005.

Os depósitos portadores de fósseis de vertebrados dos garimpos de Araras e Taquaras sugerem uma correlação com os depósitos fossilíferos do alto rio Juruá, no estado do Acre (LATRUBESSE E RANCY, 1998). Adamy e Romanini (1990) incluíram estes depósitos, assim como os descritos mais adiante, na Formação Jaci-Paraná. Rizzotto e Oliveira (2004) subdividiram esta unidade reconhecendo a Formação Rio Madeira para os depósitos aqui descritos, reservando a denominação de Formação Jaci-Paraná para sedimentos mais finos, temporalmente mais recentes e representativos de paleoambiente diferente, que predominam a jusante da cachoeira do Jirau. Posteriormente, Quadros *et al.* (2006) definiram estas camadas como a base da Formação Rio Madeira, as quais foram depositadas discordantemente sobre rochas graníticas, metassedimentares e sedimentares de idade meso/neoproterozóica, atribuindo idade pleistocênica e origem fluvial, sendo posteriormente, recobertas por sedimentos aluvionares e por solos.

Na região da sub-bacia do Jaci-Paraná, verifica-se na margem esquerda do rio Madeira, pontos onde foram observados o conglomerado em cotas mais baixas (65-66m). A seqüência sedimentar descrita como pertencentes a Formação Rio Madeira da base ao topo apresenta pacote arenoso com granodescrescência ascendente, com conglomerado sotoposto por pacote arenoso com areia variando de média a grossa (Figura 8).



Figura 8. Perfil esquemático da Formação rio Madeira (JG-93). Adaptado de CPRM, 2005.

Durante os períodos de máxima vazão, estes conglomerados não são atualmente observados nas margens, entretanto, dados de geofísica (Sondagem elétrica vertical e caminhamento elétrico) nas margens do entorno da cachoeira de Morrinhos indicam anomalia para este conglomerado em profundidades médias de 15-20m com resistividade em dois possíveis intervalos: 350 a 650 $\Omega.m$. e 1500 a 2500 $\Omega.m$ (CPRM, 2010b). Esses dados são interessantes por se tratarem de evidências de possível existência de dois momentos distintos de formação de canal na região.

Entre as Cachoeiras do Caldeirão do Inferno e Santo Antônio, os afloramentos predominantes correspondem aos sedimentos mais finos, dominados por areias finas, siltes e argilas com matéria orgânica abundante. Estes sedimentos assemelham-se aos encontrados no topo dos depósitos dos garimpos de Araras e Taquaras (Figura 9) e seria semelhante ao terraço inferior do alto rio Juruá (Acre) (LATRUBESSE E RANCY, 1998), de idade mais recente que a Formação Rio Madeira.

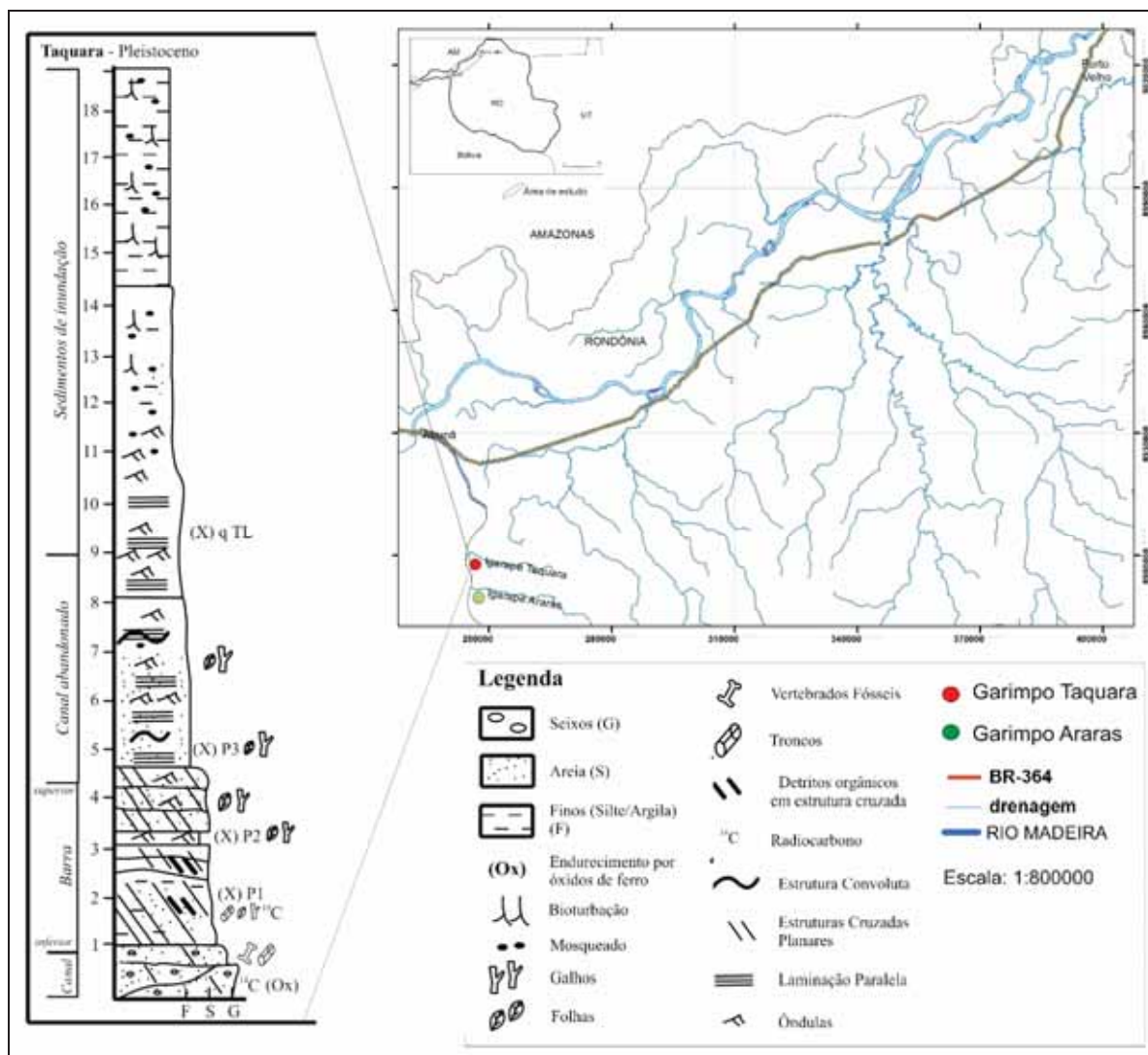


Figura 9. Perfil do Garimpo Taquara (Formação rio Madeira na base e Formação Jaci-Paraná no topo da seqüência). Adaptado de Furnas (2005).

Furnas (2005) ainda sugere correlação destes níveis com os mencionados no rio Juruá, assim como a marcada mudança na granulometria dos depósitos, que atribuiria uma idade destes sedimentos entre 15.000 e 8.000 AP, ou seja, coincidindo com o fim do Último Máximo Glacial (Last Glacial Maximum-LGM), datado entre 20000 e 15.000 AP (LATRUBESSE E RANCY, 1998).

Em termos texturais e faciográficos estes depósitos do Juruá são similares aos atuais localizados no rio Madeira, constituídos predominantemente de silte e argila. Os sedimentos aluvionares arenosos ocupam porções lineares formando as planícies de inundação do rio Jaci-Paraná, e dos tributários e subtributários do rio Madeira, situados à sua margem esquerda. Já os Sedimentos Aluvionares Indiscriminados apresentam distribuição restrita as margens e leito do Madeira, alcançando grande área de

deposição, ocorrendo desde a jusante da cachoeira do Jirau até a cachoeira de Santo Antônio tendo papel importante na acreção das ilhas e formação de barras de areia que alteram o curso do rio (CPRM, 2005).

O padrão de sedimentação fluvial holocênico do Sistema Fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira é caracterizado por depósitos de acreção lateral e de carga de fundo, que incluem barras em pontal, barras de meio de canal e depósitos de carga de fundo. Associado ao ambiente fluvial ocorre o ambiente lacustre, representado por lagos residuais formados pela migração das cristas de acréscimo lateral das barras, além de lagos represados. Os depósitos de barra de meandro ou barra em pontal são constituídos por sedimentos arenosos, siltico-argilosos e raramente conglomeráticos, interestratificados e com baixa a média seleção textural, apresentando-se sobrejacentes aos depósitos residuais de canal. De maneira geral, as barras de meandro dispõem-se segundo uma granodecrescência vertical, iniciando com camadas arenosas que apresentam estratificação cruzada acanalada e tangencial, estratos horizontalizados nas zonas medianas e camadas de sedimentos finos, siltico-argilosos, no topo.

Os depósitos de barras de canal são acumulações arenosas emersos em época de estiagem. Os sedimentos gradam de areia a seixo, com baixa seleção dos grãos, podendo evoluir até areia fina mais selecionada. Apresentam estratificação cruzada de médio porte, em geral com sedimentação granodecrescente.

Os depósitos de diques formam-se pelo transbordamento do canal sobre os bancos em cordões sinuosos, caracterizando-se pela alternância de camadas de areias finas com sedimentos siltico-argilosos, estes últimos em maior proporção do que aquela encontrada nas barras de meandro.

A partir da geomorfologia fluvial e das evidências morfológicas de estruturas neotectônicas, marcadas por anomalias do sistema deposicional fluvial e anomalias na rede de drenagem, a área do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira foi compartimentada por Souza-Filho *et al.* (1999). Os autores determinaram três domínios morfoestruturais, controlados por um vetor compressivo E-W, responsável pela reativação ou geração de falhas inversas N-S, lineamentos transtensivos destrais NE-SW e lineamentos transpressivos sinistrais NW-SE (Figura 10). A área do estudo, contudo se situa entre os domínios II e III descrito a seguir:

- 1) Domínio II – Alto estrutural Guajará Mirim-Porto Velho (abrangendo o trecho do rio Mamoré nas proximidades da barragem estrutural de Guajará Mirim até Porto Velho). A atividade neotectônica é marcada principalmente pelo encaixe da rede de drenagem na direção N-S, com variações NNE-NNW, que estão provavelmente associada a falhamentos inversos relacionados à evolução cenozóica da Orogenia Andina, com instalação de novas linhas de fraqueza (CAMPOS E TEIXEIRA, 1988; COSTA *et al.*, 1996; QUADROS *et al.*, 2006).
- 2) Domínio III - caracterizado pela planície aluvial do rio Madeira ao longo do megalineamento estrutural Madre de Dios-Itacoatiara. De acordo com os mesmos autores, este domínio encontra-se fortemente controlado pelo megalineamento transtrativo destral Madre de Dios-Itacoatiara de direção N60E.



Figura 10. Mapa de localização e compartimentação morfoestrutural da área de estudo (em vermelho), pertencentes aos Domínios II e III. Fonte: Souza-Filho *et al.* (1999).

Em uma primeira análise, verifica-se que as planícies são delimitadas por falhamentos, em diversos segmentos ao longo do rio Madeira (Figura 11).

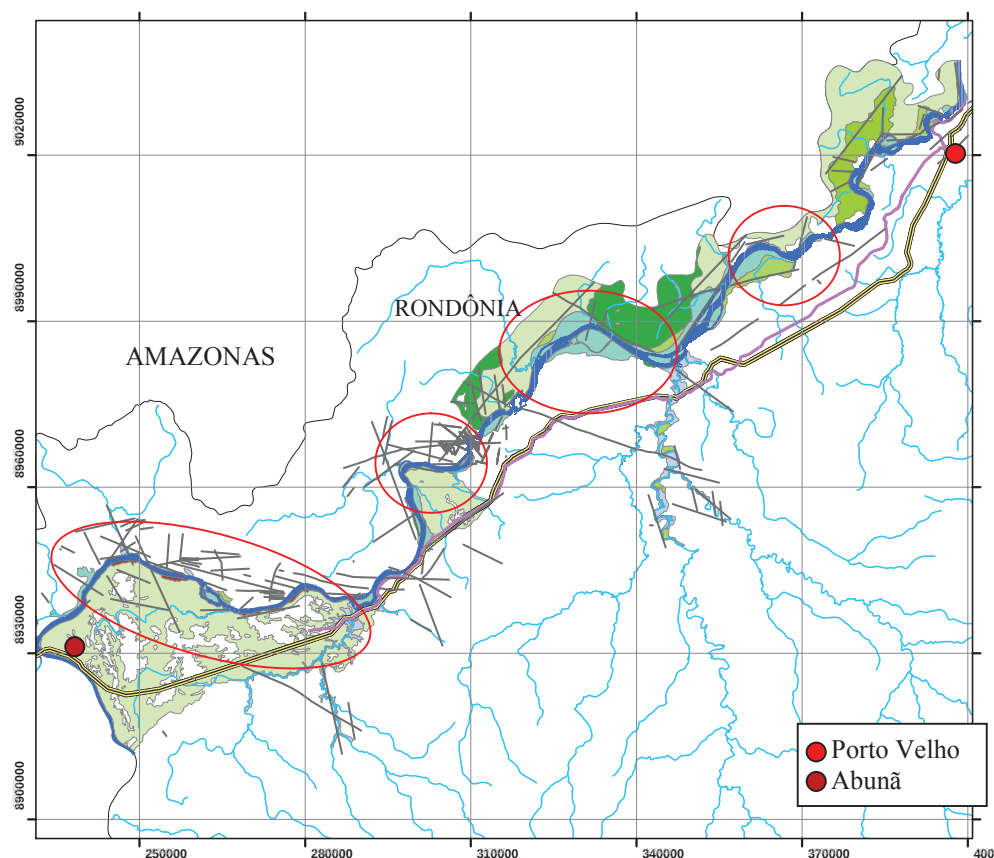


Figura 11. Polígonos vermelhos destacam os falhamentos que delimitam as planícies aluviais na região do alto rio Madeira. Adaptado de CPRM, 2005.

3.2. Geomorfologia

Em termos gerais, utilizam-se nesta pesquisa os dados geomorfológicos dos estudos de viabilidade dos empreendimentos hidrelétricos (CPRM, 2005) por apresentarem maior detalhamento no mapeamento geomorfológico até o momento (escala 1:250.000). De acordo com a fonte citada, na região pesquisada, formas de relevo identificadas foram divididas em quatro grandes categorias: unidades de agradação, unidades de degradação, unidades estruturais e unidades em areais.

Como unidades de agradação (A) foram englobadas as planícies aluviais, terraços fluviais, depressões e lagos. São áreas deposicionais representadas por planícies de inundação pouco extensas e assimétricas, do rio Madeira e rios secundários e que são sazonalmente inundáveis e por terraços baixos e altos com diferentes graus de

dissecação onde podem ser identificadas feições de antigos canais (Tabela 1, figuras 12 e 13).

Como unidades de degradação (D) foram incluídas formas de relevo submetidas mais intensamente aos processos erosivos tais como superfícies de aplanamento, agrupamentos de morros e colinas com e sem controle estrutural. São superfícies de relevo plano a muito suavemente ondulado, entre as cotas de 200 e 300 metros, apresentando graus de dissecação variando entre baixo e alto e agrupamentos de morros e colinas.

As unidades estruturais/denudacionais (S) são o conjunto de relevos residuais que emergem do piso das superfícies aplanadas e agrupamentos de morros e colinas com controle estrutural. Por fim, as unidades em areais brancos (E) são as que apresentam o escoamento impedido.

A configuração regional do relevo é caracterizada pelo amplo predomínio de extensas superfícies aplainadas e formas de relevo suaves e de baixa amplitude de relevo, afetadas em maior ou menor grau por processos de dissecação.

Na margem esquerda a região é caracterizada pelo domínio de superfícies de agradação, especialmente, de antigos terraços fluviais do rio Madeira de idade pleistocênica podendo, até mesmo, registrar idades mais antigas (pliocênica, correlatas possivelmente à Formação Rio Madeira).

Para esta pesquisa, o foco será dado à grande unidade geomorfológica – A – Unidades agradacionais.

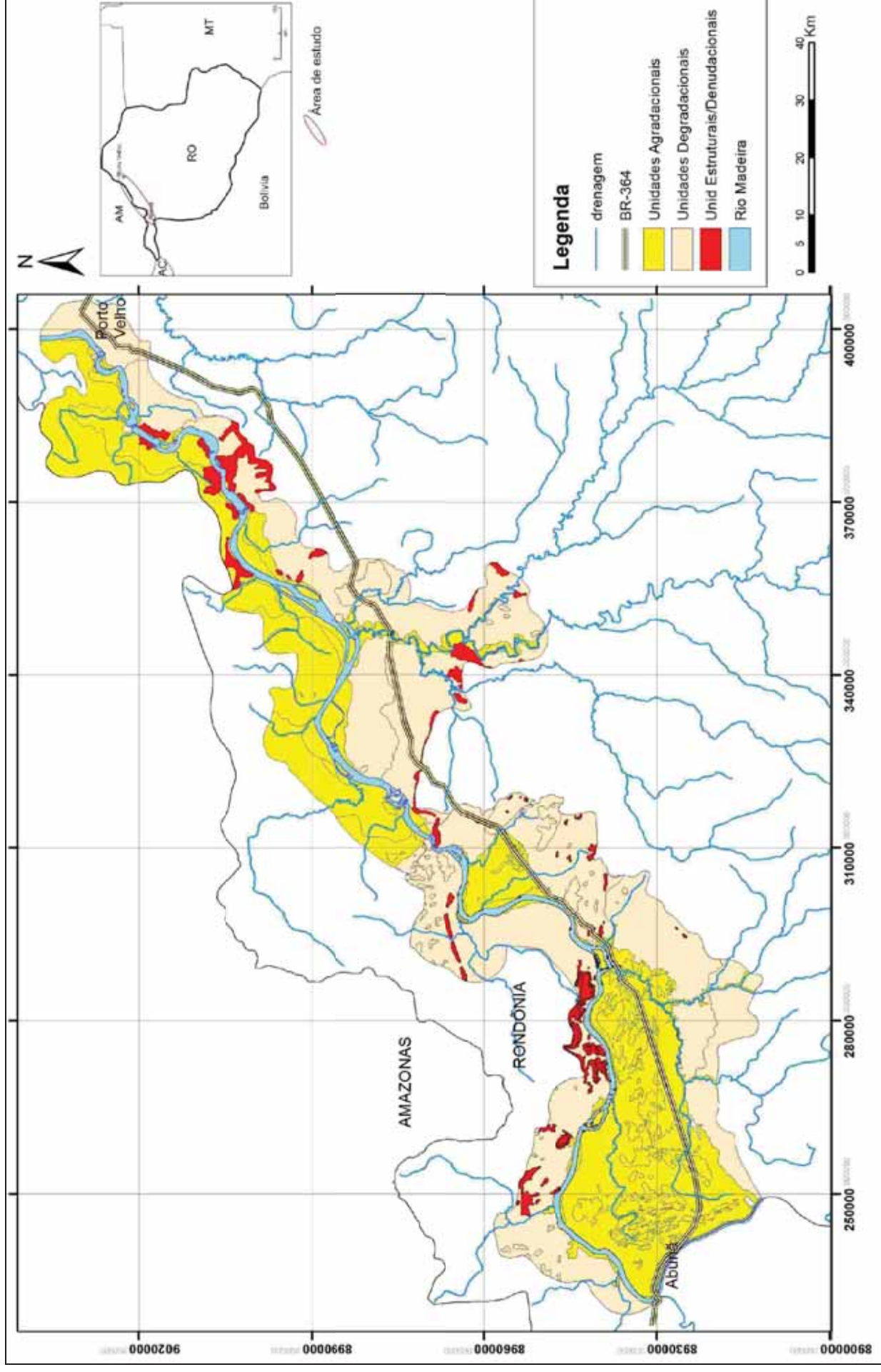


Figura 12. Domínios morfoestruturais na área de estudo. Adaptado de CPRM, 2005.

Tabela 1. Unidades geomorfológicas

DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	
A – Unidades Agradacionais	Depressões e Lagos	Depressões, Lagos (A1)
	Terrapços fluviais	Terrapços fluviais altos, não dissecados (A211)
		Terrapços fluviais altos, com dissecação baixa (A212)
		Terrapços fluviais baixos, com dissecação baixa (A221)
		Terrapços fluviais baixos, com dissecação média (A223)
D – Unidades denudacionais	Planícies aluviais	Planícies aluviais de rios principais (A31)
		Planícies aluviais de rios secundários (A32)
	Superfícies de aplainamento	Superfície de aplainamento conservada (D2211)
		Superfície de aplainamento retocada (D2221)
		Superfície de aplainamento degradada (D2231)
S – Unidades estruturais/ denudacionais	Agrupamentos de Colinas e Morros	Colinas tabulares (platôs lateríticos) (D30)
		Colinas e morros baixos e médios (D31)
		Morros e Inselbergs Médios e Altos (D32)
	Superfícies tabulares	Superfícies tabulares planas capeadas por lateritas (S110)
		Colinas e Morros baixos a médios com controle estrutural (S321)
E – Unidades em areiais brancos	Agrupamentos de Colinas e morros com controle estrutural	Morros e inselbergs médios a altos com controle estrutural (S322)
		Alinhamentos serranos baixos a médios (S323)
		Alinhamentos serranos altos (S324)
		Platôs (S325)
		Escarpas (S326)
	Depósitos arenosos, brancos, com escoamento impedido	

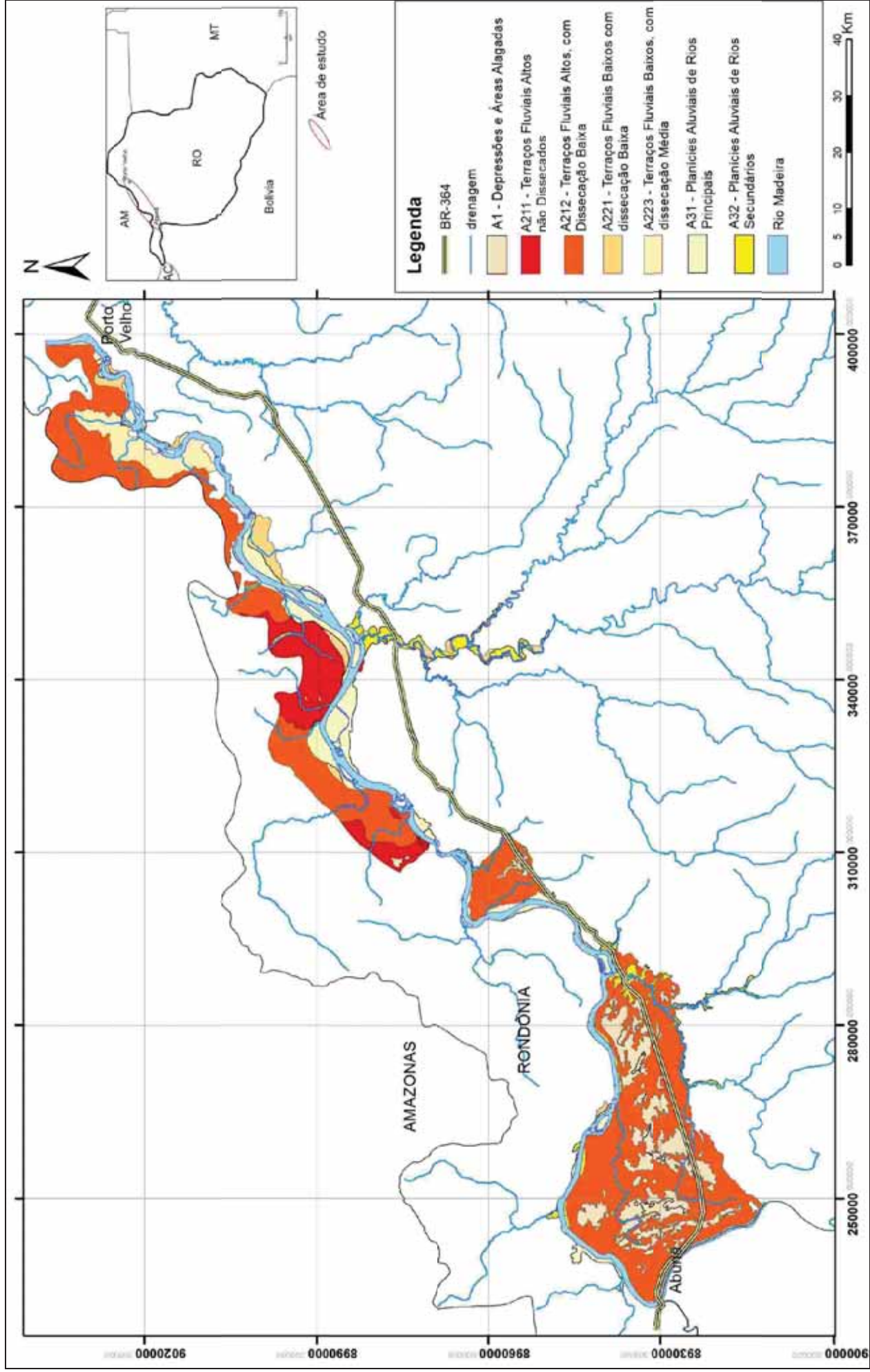


Figura 13. Mapa geomorfológico da área de estudo com as áreas de interesse (unidades agradacionais). Adaptado de CPRM, 2005.

3.3. Clima

O rio Madeira pode ser chamado de um “rio tropical” pelas características mencionadas por Latrubesse *et al.* (2005). Em âmbito geral, em Rondônia as temperaturas médias anuais variam entre 24° a 26°C. No decorrer dos meses de junho, julho e agosto a temperatura cai, chegando a atingir até 8°C, devido à passagem de frentes polares. O mês mais seco é julho e o mais chuvoso é setembro.

A precipitação na bacia contribuinte do rio Madeira não é homogênea. Na região andina, local onde os solos são descobertos e, conseqüentemente, mais suscetíveis à erosão, a precipitação varia de 500 a 5.000 mm ao ano. Já na parte baixa da bacia, este valor fica em média na faixa de 2.000 mm ao ano. O clima predominante na área de estudo é o equatorial, que apresenta temperaturas elevadas aliadas a uma grande umidade, com somente três meses sem ocorrência de precipitação. Essa característica climática gera influência no norte do Estado, nas áreas limítrofes com o Estado do Amazonas e entorno de Porto Velho.

3.4. Vegetação

Um dos modelos de evolução da paisagem referentes ao período do Pleistoceno Superior, proposto para toda a América do Sul foi o de Ab'sáber (1977) e Brown e Ab'sáber (1979). Estes estudos são baseados na distribuição atual da flora e da fauna, e, em evidências geomorfológicas, sedimentares e outras. Alguns aspectos importantes do modelo proposto são: (1) grandes áreas de cerrado no Brasil Central, rodeadas por caatingas por todos os lados menos ao sul, onde ocorriam florestas temperadas; (2) raros refúgios de florestas no Brasil Central; (3) uma segunda área de cerrado, em montanhas e planaltos da região Amazônica, coexistindo com florestas de galerias, caatingas e refúgios de florestas; (4) extensos refúgios de floresta tropical nas cadeias de montanhas ao norte do sub-continente; e (5) durante os períodos glaciais secos, quando as vegetações abertas e secas atingiam suas extensões máximas, as áreas nucleares de florestas deram lugar em parte a zonas de contato e transição.

O modelo propõe que a América do Sul era caracterizada por clima seco durante o Pleistoceno Superior, o qual teria acarretado na expansão da caatinga em regiões de cerrado, e a expansão do cerrado em regiões de floresta (AB'SÁBER, 1977; 1982). Por

exemplo, a região Amazônica teria sido, durante os períodos de seca, um imenso cerrado com refúgios florestais, sendo que nos períodos úmidos as florestas coalesceriam em detrimento ao cerrado. A alternância de períodos de seca e de umidade, com fragmentações da floresta seguidas por coalescências teriam resultado na atual distribuição de espécies endêmicas na Amazônia, como sugerido pela Teoria dos Refúgios (HAFFER, 2001). Na última década, o modelo tem sido contestado através de evidências polínicas que não registram a existência de vegetação de cerrado nos períodos e regiões que supostamente teriam sido áreas onde cerrado e floresta tropical teriam tido associação cíclica com períodos de seca e umidade (COLINVAUX *et al.*, 2000). Por outro lado, estudos baseados em isótopos de carbono têm gerado dados que corroboram a Teoria dos Refúgios (FREITAS *et al.*, 2001). Van Der Hammen e Hooghiemstra (2000) propuseram um modelo que acomoda dados aparentemente contraditórios, onde uma redução entre 25 a 40% da umidade na região amazônica poderia gerar a diversidade espacial e temporal do registro paleoambiental estudado (VAN DER HAMMEN E ABSY, 1994; VAN DER HAMMEN E HOOGHIEMSTRA, 2000).

A vegetação predominante no estado de Rondônia é a floresta pluvial amazônica. Existe uma área de cerrado, a oeste do estado, que devido à exploração mineral, vem sendo desmatada. As campinaranas, também conhecidas como caatingas ou caatingas amazônicas constituem uma paisagem de exceção envolvida pela Floresta Tropical Amazônica, sendo suas variações fitofisionômicas locais determinadas por condições edáficas peculiares (MENDONÇA, 2011).

Estudos recentes (HAYAKAWA *et al.*, 2010; HAYAKAWA, 2011; ROSSETTI *et al.*, 2011) apresentam para a região de Porto Velho e Humaitá, relacionamentos entre padrões vegetacionais e paleomorfologias representativas do desenvolvimento do sistema fluvial para o Baixo rio Madeira. Com base nessas análises, os autores elaboraram modelos para explicar possíveis sucessões florísticas em função de alterações progressivas relacionadas ao abandono dos sistemas deposicionais durante o final do Quaternário.

Ainda são escassos dados palinológicos que permitam datações precisas em termos bioestratigráficos devido à ausência de marcadores temporais inequívocos e à baixa frequência de palinomorfos na área de estudo (FURNAS, 2005; RIZZOTTO *et al.*, 2006). De acordo com esses estudos, a dominância de elementos florestais e a

subordinação das gramíneas permitem sugerir que os depósitos sedimentares devem ser mais antigos que 20.000 anos. Esses dados foram baseados em estudos prévios de Absy e Van Der Hammen (1976) e Van Der Hammen e Absy (1994) que mostram que as gramíneas aparecem como elementos predominantes após essa data como consequência de processo de aridização e queda nas temperaturas que caracterizou o fim do Pleistoceno. Esses autores demonstraram que elementos florestais voltaram a ser importantes na composição palinológica somente depois do Holoceno Inferior, com o restabelecimento de condições úmidas e quentes.

3.5. Hidrografia

A hidrografia de Rondônia é formada por sete bacias hidrográficas (Bacias dos rios Guaporé, Mamoré, Abunã, Madeira, Jamari, Machado e Roosevelt – Figura 14).

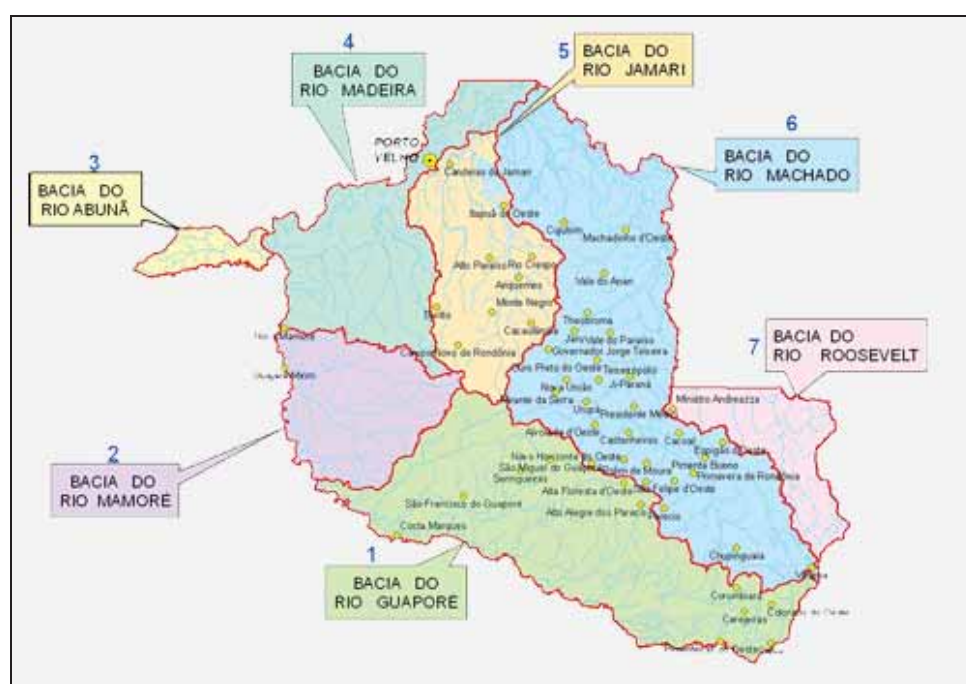


Figura 14. Bacias hidrográficas de Rondônia. Fonte: Sedam⁵.

A Bacia Hidrográfica do rio Madeira é formada pelo rio Madeira, principal afluente da margem direita do rio Amazonas, e seus afluentes. Na região estudada, destacam-se na margem esquerda os afluentes: rio Abunã, rio São Lourenço e rio Caripunas. Na margem direita, destacam-se o rio Ribeirão, Igarapé da Araras, rio

⁵ Imagem disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/index.php/coordenadorias/lic-amb-das-ativ-poluidoras/recursos-hidricos/bacias-hidrograficas.html>

Castanho, rio Mutum-Paraná, rio Jaci-Paraná e rio Caracol. Formado pelo encontro dos rios Beni e Mamoré, rios bolivianos que nascem na Cordilheira dos Andes, o rio Madeira neste trecho é totalmente inserido no Estado de Rondônia, ao contrário da sua foz, que abrange ainda o Estado do Amazonas.

O alto rio Madeira possui extensão de aproximadamente 341 km, de sua nascente na confluência dos rios Mamoré, Guaporé e Beni até a cachoeira do Santo Antonio, distante cerca de 7km de Porto Velho. O desnível ao longo do trecho encachoeirado, da foz do rio Abunã até Porto Velho é de aproximadamente 40m (Figura 15). Existem 25 estações fluviométricas controladas pela CPRM/ANA ao longo do trecho estudado (Figura 16).

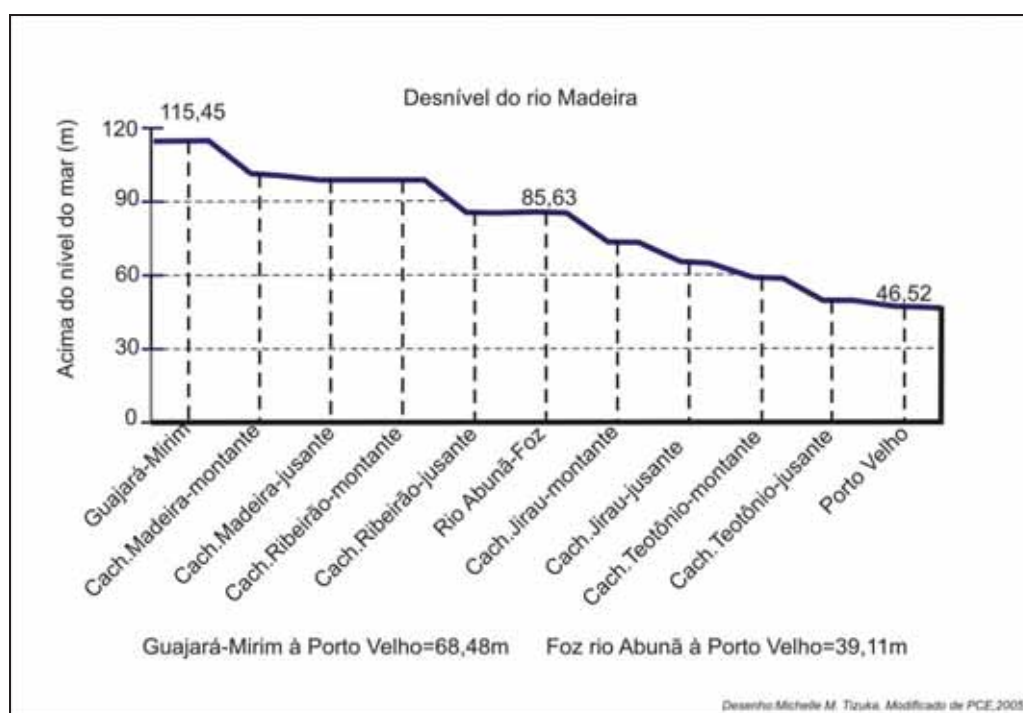


Figura 15. Perfil longitudinal do alto rio Madeira de Guajará-Mirim até Porto Velho.

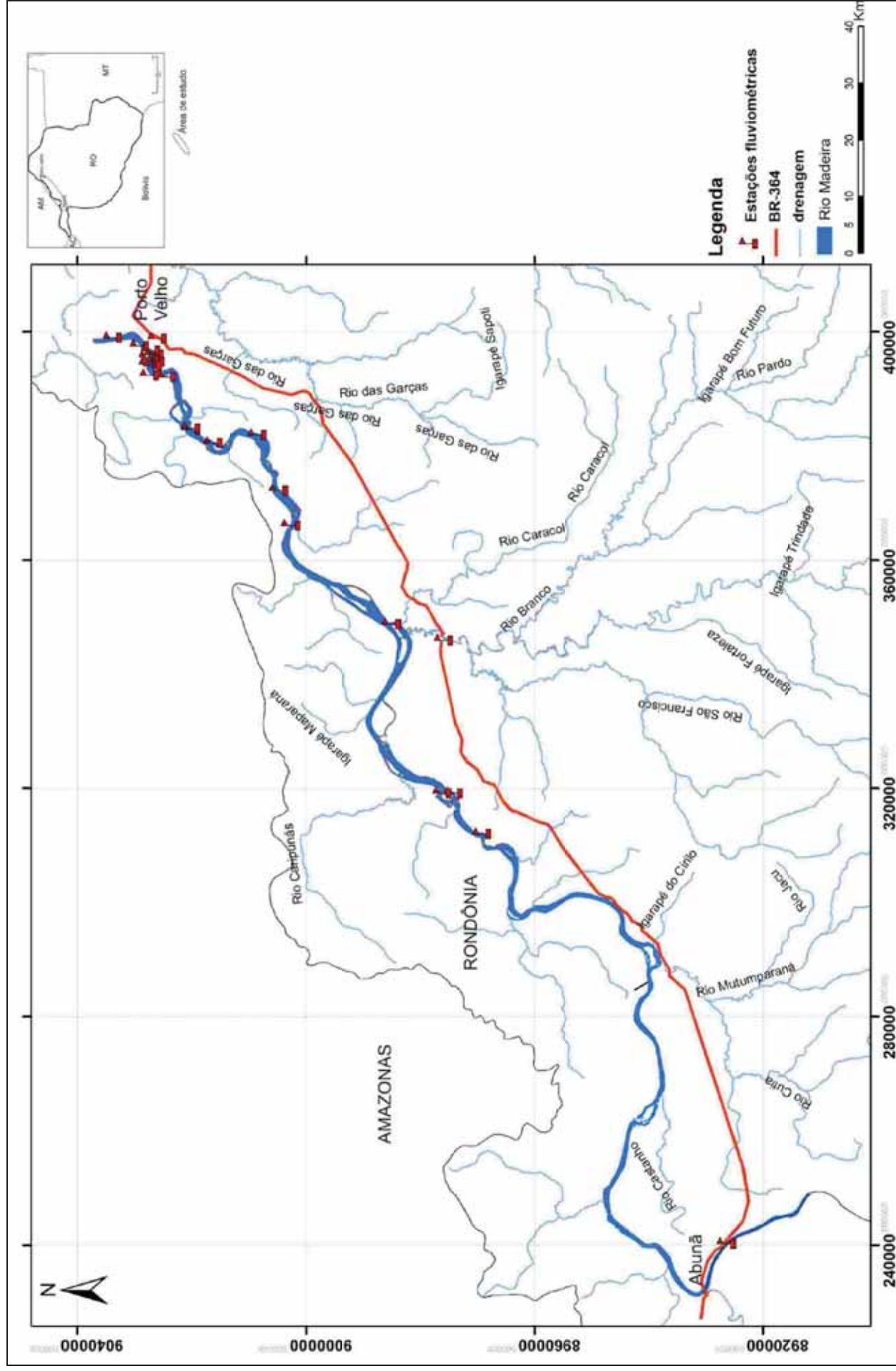


Figura 16. Mapa de localização das estações fluviométricas na área de estudo.

Ao longo dos 44 anos de monitoramento da estação de Porto Velho⁶ observa-se que os meses de maiores cheias são março/abril e os de maiores vazões são agosto/setembro (Figura 17), sendo que durante a série histórica (1967-2010), a maior cheia registrada foi a do ano de 1984 (cota máxima de 1744 cm) (Figura 18).

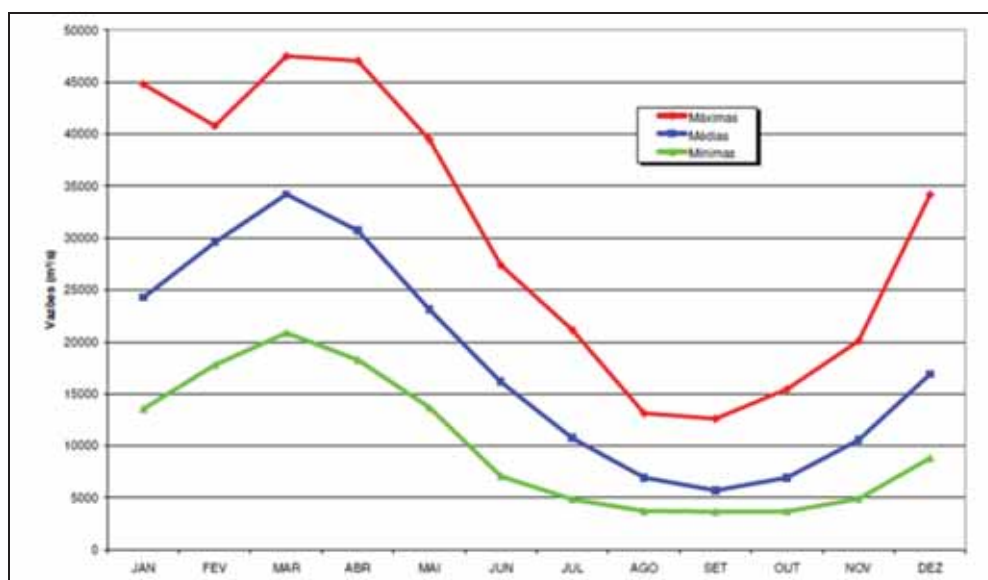


Figura 17. Vazões Médias Mensais no Rio Madeira em Porto Velho. Fonte: CPRM, 2010a.

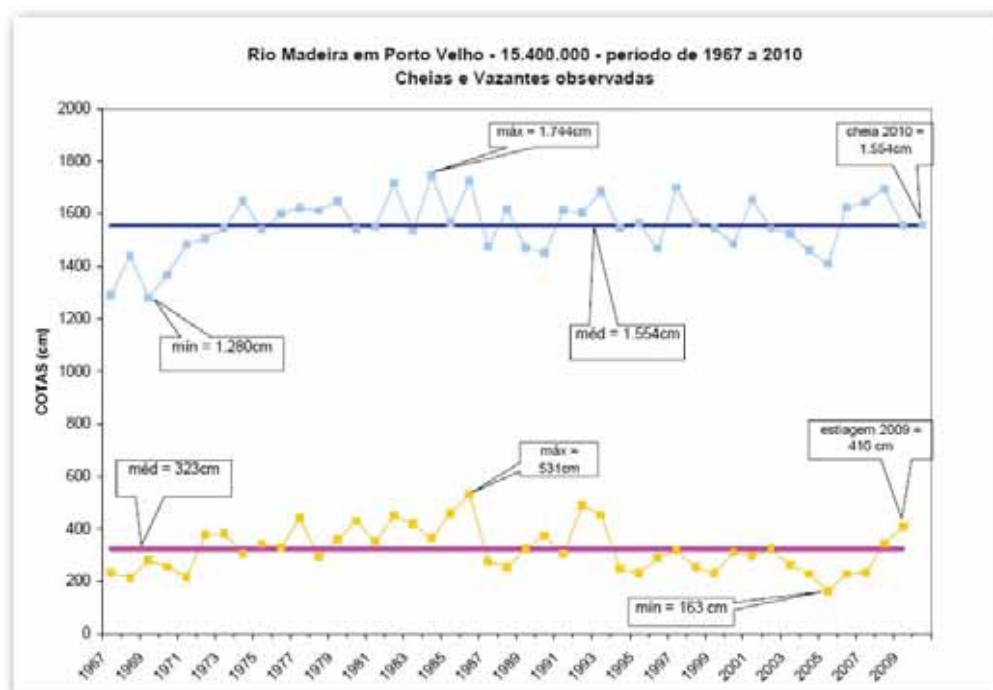


Figura 18. Cheias e vazantes observadas no rio Madeira na estação Porto Velho durante a série histórica. Fonte: CPRM, 2010^a.

⁶ Estação Fluvimétrica de Porto Velho, sob responsabilidade da Agência Nacional de Água (ANA) com código 15400000/SIVAM, operado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) localiza-se na latitude 9°42'11"S, longitude 65°21'53"W e cota zero em 43m.

3.6. Hidrossedimentologia e morfologia fluvial

Embora nascendo ambos na Cordilheira Andina, os dois formadores do rio Madeira, rios Mamoré e Beni, apresentam características diferenciadas. O regime fluvial mais torrencial do rio Beni se reflete também em sua capacidade de erosão de margens e de transporte de sedimento, fazendo com que sua contribuição ao regime sedimentológico do rio Madeira seja muito mais significativa que a contribuição do rio Mamoré. Assim, enquanto que o rio Beni apresenta águas barrentas, carregadas de sedimentos resultantes da dissecação da Cadeia Andina, provocada por seu regime fluvial mais torrencial e sujeito a repiquetes (ondas de cheia localizadas), o rio Mamoré apresenta águas esverdeadas, muito menos carregadas de sedimento em suspensão (PCE, 2005).

O rio Madeira desenvolve um padrão *anabranching* de baixa sinuosidade, com transporte anual de aproximadamente 460 Mt (LATRUBESSE, 2008) sendo, portanto, o maior tributário do rio Amazonas. Pode-se considerar que o rio Madeira é um típico rio de águas brancas da Bacia Amazônica transportando alta taxa de sedimentos finos em suspensão.

No baixo Madeira são verificados paleocanais com dimensões variáveis, atingindo até 220km de comprimento e 1 a 2 km de largura, embora localmente larguras de até 10 km sejam registradas (ROSSETTI *et al.*, 2011). Esses cordões ocorrem em segmentos contínuos ou descontínuos, isolados, ou se organizam em uma rede complexa de paleocanais superpostos como também ocorre no alto Madeira, porém em menos densidade.

3.6.1. Seções transversais

Através das imagens aéreas e seções transversais⁷ referentes ao trecho entre as Cachoeiras de Santo Antônio e Caldeirão do Inferno (Figura 19), percebe-se que a morfologia da largura do canal é geralmente em torno de 700m, com o ponto mais estreito localizado a jusante da Cachoeira de Jirau com 380m. A jusante da Cachoeira

⁷ Dados fornecidos pela Santo Antônio Energia para este trabalho.

do Caldeirão do Inferno a largura do canal aumenta um pouco, sendo suas médias em torno de 800m, atingindo máximos de 1920m, a jusante da Cachoeira do Teotônio. Este trecho pode ser considerado representativo de toda a área de estudo, por apresentar no rio *anabranching*, trechos de múltiplos canais, com formação de ilhas de dimensões variadas, sendo em algumas retilíneas, outros sinuosos.

As seções transversais indicam que profundidade do talvegue varia de 5m a 62m, variando entre as margens, sendo no geral, próximo à margem esquerda, os de maior profundidade (Figura 20). Com relação às margens, podem ser consideradas compostas e em degraus, quando da existência de terraços e/ou superfícies de aplainamento.

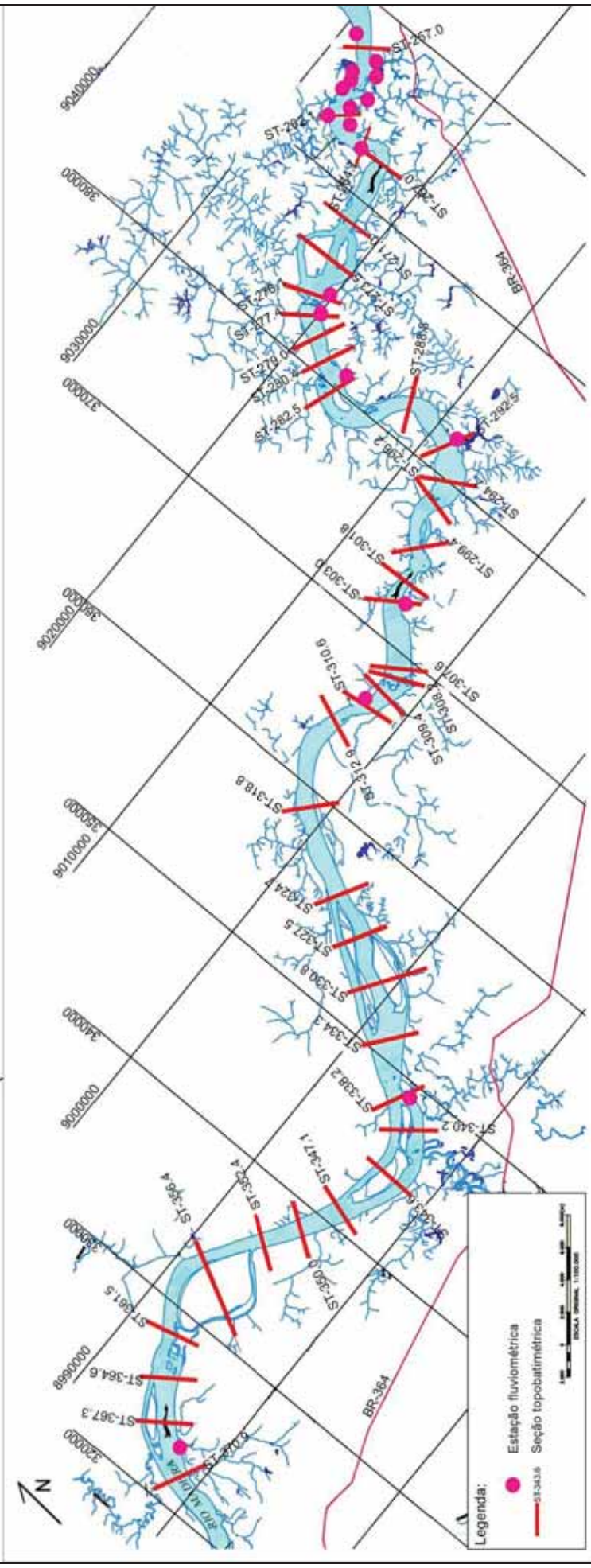
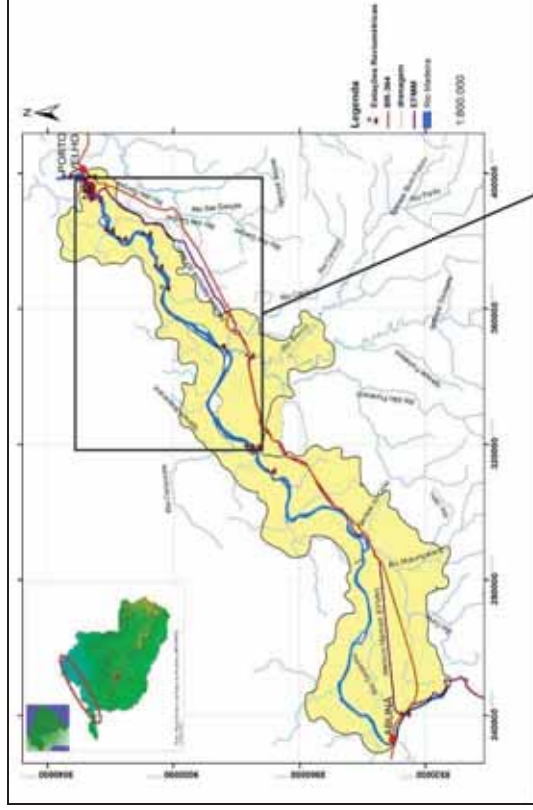


Figura 19. Localização das seções topobatimétricas no reservatório da UHE Santo Antônio. Adaptado de PCE (2011).

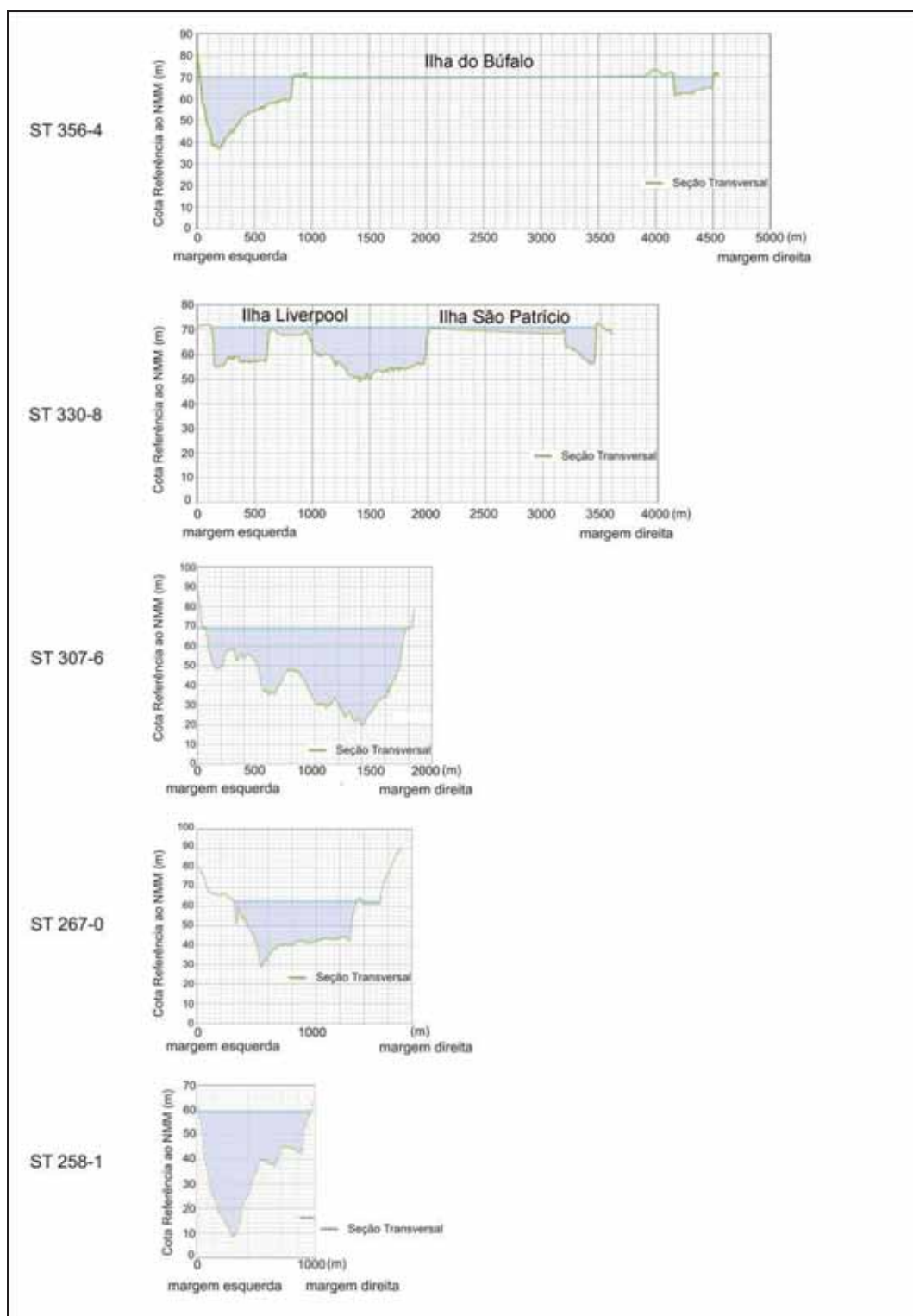


Figura 20. Algumas seções transversais com a lâmina d'água durante a época de cheia do rio Madeira (medições em março/2011). Adaptado de (PCE, 2011).

CAPÍTULO 4 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados trabalhos de gabinete (levantamento e análise de informações anteriores, aquisição de documentação técnica, fotointerpretação e análise de imagens de satélites, mapeamento geomorfológico), trabalhos de campo (participação de resgates de sítios arqueológicos e paleontológicos, descrição de afloramentos e coleta de amostras) e trabalhos laboratoriais (análises sedimentológicas, químicas e físicas).

4.1. Levantamento e análise de informações anteriores

Foram levantadas as ocorrências de sítios arqueológicos já cadastrados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), sítios paleontológicos e ocorrências fossilíferas registrados para a região. Foram levantados os dados existentes sobre os Estudos de Impacto Ambiental referentes às UHEs Jirau e Santo Antônio e os Estudos de Viabilidade dos Aproveitamentos Hidrelétricos do rio Madeira (Santo Antônio e Jirau), efetuados por Furnas e pela CPRM em 2005. A pesquisa também considerou as informações a partir de registros informais, como informações orais de moradores locais, ribeirinhos e garimpeiros.

4.2. Aquisição de documentação técnica

Houve a aquisição e análise de laudos e relatórios técnicos produzidos pelo consórcio Santo Antonio Energia referente aos estudos arqueológicos, paleontológicos e de hidrossedimentologia, no período de 2008 a 2011 e de trabalhos científicos divulgados pelos empreendimentos durante o mesmo período. Foram solicitados ao consórcio Energia Sustentável do Brasil responsável pela UHE Jirau os dados referentes aos relatórios técnicos arqueológicos referentes à área de intervenção da usina, porém não foram disponibilizados.

4.3. Mapeamento geomorfológico

Nesta etapa, houve o levantamento e aquisição de material cartográfico e produtos de sensoriamento remoto, utilizando-se fundamentalmente de imagens de satélite, imagens de radar e fotografias aéreas, além das bases cartográficas, todas em escalas compatíveis com o trabalho a ser executado.

O Mapa geomorfológico final utilizou os preceitos conceituais da classificação proposta por (LATRUBESSE *et al.*, 1998) e (LATRUBESSE E CARVALHO, 2006) que já foram testados em diversos grandes rios sul americanos.

A campanha para o mapeamento geomorfológico foi realizada em julho de 2011, durante o período de seca do rio Madeira (Figura 21). A análise de fácies sedimentares baseou-se em descrições verticais dos afloramentos, e da interpretação arquitetural dos depósitos fluviais com descrições das geoformas dominantes em cada unidade e seus componentes morfométricos. As coordenadas dos pontos levantados encontra-se no **ANEXO A**.

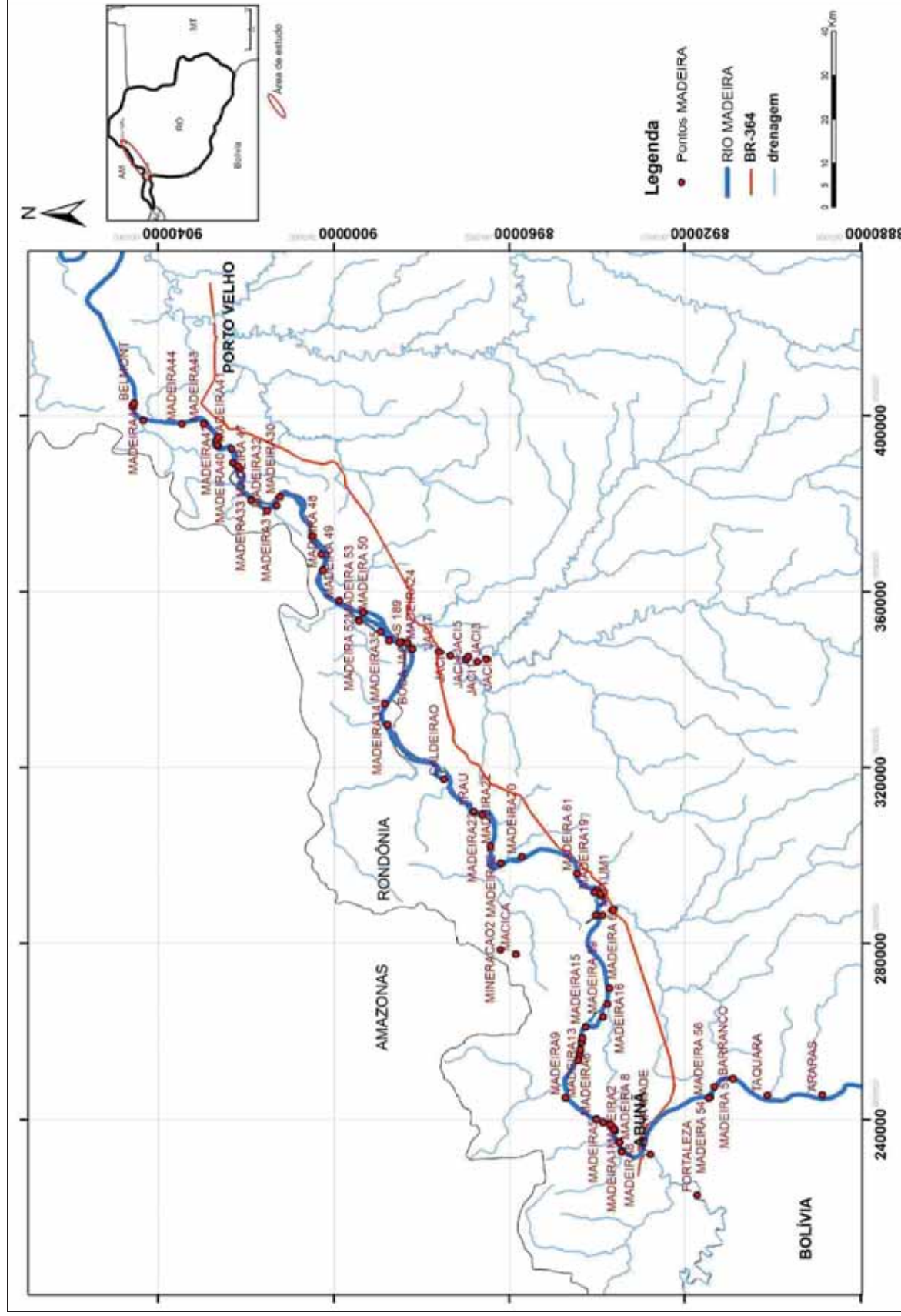


Figura 21. Mapa de pontos levantados ao longo da área de pesquisa, entre Abunã e Porto Velho.

4.4. Trabalho de campo: sítios arqueológicos

A partir das considerações citadas, a primeira etapa para se estudar a geoarqueologia do sistema do Alto rio Madeira foi a identificação dos sítios pré-coloniais de longa duração ao longo da planície aluvial. As escavações foram realizadas pela Scientia Consultoria Científica⁸, e seguiram metodologias consagradas nas áreas, com escavações sistemáticas de 1m² e abertura de superfícies amplas quando era necessário evidenciar estruturas, feições ou vasilhas inteiras, além da descrição de, ao menos, um perfil da unidade de escavação realizada, coleta de todo o material arqueológico evidenciado e coletas de amostras de sedimentos.

A proposta inicial seria integrar os dados dos sítios arqueológicos como um atributo a mais na caracterização do rio Madeira, de acordo com a sua implementação na paisagem ao longo do rio Madeira. Sabendo-se do constante debate acerca das questões dos modos de vida dos grupos amazônicos ainda não bem estabelecidos, e discussões ainda muito divergentes sobre o início do Formativo⁹ na Amazônia, para a caracterização do Holoceno, foi proposta uma sub-divisão genérica e de certa forma simplista nos seguintes intervalos de tempo: período mais antigo que 8000AP, período com sítios entre 8000-3000AP, 3000-2000AP, 2000-1000AP e de 1000AP a períodos mais recentes.

Mesmo sabendo-se que esta abordagem é de certa forma simplista, admite-se como início de ocupação no local a datação mais antiga disponível para a camada arqueológica presente no sítio, sendo ainda a única forma até então, de se integrar os dados da arqueologia com a dinâmica da paisagem fluvial neste período.

Com o refinamento dos dados sobre a cronologia cultural da região, estes modelos preliminares poderão ser revistos, assim como a metodologia utilizada neste momento.

Algumas questões que englobam a geoarqueologia na região amazônica, como possíveis mudanças correlacionadas a processos paleoclimáticos mais amplos a partir de 2500 AP ligadas à expansão de áreas de floresta sobre áreas de cerrado a partir de cerca de 3000 AP não foram abordadas neste trabalho por requerer análises palinológicas.

⁸ Programa de Arqueologia Preventiva nas áreas de influência direta da UHE Santo Antônio, executado pela Scientia Consultoria Científica e Santo Antônio Energia coordenado pelo Dr. Renato Kipnis.

⁹ O termo Formativo tem inúmeras variações, de acordo com Miller (1999): “a primeira etapa deste período seria o evento cultural onde a passagem da condição de caçador-coleto para caçador-coleto agricultor incipiente ocorrido no Sudoeste Amazônico há pelo menos 4780+-60 AP, representado pela Tradição Massangana, com refúgio cultural pré-cerâmico embutido em solos de terra preta antropogênica”.

Com base nos problemas de pesquisa até aqui apresentados, foram selecionados os sítios arqueológicos pré-coloniais identificados em terraços e planícies aluviais (margens e ilhas), cujas cotas de referência foram aquelas das camadas arqueológicas mais profundas e ao mesmo tempo, as mais próximas do rio Madeira (Figura 22).

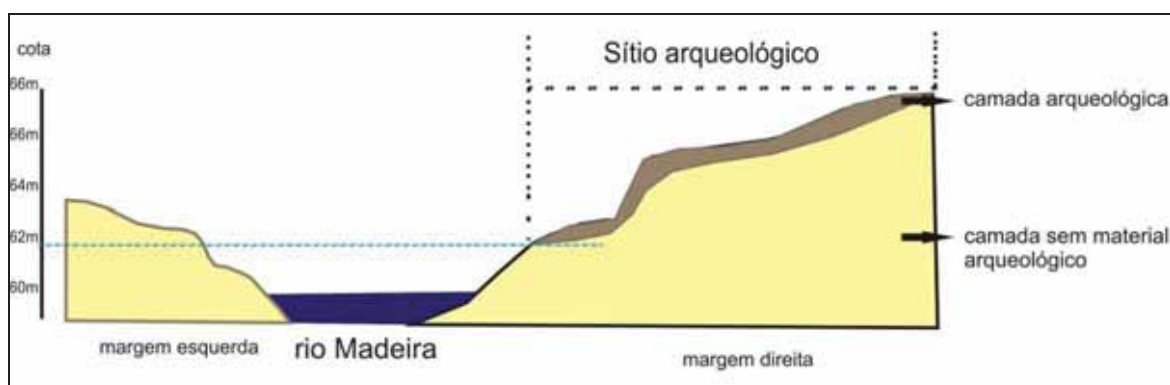


Figura 22. Exemplo da representação em seção das camadas arqueológicas de um sítio arqueológico que se encontra em diversos compartimentos topográficos, onde a linha tracejada azul indica a cota a ser utilizada no modelo.

4.5. Análises laboratoriais

Análises granulométricas:

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Geografia Física (Labogef) da Universidade Federal de Goiás, sob a supervisão do Prof.Dr. Maximiliano Bayer.

Seguiu-se o procedimento padrão do laboratório, com o quarteamento das amostras, seguidas de peneiramentos em malhas de 2mm e 1mm a seco e posteriormente a úmido (Figura 23). O peso da amostra total era verificado, junto a determinação da porcentagem das frações de 2mm e 1mm. As frações menores de 1mm foram maceradas em almofariz de ágata e depois levadas no granulômetro Malvern Mastersizer 2000 (Malvern Instruments) para a medição do tamanho das partículas em solução aquosa.

Os parâmetros utilizados em todas as análises foram: rotação (*pump speed*): 2100 rpm; volume dispersante: 500mL; tempo de agitação: 30 segundos; número de medidas:

três medidas com intervalo de 30s. O uso do ultra-som foi feito por 30 segundos a 12.00Hz. Posteriormente, os dados foram trabalhados no software Gradistat 4.0¹⁰.

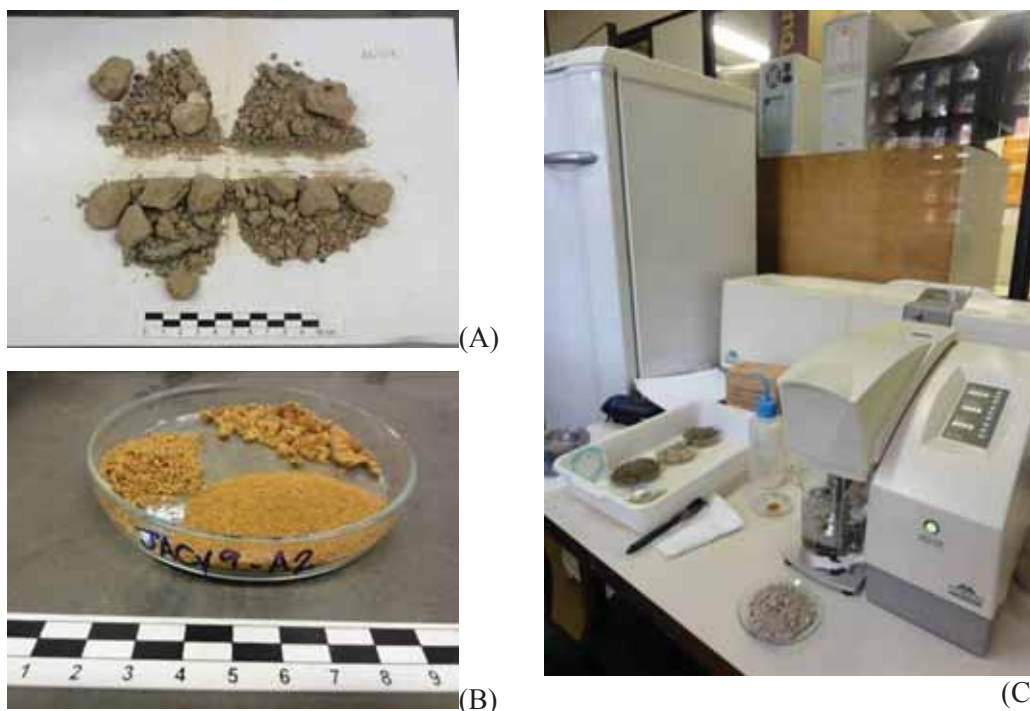


Figura 23. (A) quarteamento de amostra, (B) frações de 2mm, 1mm e abaixo de 1mm separadas para a determinação das porcentagens e (C) granulômetro Malvern do Labogef/UFG.

Difração de raios-X (DRX)

A utilização da técnica de análise por difração de raios-x é útil na determinação da composição mineralógica das amostras, complementada pelos dados granulométricos e petrográficos. Trata-se de uma análise qualitativa que objetiva a determinação dos minerais presentes na amostra de solo/sedimento. O procedimento para análise das amostras feitas no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus Rio Claro (SP) e no Laboratório de Difração de Raios-X (LDRX) do Instituto de Geociências da USP, seguiram os procedimentos padrões do laboratório de geoquímica. As amostras foram moídas manualmente no cadinho de porcelana com pistão. Depois de pulverizadas, foram montada lâminas compactando-se na pastilha com auxílio de vidro e espátula de metal, de modo a se preencher todos os poros. As amostras examinadas pro meio do difratômetro Siemens, modelo D5000. O

¹⁰ Desenvolvido por Simon Blott (2000).

difratograma obtido foi interpretado utilizando-se o banco de dados do programa EVA exportando-se para o software Corel Draw para edição final.

Datações absoluta

As datações por luminescência opticamente estimulada (LOE) foram realizadas no Laboratório de Vidros e Datação – FATEC/SP, com a utilização do equipamento leitor de TL/OSL da modelo DA-20 da RISO National Laboratório, Dinamarca.

Foram selecionadas sete amostras dos locais mapeados como terraços fluviais: MADEIRA 8, AS189, MADEIRA 55, MADEIRA 4 (A8), MADEIRA 4 (A10), GM1B e MADEIRA 56. O processamento das amostras foi realizado sob supervisão da Profa. Dra.Sonia Tatumi, sendo ainda efetuadas medições de dose anual e teor de umidade. O procedimento completo utilizado encontra-se no **ANEXO B**.

As datações radiocarbônicas foram realizadas no *Center for Applied Isotope Studies – The University of Georgia*. Foram datados quatro afloramentos (Garimpo Mutum, Madeira 49, Madeira 53 e Madeira 56), sendo quatro amostras de lenho (GM-1C, GM-C7, M53, M56) e duas amostras de sedimentos (GM-7C, M49).

Confecção de lâminas delgadas e análises petrográficas

As amostras de conglomerados coletadas durante o trabalho de campo foram enviadas a impregnação e confecção de lâmina delgada no laboratório do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/Residência Porto Velho). Para a confecção da lâmina, foi preciso realizar a impregnação da amostra através da utilização de resina (araldite). A análise petrográfica foi realizada no Laboratório de Petrografia – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP – Rio Claro) e no Laboratório de Petrografia do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/REPO).

4.6. Modelamento paleohidrológico

Uma vez definida a composição sedimentar, a faciologia e a cronologia das unidades geomorfológicas tentou-se a aproximação de um modelamento paleohidrológico consistindo reconstrução de condições hidrológicas do sistema com base nas cotas das

camadas arqueológicas identificadas nos sítios arqueológicos, cronologia da ocupação humana pretérita e regimes de deposição e/ou erosão para o Holoceno. O modelamento restringiu-se ao trecho compreendido entre as cachoeiras de Santo Antonio e Teotônio devido à disponibilidade dos dados arqueológicos.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS

5.1. Morfologia fluvial

O rio Madeira é caracterizado por um sistema de múltiplos canais. Apesar do desnível topográfico não ser muito acentuado, apresenta sistemas ramificados que levam à formação das ilhas (temporárias e estáveis) e apresenta canais abandonados.

A carga atual transportada e depositada (Figura 24) é representada por areias finas (72%) bem selecionadas (Figura 25).



Figura 24. Areias fluviais nas margens do rio Madeira (ponto MADEIRA 48) (Ver figura 22 para localização).

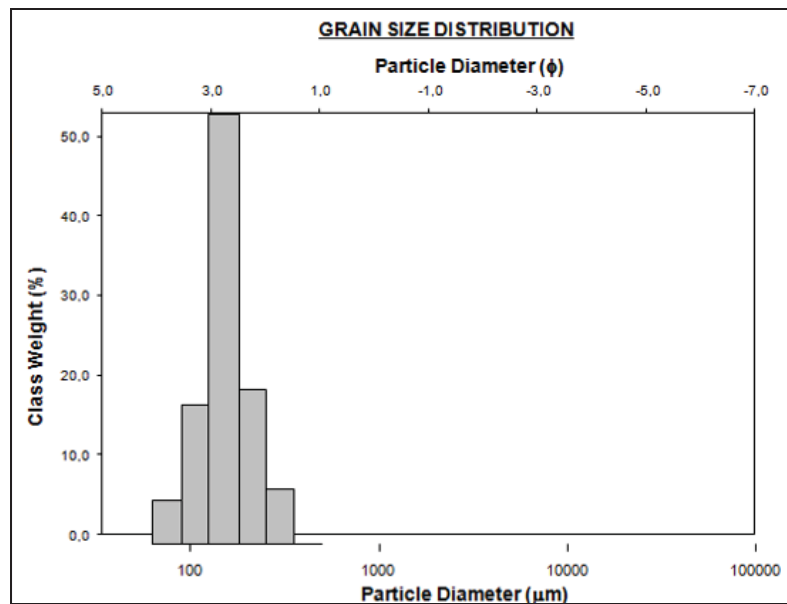


Figura 25. Gráfico de distribuição granulométrica do ponto MADEIRA 48 representando areias finas.

5.1.1. Formas de leito

Na estação seca, as águas do rio, que fluem em direção ao Amazonas, formam praias ao longo das margens. Neste período, seu leito é bem delimitado e encaixado e são observados grande quantidade de afloramentos rochosos que formam as corredeiras (ou cachoeiras). Esses afloramentos são constituídos dos granitos e granitóides de idades variadas e crostas lateríticas (Figura 26) e apresentam irregularidades com depressões, caracterizando o canal com forma irregular. Associados a afloramentos rochosos, são encontradas marmitas (*potholes*) e lajedos. A forma topográfica do leito fluvial observada nos períodos de seca, nas proximidades da Ilha do Búfalo, indicam um leito ondulado e com dunas com ondulações superimpostas (Figura 27).



Figura 26. Crosta laterítica aflorante no leito do rio Madeira próximo a Ilha do Búfalo.



Figura 27. Leito ondulado que aflora no canal do rio Madeira durante os períodos de seca.

5.1.2. Ilhas

Na área de estudo, ocorrem diversos tipos de cordões/barras (*bars*), classificadas em *point bar*, *lateral bar* e *mid channel bar*. No rio Jacy-Paraná observa-se ainda a presença de barras alternadas.

Na foz do rio Jacy-Paraná observa-se um caso interessante de formação de ilha. Localmente ela apresenta dois nomes: Ilha Dionísio ou Ilha Niterói. Pelas imagens de satélite (Figuras 28), observa-se a junção de três ilhas em uma na década de 70, cujos dados hidrossedimentológicos indicam um estrangulamento do leito com aumento de velocidade do escoamento do braço direito e erosão da margem direita (CPRM, 2005).

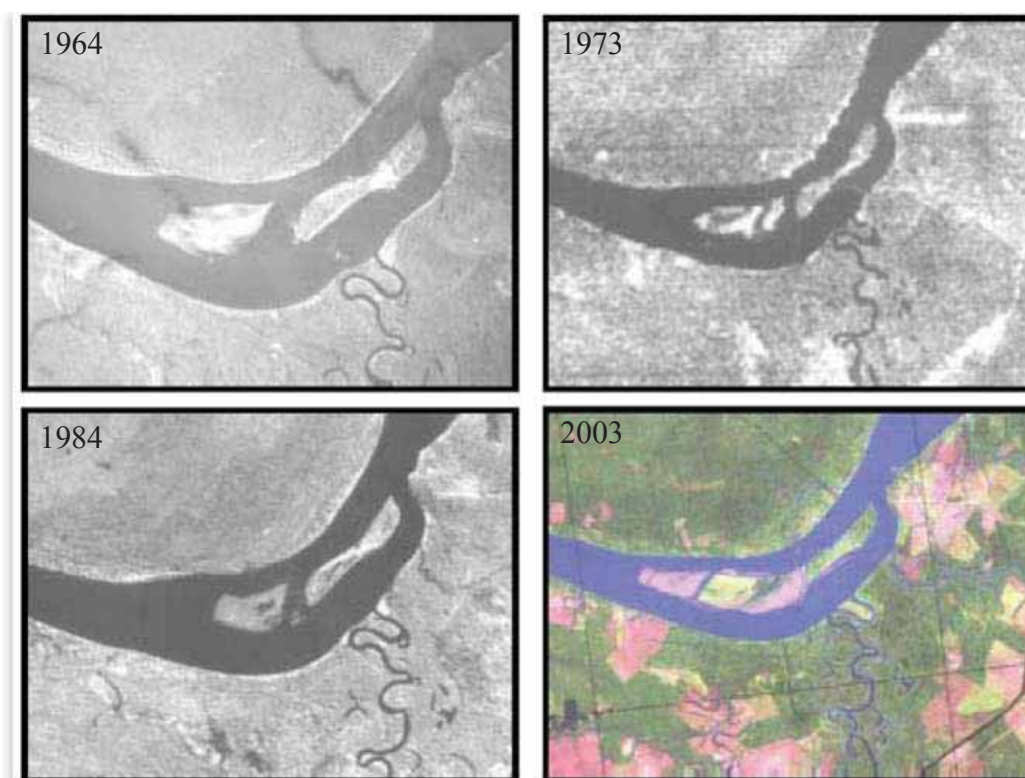


Figura 28. Imagem de satélite Landsat referentes aos anos de 1964, 1973, 1984 e 2003, onde se observa a junção de ilhas e um período curto de tempo. Fonte: CPRM, 2005.

Próximo a comunidade Jorge Alagoas, a jusante da foz do rio Jacy Paraná, ocorrem atualmente duas barras longitudinais com acreções laterais de depósitos arenosos, sendo uma resultante da fusão temporal de bancos arenosos menores (Ilha Liverpool) e a outra denominada Ilha São Patrício, ambas revestidas parcialmente por uma cobertura vegetal de árvores de grande porte a vegetação rasteira (Figura 29 e 30).

A barra central representada pelo ponto MADEIRA 50 (67m) (Ilha Liverpool) apresenta na base areia muito fina, muito bem selecionada (A1) e no topo, areia muito fina bem selecionada (A2), com a presença de *ripples* e discreto aumento de grau de selecionamento ascendente (Figura 31).

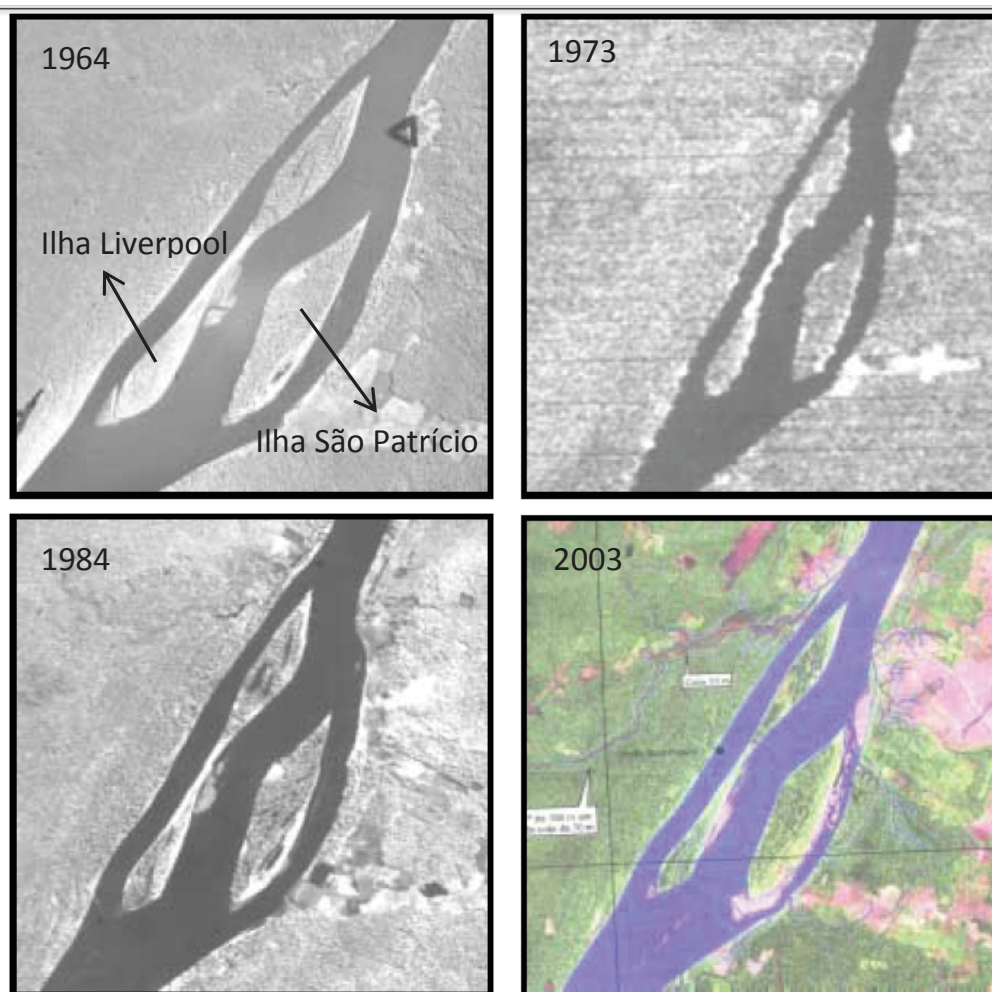


Figura 29. Imagem de satélite Landsat referentes aos anos de 1964, 1973, 1984 e 2003, onde a Ilha Liverpool é resultante da fusão temporal de duas barras antes de 1964 e vem ocorrendo um estrangulamento do canal próximo a Ilha São Patrício. *Fonte: CPRM, 2005.*



Figura 30. Ilha Liverpool, imagem de jusante para montante.



Figura 31. Perfil do ponto MADEIRA 50, que representa um dique marginal.

5.1.3. Perfil longitudinal

Pelo fato da velocidade de escoamento de um rio depender da declividade do canal, conhecer a declividade de um curso d'água constitui um parâmetro de importância no estudo de escoamento. A declividade do rio é determinada a partir do perfil longitudinal, o qual é estabelecido em função das distâncias horizontais percorridas entre cada cota marcada no mapa topográfico.

O perfil longitudinal de um rio está intimamente relacionado às características litológicas, tectônicas e climáticas da região em longa duração ($> 10^5$ anos). O perfil é expresso por um gráfico relacionando a altitude do leito (ordenadas) com a distância horizontal de sua nascente à foz (abscissa), sendo possível constatar sua declividade ou gradiente altimétrico, pois se trata de uma relação visual entre a altitude e o comprimento de um determinado curso d'água.

Pode-se através da análise conjunta do índice de gradiente (*gradient index* – RDE), proposto por Hack (1973), verificar anomalias pontuais, atribuídas entre outros fatores, à confluência de tributários, variações na resistência à erosão do substrato rochoso, erosão remontante por mudança brusca em nível de base a jusante ou ainda deformações neotectônicas locais (DEMOULIN, 1998) ou na bacia de drenagem (ACKLAS JR. *et al.*, 2003).

Para elaboração do perfil longitudinal, utilizou-se como base cartográfica o mapa do IBGE de 1:100.000 de seis folhas conjuntas (SC-20-V-C-V, SC-20-V-B-IV, SC-20-V-

C-III, SC-20V-D-I, SC-20-V-B-V, SC-20-V-C-VI) e os dados obtidos das seções topobatimétricas disponibilizados apenas pela Santo Antonio Energia do trecho compreendido entre Jirau e Porto Velho (115km) do rio Madeira (Figura 13).

Através destas seções, foram extraídas as cotas para a construção do perfil longitudinal neste trecho localizado entre as cachoeiras do Caldeirão do Inferno e Santo Antônio (Tabela 2). Observa-se que as cotas de talvegue correspondem também aos canais mais largos, que seriam os canais principais do trecho.

Tabela 2. Distâncias acumuladas e declividade entre as curvas (m).

Seção transversal	Cota (m)	Distância entre curvas (km)	Distância acumulada (km)	Declividade entre curvas
375,5				
370,9	50	4,6	4,6	0
367,3	52	3,6	8,2	0,000555556
364,6	50	2,7	10,9	0
361,5	50	3,1	14	0,003870968
356,4	38	5,1	19,1	-0,001372549
352,4	45	4	23,1	-0,00125
350	50	2,4	25,5	-0,001041667
347,1	52,5	2,9	28,4	0,002241379
343,5	46	3,6	32	0,000277778
340,2	45	3,3	35,3	0,002727273
338,2	36	2	37,3	-0,009
334,3	54	3,9	41,2	0,001025641
330,8	50	3,5	44,7	-0,000571429
327,5	52	3,3	48	0,003030303
324,7	42	2,8	50,8	-0,001071429
318,8	45	5,9	56,7	0,003220339
312,9	26	5,9	62,6	-0,003728814
309,4	48	3,5	66,1	0,000857143
308,2	45	1,2	67,3	0,020833333
307,6	20	0,6	67,9	-0,006666667
301,8	24	5,8	73,7	-0,001034483
299,4	30	2,4	76,1	-0,004166667
296,6	40	2,8	78,9	-0,002678571
294,7	47,5	1,9	80,8	0,011842105
288,8	25	5,9	86,7	-0,00220339
282,5	38	6,3	93	0,002857143
280,4	20	2,1	95,1	-0,007619048
279	36	1,4	96,5	-0,002857143
277,4	40	1,6	98,1	0,0125
276,1	20	1,3	99,4	-0,006153846
273,5	28	2,6	102	0,003076923
271	20	2,5	104,5	-0,004
267	30	4	108,5	0,0025
264,7	20	2,3	110,8	0
262,1	20	2,6	113,4	0,004615385
258,1	8	4	117,4	0

O perfil longitudinal apresentou diversas anomalias (Figuras 32 e 33) que nem sempre são apenas relacionadas às áreas de cachoeiras e corredeiras. O desnível total é de cerca de 40m, porém nota-se uma variação entre as profundidades próximo às margens. No geral as profundidades próximas à margem esquerda são um pouco maiores que próximo à margem direita, como verificado nas seções transversais, caracterizando o alto rio Madeira como um rio em desequilíbrio (desajustado).

As anomalias podem ser atribuídas, então, a fatores como a confluência de tributários (no caso da foz do Jacy-Paraná – Ilha Dionísio), variações na resistência à erosão do substrato rochoso, erosão remontante por mudança brusca em nível de base a jusante ou ainda deformações neotectônicas locais e presença de falhas normais existentes ao lineamento Madre de Dios-Itacoatiara que podem ter condicionado em menor escala, as direções do curso do rio Madeira, fazendo com que este se apresente encaixado em alguns trechos com a assimetria verificada da margem esquerda para a margem direita, em direção NW-NE.

Para se comparar as variedades de profundidades de lâmina d'água neste trecho, foram selecionadas medições de cota (m) das nove estações fluviométricas existentes em um dia aleatório, escolhido em 15/03/2011. A maior diferença (68m) é dada na seção imediatamente a jusante da Cachoeira de Morrinhos, que apresenta desnível de 25m da própria linha de talvegue. A jusante da Cachoeira de Santo Antônio, a diferença de 45m entre o talvegue e a lâmina d'água foi o segundo local de maior diferença. Os demais locais apresentam em média 34m de lâmina d'água.

Através do perfil longitudinal, pode-se efetuar alguns cálculos para se caracterizar o trecho estudado.

O índice de pendente (IP) foi calculado através da Equação 1, cujo resultado foi de 38,65%.

Equação 1

$$IP = \frac{Cota_{max} - Cota_{min} \times 100}{D}$$

Onde:

IP = índice de pendente

Cota_{máx} = cota máxima (m)

Cot_{mín} = cota mínima (m)

D = comprimento máximo

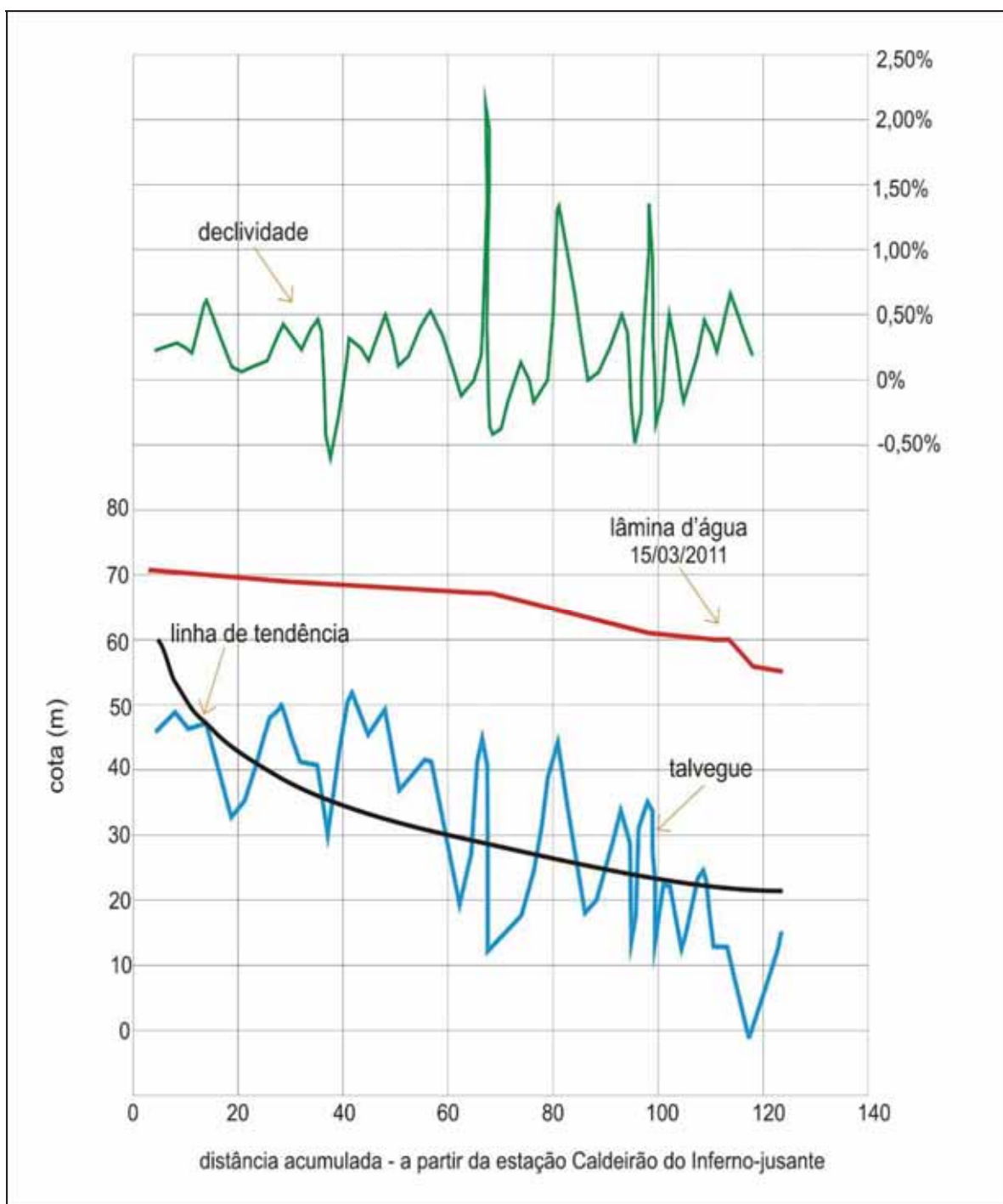


Figura 32. Perfil longitudinal e declividade entre as Cachoeiras do Caldeirão do Inferno e Porto Velho.

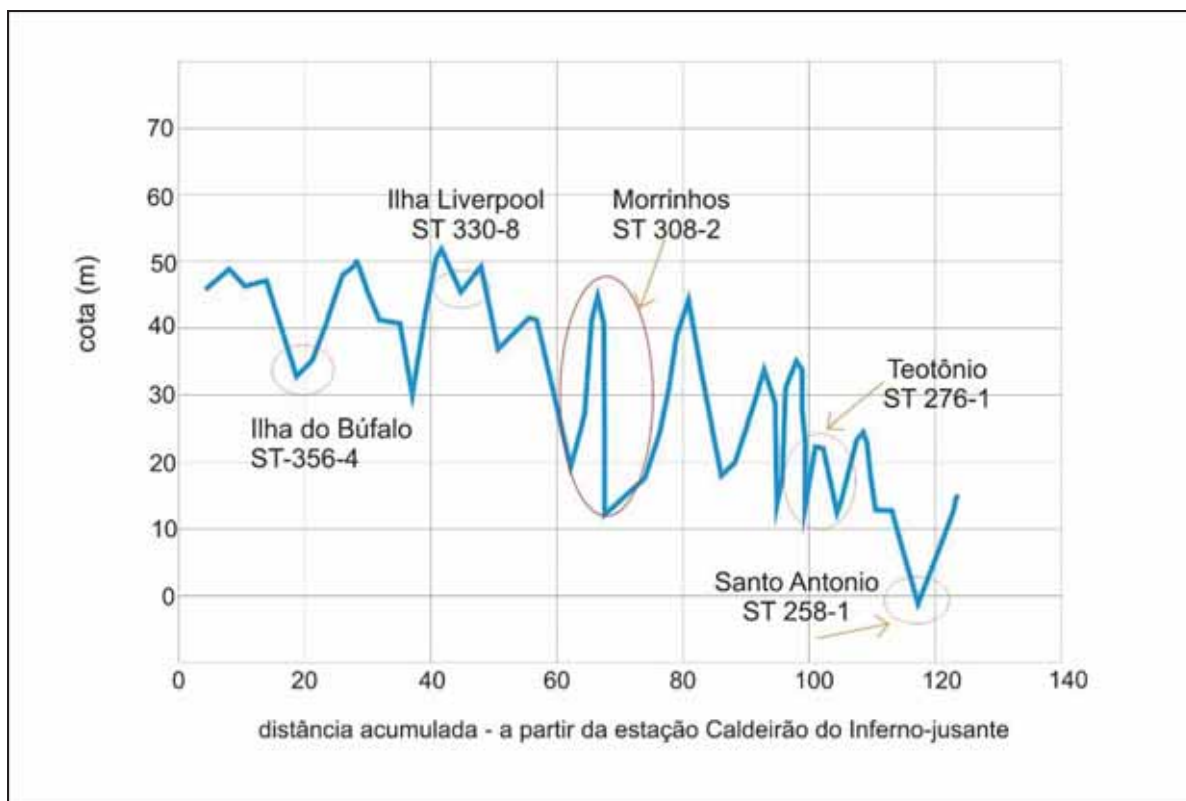


Figura 33. Detalhe do perfil longitudinal com a identificação de seções transversais em áreas de cachoeiras e/ou ilhas.

5.2. Morfologia das planícies aluviais

A distribuição das planícies no alto rio Madeira ocorre de forma generalizada, regular e muito próxima ao canal atual, com baixas largas (menores que 1000m) e amplitudes.

A jusante da Cachoeira do Teotônio observa-se uma das mais largas planícies atuais, bem definida, com aproximadamente 1000m de largura e 1600m de comprimento (Figura 34).

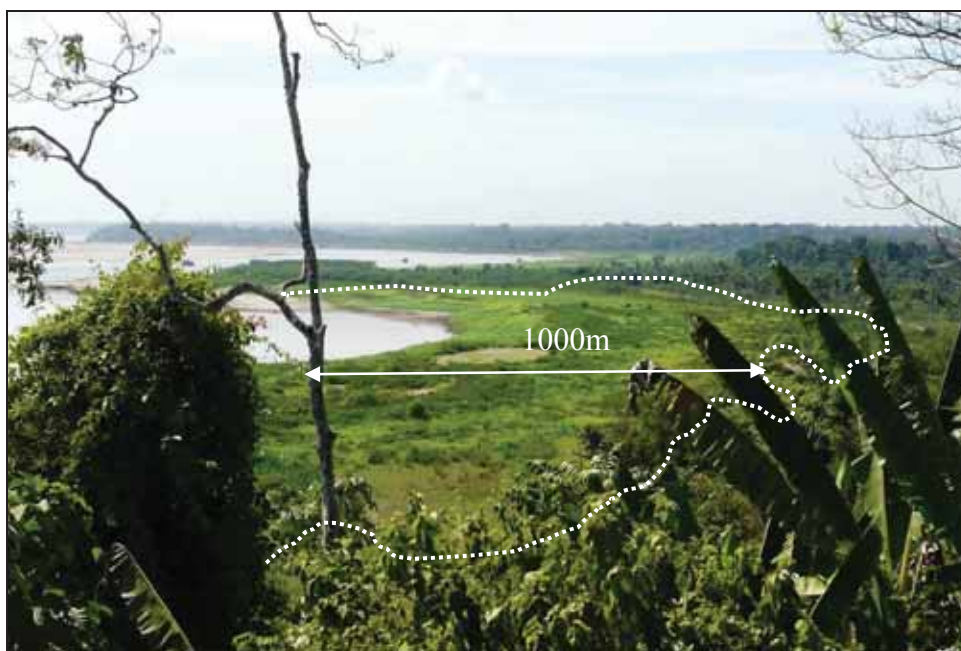


Figura 34. Planície de inundação atual a jusante da Cachoeira do Teotônio.

No estando, são poucas áreas que apresentam paleocanais. Uma feição bastante expressiva é um aluvião de grande porte, a montante da Cachoeira de Morrinhos, na margem direita, que apresenta comprimento 12 km e largura (cerca de 5km), bem delineada pelos falhamentos. Nesta feição, ocorre um paleocanal com morfologia sigmoidal, inserida no aluvião (Figura 35).

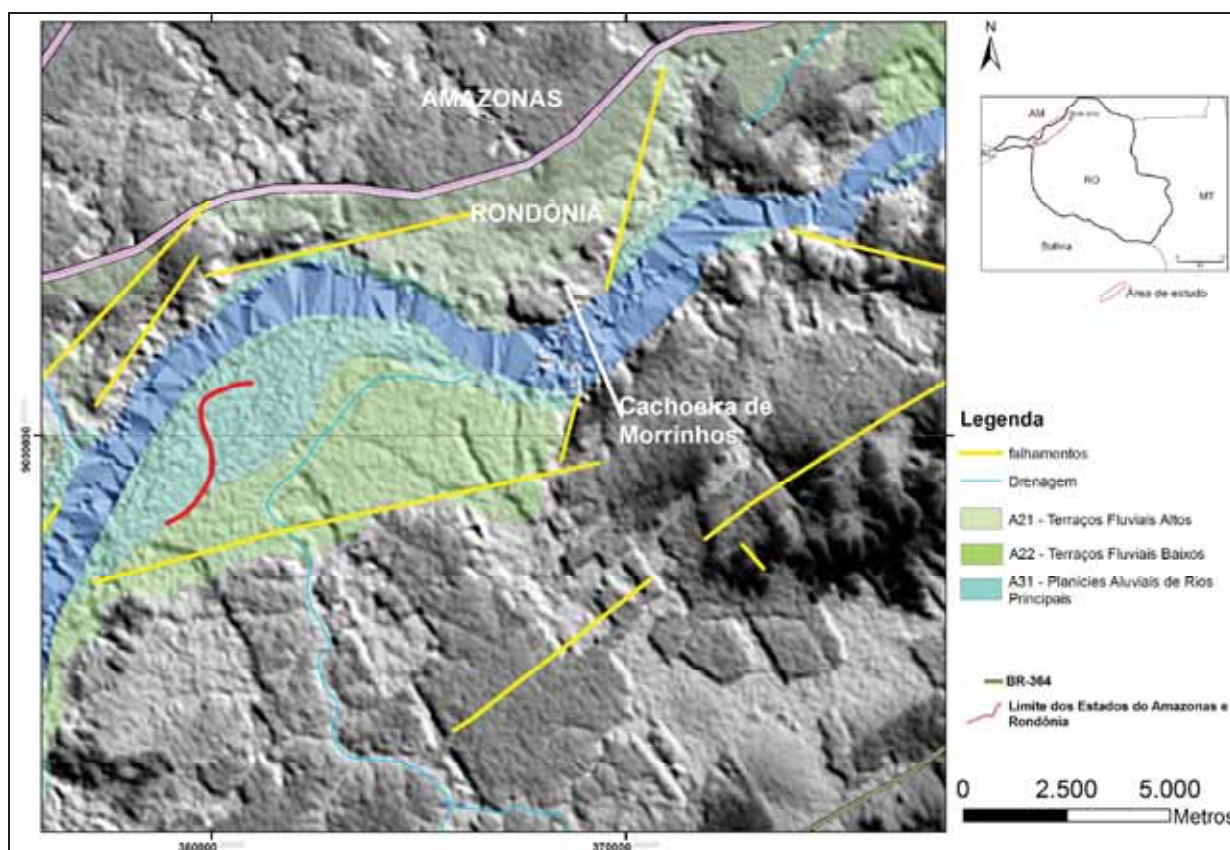


Figura 35. Feição na margem direita a montante da Cachoeira de Morrinhos com a presença de um paleocanal (em vermelho). Base: TOPODATA/INPE e CPRM, 2005.

5.3. Datações absolutas

5.3.1. Datações radiocarbônicas

Seis amostras foram submetidas a datação radiocarbônica: três do Garimpo Mutum (camada 7 – GM-C7; camada 4 – GM-C4; camada 1 – GM-C1), uma do MADEIRA 49 (M49), uma do MADEIRA 53 (M53-M7) e uma do MADEIRA 56 (M56) (Tabela 3).

Tabela 3. Datações radiocarbônicas – University of Georgia

UGAMS#	ID amostra	Cota (m)	Material	O ¹³ C, ‰	Idade 14C, anos AP	±	pMC	±
11639	GM-C7	86	Sedimento	-29.9	11700	30	23.29	0.09
11640	GM-C4	78	Madeira	-28.8	50720	770	0.18	0.02
11638	GM-C1	73	Madeira	-27.2	>53130	-	<0.134	-
11641	M49	67	Sedimento	-26.3	4000	25	60.74	0.18
11642	M53-M7	71	Madeira	-28.2	11000	30	25.43	0.09
11643	M56	96	Madeira	-30.8	>53130	-	<0.134	-

Os resultados das datações dos sedimentos e lenhos dos quatro afloramentos destacados, indicam períodos que vem desde antes do Pleistoceno até idades mais recentes (4000AP), como no ponto Madeira 49, representada pela planície de inundação recente.

Duas amostras ultrapassaram o limite de datação radiocarbônica, indicando idades acima de 53000 AP, sendo elas a amostra de lenho coletada da porção basal da sequência estratigráfica do Garimpo Mutum (camada C1) e os lenhos identificados no ponto Madeira 56.

Além dessas amostras coletadas ao longo do mapeamento geomorfológico, foram ainda utilizadas datações radiocarbônicas provenientes do *Projeto de Arqueologia Preventiva na AID da UHE Santo Antônio*, disponibilizadas para esta pesquisa.

5.3.2. Datações LOE

Todos os procedimentos seguiram o padrão do Laboratório da FATEC, com exceção daquelas que tiveram que ser lavados mais de uma vez com os ácidos devido à impregnação extrema por óxidos de ferro (Figura 36). Uma das amostras (MADEIRA 8) não apresentou material suficiente para datação na fração necessária (entre 150mm e 106mm).



Figura 36. Aspecto geral das amostras de sedimento (arenitos) com impregnação de ferro.

A Figura 37 mostra uma curva de decaimento característica para LOE de quartzo, o sinal de LOE emitido na região da luz UV, quando a amostra é exposta a luz azul. A intensidade da LOE é calculada considerando a intensidade máxima no início do decaimento subtraindo o fundo, que é medido considerando a intensidade da curva onde ela fica horizontal (intensidade média dos 5 últimos pontos da curva de decaimento). Estas intensidades são utilizadas para formar a curva de crescimento LOE assim como a intensidade LOE natural.

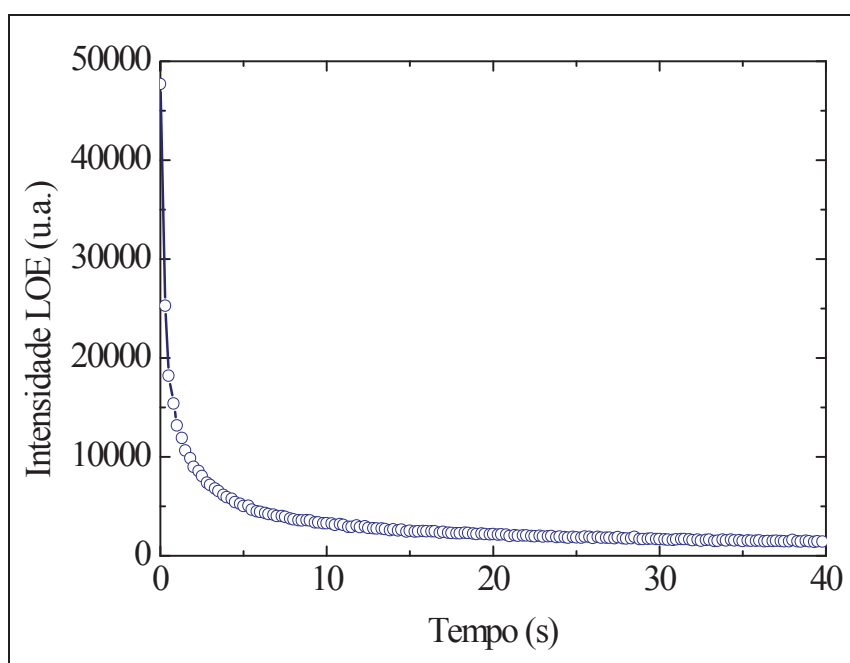


Figura 37. Curva de decaimento característica para LOE de quartzo, exposta a luz azul.

Um teste, com luz azul, foi efetuado com a amostra MADEIRA 56, entretanto, o resultado não foi satisfatório. Das 10 alíquotas testadas, nenhuma atingiu a curva exponencial ideal, gerando sinais saturados. Percebeu-se a necessidade da observação da amostra em microscópio onde se observou ainda a presença de outros minerais além do quartzo, mesmo as amostras tendo sido anteriormente submetidas ao imã para a separação dos minerais pesados.

Efetuuou-se assim, a separação por densidade (politungstato de sódio) quando se observou ainda um equivalente a quase 50% de minerais pesados. Um novo teste, desta vez com a amostra AS189 foi efetuado. A escolha desta amostra foi devido a se estimar dentre todas as outras, ser de deposição mais recente à amostra MADEIRA 56. Testes com 100s, 200s, 400s, 900s, 1300s foram realizados também com a luz azul e mesmo assim,

ocorreu saturação de grãos, em 18 das 20 alíquotas. As duas alíquotas que o programa conseguiria extrapolar geraria um ajuste por volta de 2000ky. O teste efetuado com todas as amostras, duas alíquotas de cada, também não apresentou resultados, ocorrendo saturação dos sinais em todas as amostras.

Um novo teste foi então efetuado, sob luz infravermelho. As amostras apresentaram sinal LOE então se procedeu à datação, entretanto, em nenhuma das amostras foi possível interceptar estas curvas (Figura 38). A paleodose é calculada interceptando a curva de crescimento obtida em laboratório (linha vermelha ajustada nos pontos experimentais) com a intensidade natural (linha azul), porém não pôde ser calculada devido ao fato das amostras naturais apresentarem uma intensidade muito alta (saturada).

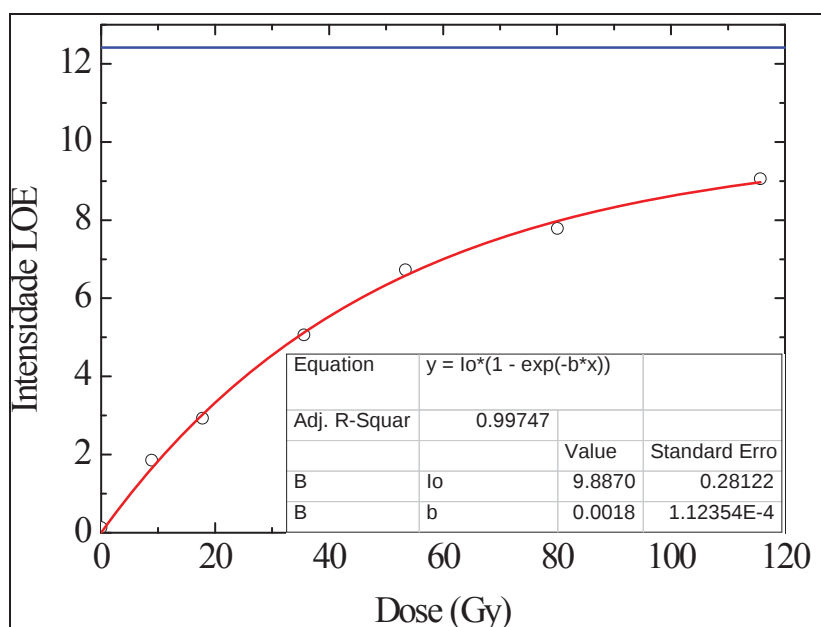


Figura 38. Gráfico obtido com a saturação do sinal (linha azul) que não atinge a curva de ajuste do sinal (linha vermelha).

5.4. Geomorfologia e sedimentologia

5.4.1. Depósitos de Planícies de Inundação

O afloramento do ponto MADEIRA 49 (cota 65m, margem direita) localizado a montante da cachoeira de Morrinhos (Figuras 39 e 40), é representativo das planícies de inundação que ocorrem em outros locais deste trecho até Santo Antônio, caracterizado por areias médias/finas no topo e argila na base. Assemelha-se a escala de acreção lateral, com depósito de canal na base e barra. Neste trecho, principalmente na margem direita, há

diversos locais onde se percebe re-deposição e/ou erosão por sedimentos atuais decorrentes de variações anuais do nível d'água.

Os depósitos de planícies de inundação apresentam, geralmente, coloração cinza escura para as areias finas, com textura plástica do tipo argilosa, e marrom avermelhado nos depósitos de canal/barra. Óxidos de ferro e matéria orgânica freqüentemente impregnam os sedimentos com folhas e troncos erodidos das margens. Ocorre ainda a presença de areias ferruginizadas de coloração avermelhada a preta sob a forma de lentes irregulares ao longo dos perfis.

Foram identificados perfis com existência de material orgânico (lenhos e/ou folhas) que afloram somente nas épocas de mínimas vazões. Uma amostra de lenho do ponto MADEIRA 49 foi datada em 14C 4000 AP para argila cinza, sobreposta a areias finas com manchas de oxidação.



Figura 39. Afloramento MADEIRA 49 representativo da planície de inundação.

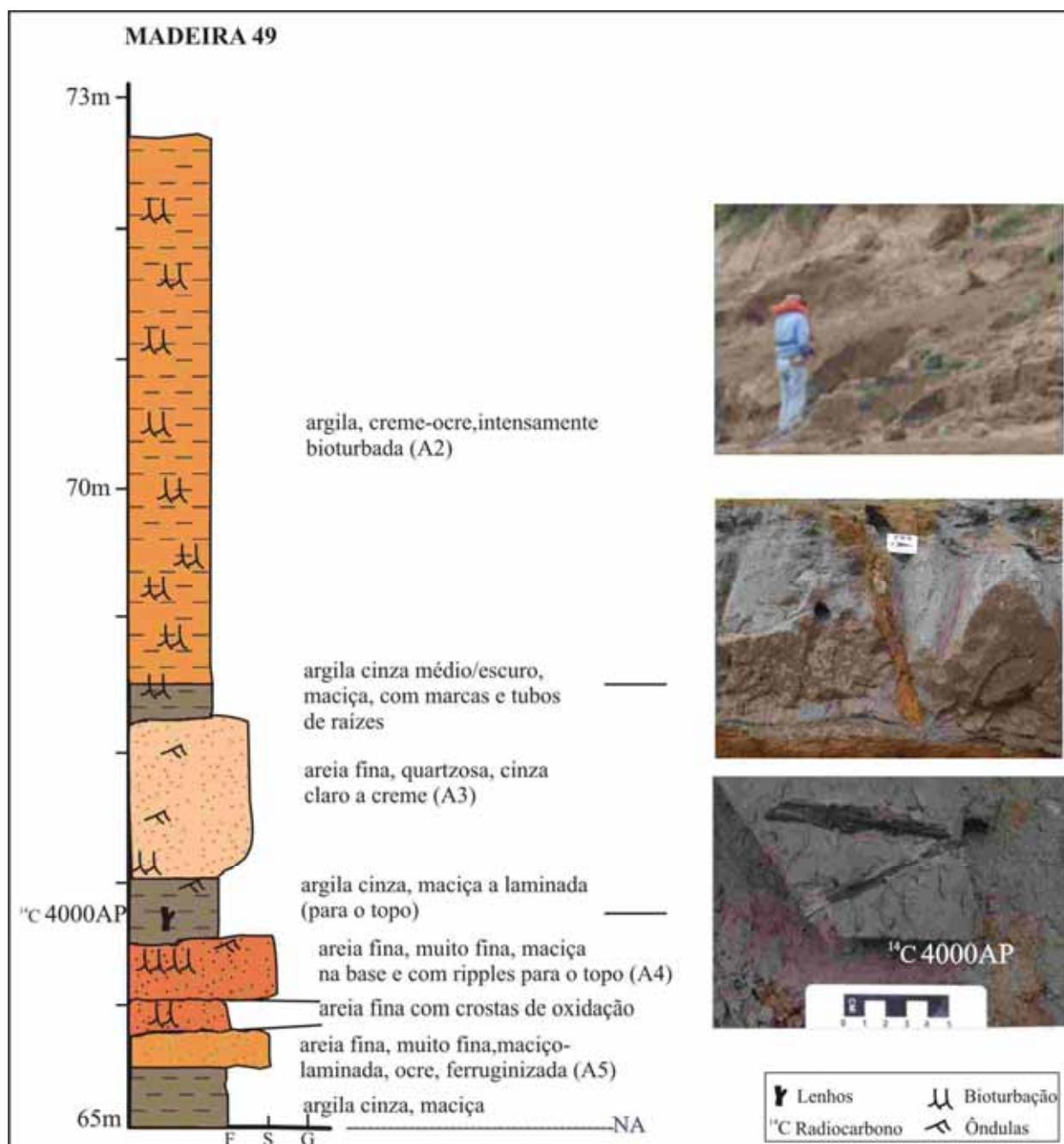


Figura 40. Perfil do ponto MADEIRA 49 com idade ¹⁴C 4000AP.

As análises granulométricas (Figuras 41 a 44) indicam serem areias finas a muito finas, bem a muito bem seleccionadas. A granulometria predominante é a areia muito fina, muito bem seleccionada. Percebe-se, com isso, que mesmo com uma fração argilosa e de consistência plástica na composição do sedimento, esta não representa sua textura real.

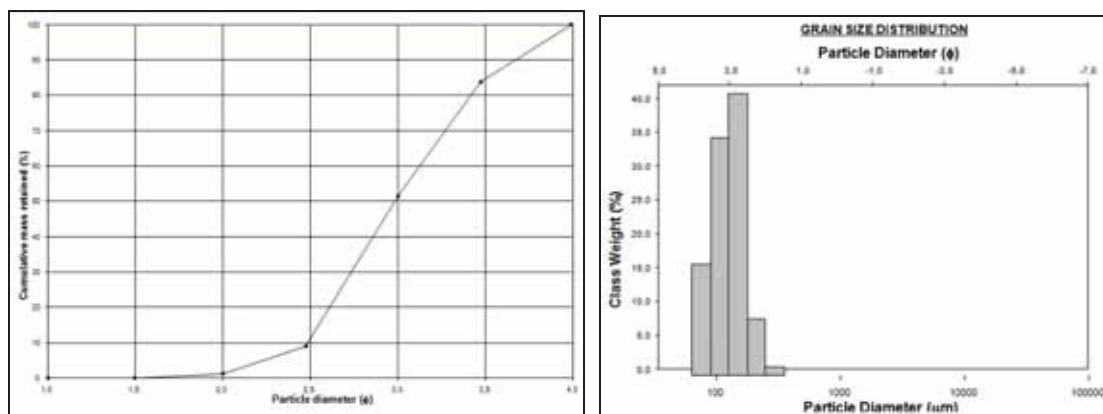


Figura 41. Curva de distribuição e histograma da amostra A2 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia fina, bem selecionada.

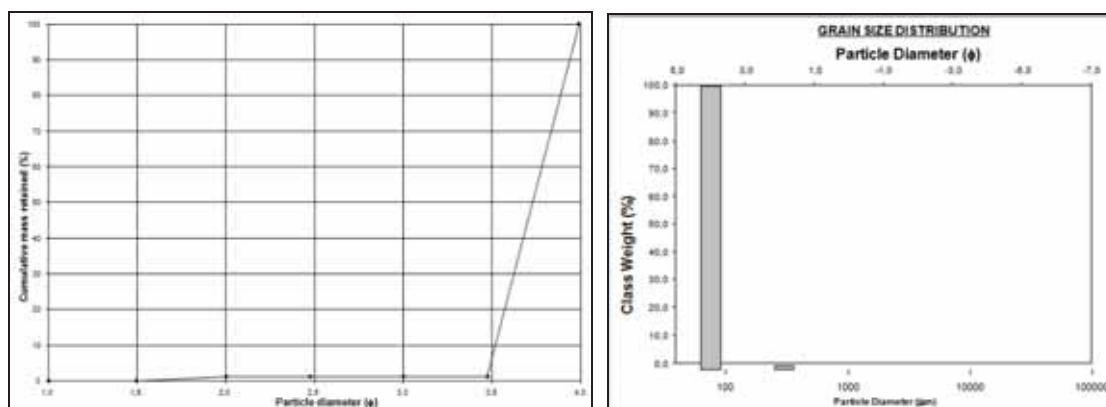


Figura 42. Curva de distribuição e histograma da amostra A3 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia muito fina, muito bem selecionada.

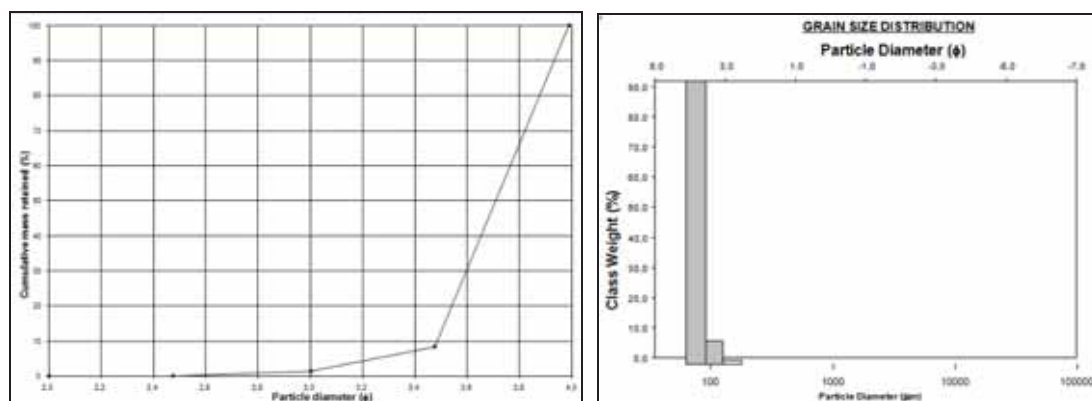


Figura 43. Curva de distribuição e histograma da amostra A4 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia muito fina, muito bem selecionada.

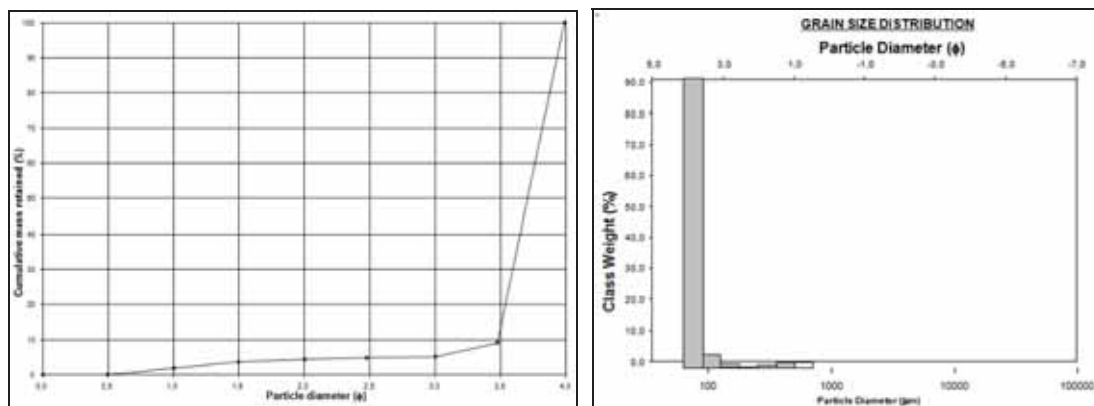
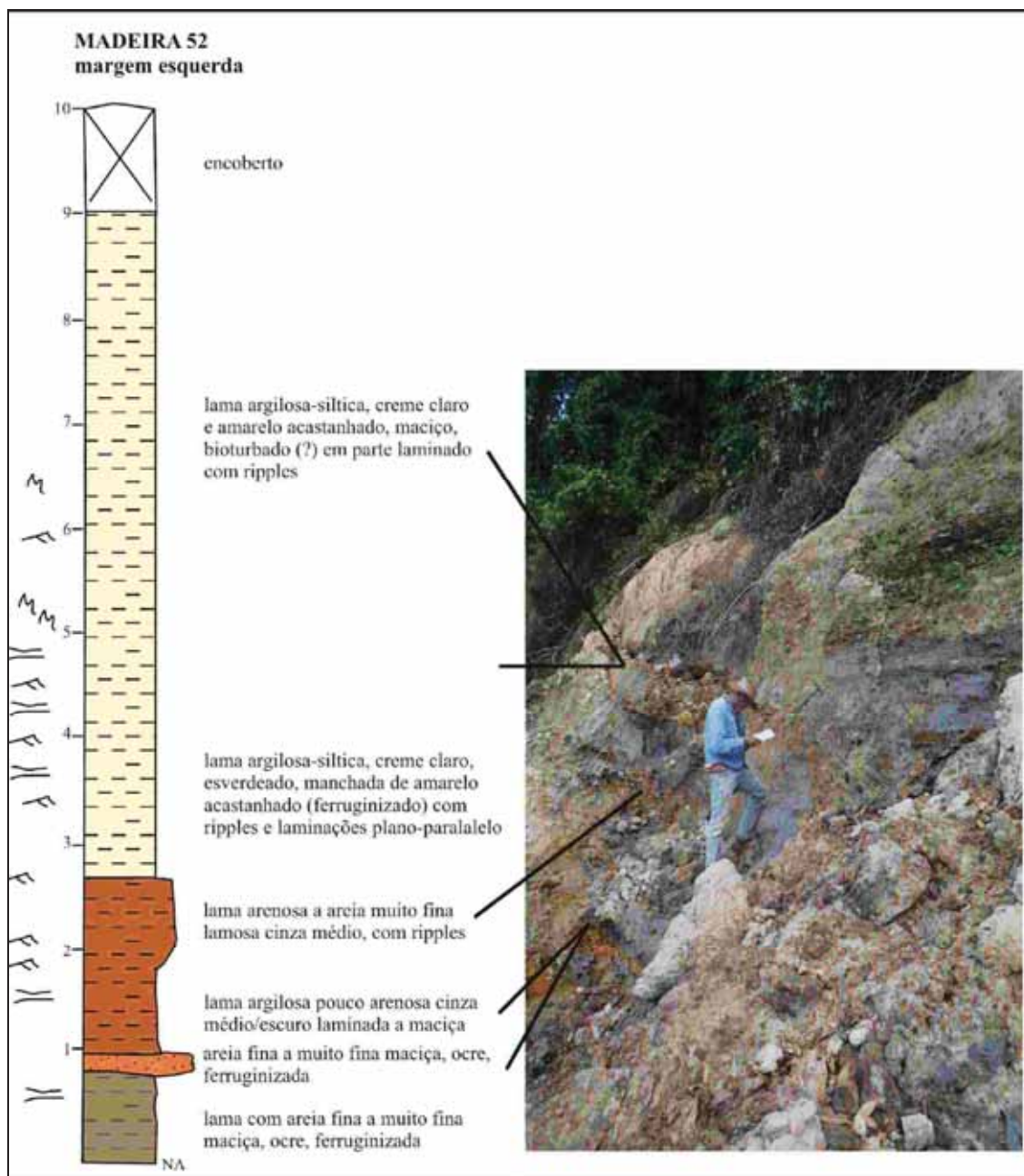
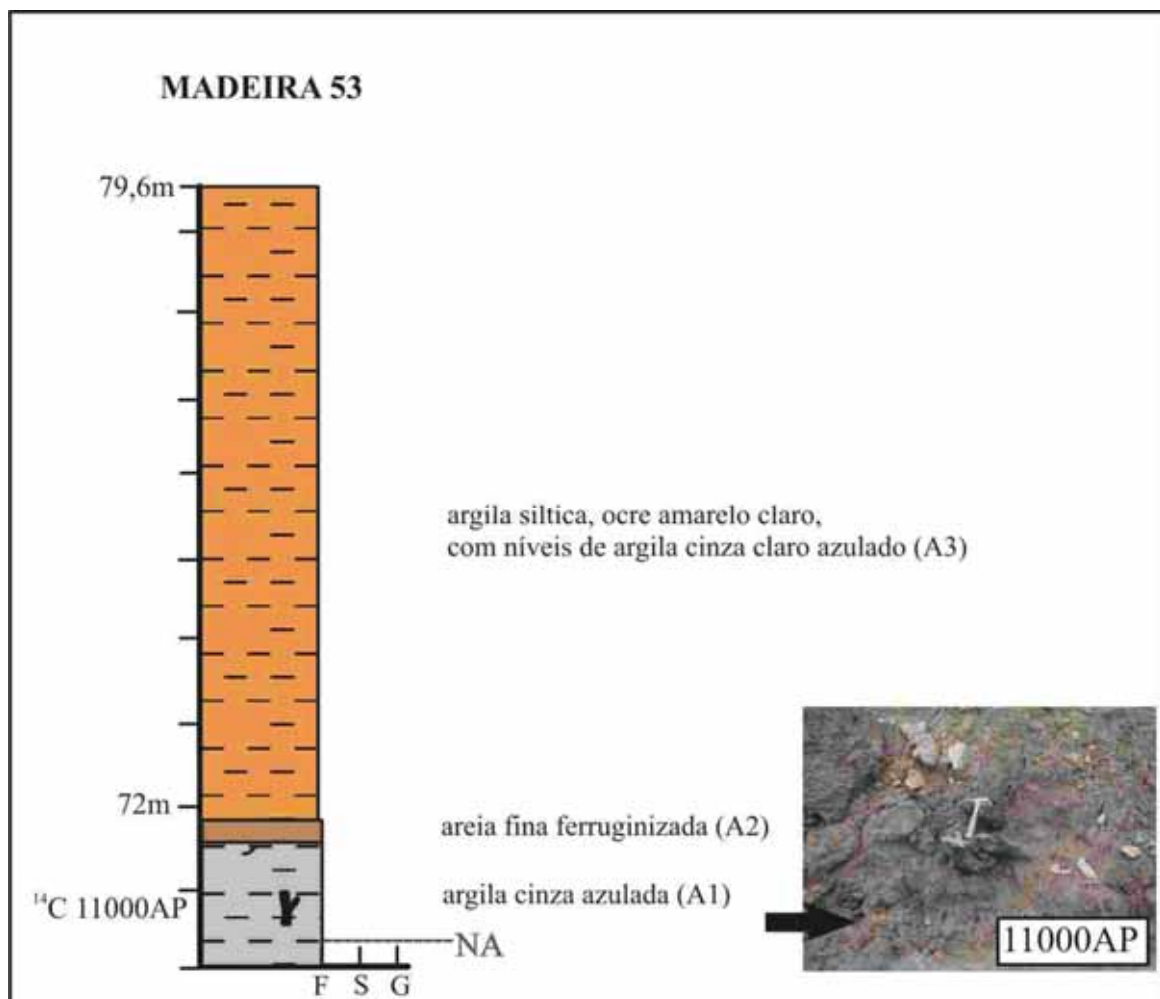


Figura 44. Curva de distribuição e histograma da amostra A5 do afloramento do ponto MADEIRA 49: areia muito fina, muito bem selecionada.

Outro perfil interessante é o do ponto MADEIRA 52 (cota 78m, margem esquerda), próximo as Ilhas Liverpool, a jusante do rio Jacy-Parana (Figura 45). Aqui são observados depósitos de acreção lateral (canal) representados por areias com ripples, intercaladas com argila (mas sem material orgânico). Há na argila, a presença de gretas de contração, e a camada apresenta 25° de mergulho.



O afloramento MADEIRA 53 (cota 72m, margem esquerda), próximo ao MADEIRA 52, apresenta material orgânico (lenhos) inserido na argila cinza sotoposta a areias finas com manchas de oxidação, que também afloram somente nas épocas de seca. Um dos lenhos coletados foi datado em 14C 11000 AP (Figura 46).



5.4.2. Depósitos pleistocênicos

O perfil esquemático para a Formação rio Madeira (JG-93) foi revisitado com parceria do Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico (PPPP), na região do antigo garimpo de ouro do Sr. Saulo (Figuras 47 e 48), margem esquerda do rio Madeira. Foi coletada uma amostra do arenito sotoposto ao conglomerado (amostra AS189) para datação através do LOE, porém o sinal também se encontrou saturado na amostra.

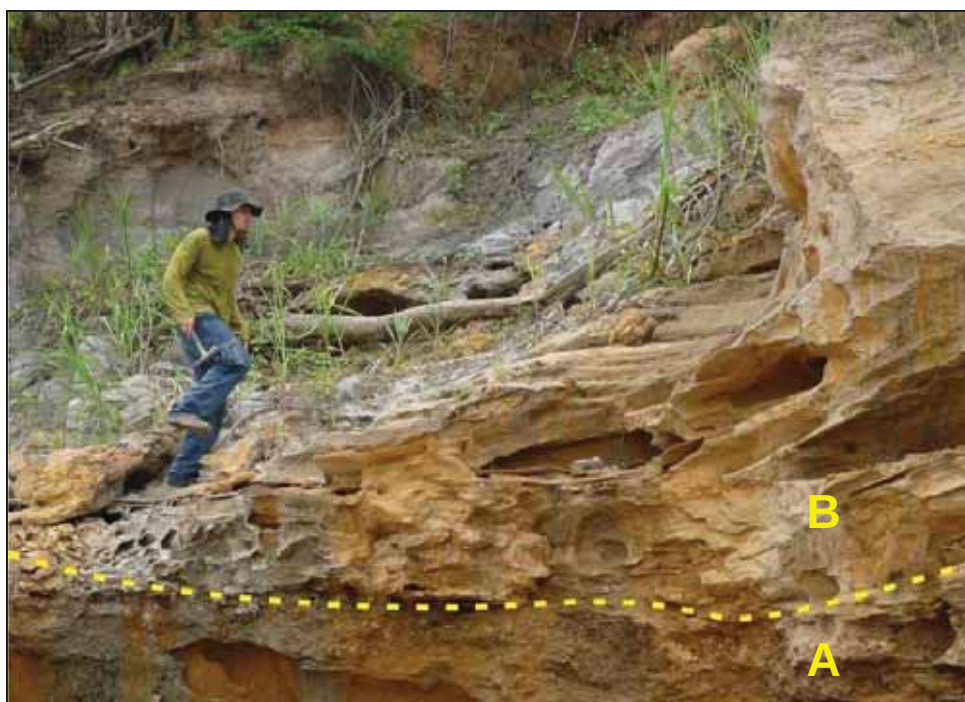


Figura 47. Camadas do ponto JG-93. (A) conglomerado; (B) arenito ferruginizado.



Figura 48. Detalhe do conglomerado da Formação rio Madeira.

Dois afloramentos na região do Abunã, MADEIRA 55 (cota 97m, margem direita) e MADEIRA 56 (cota 95m, margem esquerda), representam esses depósitos, com arenitos muito grossos (arenitos conglomeráticos) com estratificação cruzada na base, endurecidos com ferro, conferindo coloração alaranjada a cinza, com blocos de até 10cm (Figuras 49 e

50). O enriquecimento por ferro torna a coloração da rocha superficialmente acinzentada. Da base para o topo, há granodecrescência ascendente, onde em uma camada a aproximadamente 6m acima do nível d'água ocorre a intercalação de arenitos finos-médios com argilas.

Amostras coletadas para datação dos sedimentos de ambos os perfis apresentaram sinal saturado, impossibilitando as datações através de LOE. Apenas no MADEIRA 56 foi identificado um tronco inserido na camada do arenito conglomerático, cuja datação encontrada está acima dos limites de detecção radiocarbônica (acima de 53.130 anos AP).

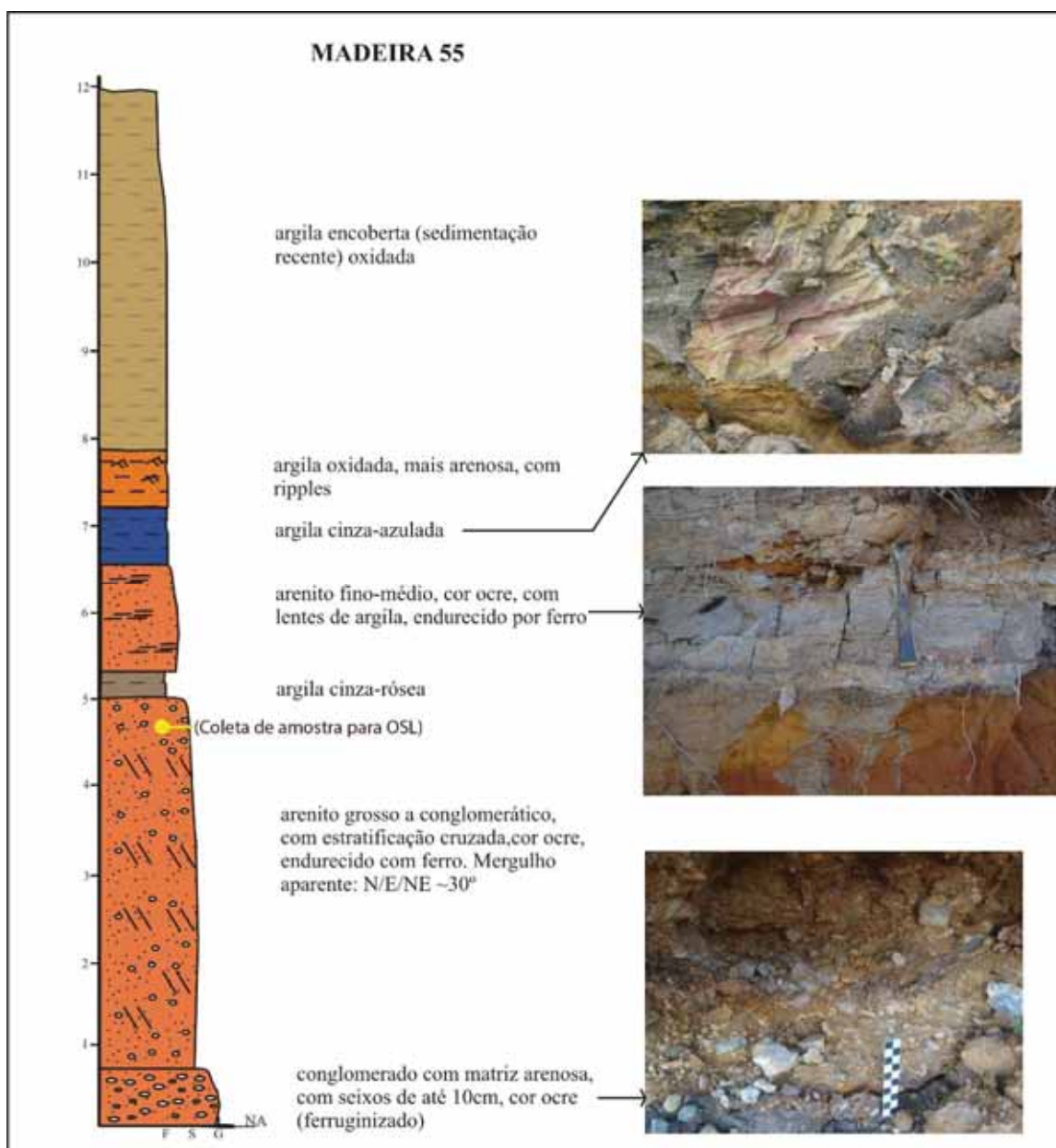
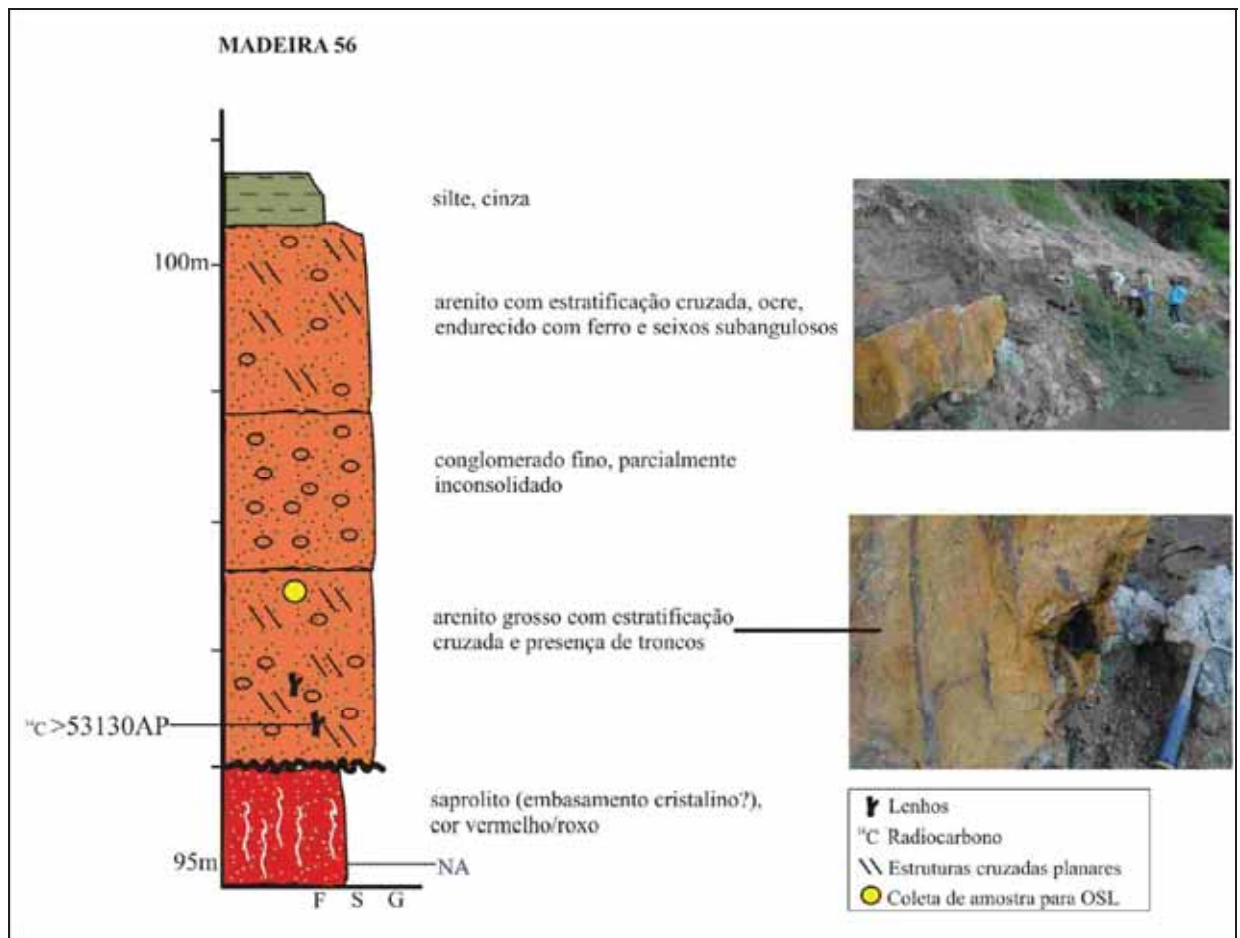


Figura 49. Perfil do ponto MADEIRA 55.



Um registro interessante de um conglomerado semelhante a estes citados acima, foi o de vegetais fossilizados descobertos *in situ*, durante as escavações no leito do rio Madeira, entre a margem direita e a Ilha de Santo Antônio (NASCIMENTO *et al.*, 2009), correspondentes a folhas, sementes e lenhos incarbonizados (Figura 51), datados em mais de 40 mil anos AP. O depósito apresentou forma semelhante a um “bolsão” com dimensões aproximadas de 120 x 60 m, variando entre 43 a 30 m, associada à topografia irregular do embasamento.



Figura 51. Conglomerado fossilífero do sítio paleobotânico. Imagem cedida pelo PPPP.

Uma amostra deste conglomerado foi cedida a esta pesquisa e a confecção de duas lâminas petrográficas permitiu identificar fragmentos de rochas e fragmentos compostos por agregados de cristais policristalinos de quartzo, angulosos, sub-angulosos a sub-arredondados (Figura 52). Alguns grãos apresentam microfraturas preenchidas com óxido e carbonato de ferro. São encontrados fragmentos de pisólitos, sendo possível observar um núcleo rico em grãos de quartzo e caulinita, ambos circundados por hematita e finas bandas de goethita nas suas bordas (Figura 53). A presença de fragmentos de lateritas e de pisólitos detríticos sugere a existência de um perfil de intemperismo laterítico prévio que foi erodido formando, conseqüentemente, depósitos aluvionares. A matriz é composta por óxido/hidróxidos de ferro e sílica, já o cimento é caracterizado por carbonato de ferro (siderita?), além de óxidos/hidróxidos de ferro. A alteração da hematita para goethita ocorre freqüentemente indicando hidratação no sistema.

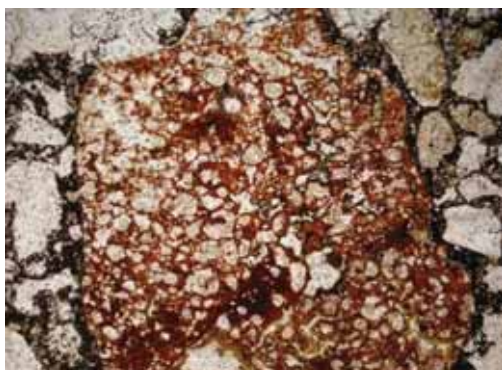


Figura 52. Grão policristalino com carbonatos de ferro. Figura 53. Pisólito (nicóis cruzados) e finas bandas de goethita nas bordas indicando hidratação.

Muscovita, biotita cloritizada, clorita e seixos com borda de reação para a goethita, ocorrem em baixa frequência. Na maioria das vezes, não foi possível identificar os fragmentos de rochas presentes nas lâminas devido ao alto grau de alteração dos minerais. O plagioclásio ocorre alterando-se para mica branca, podendo provavelmente ser a albita identificada em análise de difração de raio-x (Figura 54). É comum a alteração da albita para a caulinita nestas lâminas. Grãos isolados de opacos também são observados.

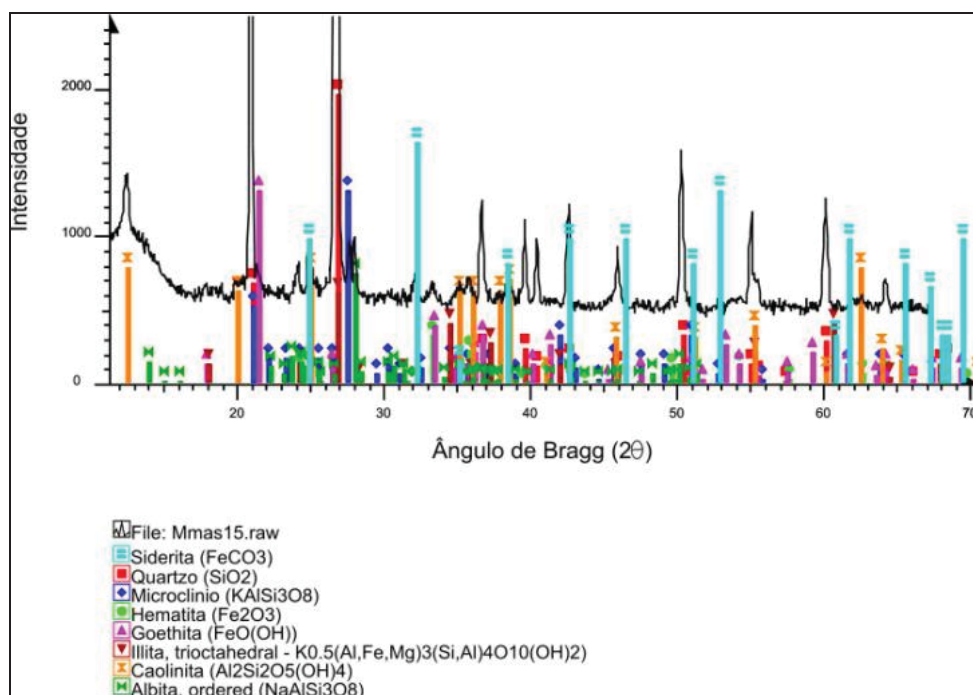


Figura 54. Difrátograma da amostra AS 15, coletada no sítio paleobotânico. Presença de siderita, quartzo, microclineo, hematita, goethita, illita, caolinita e albite.

O ouro não foi observado nas análises realizadas, porém a pouca quantidade de amostras analisadas não assegura que estes materiais não sejam auríferos, já que diversos

trabalhos previamente realizados e a alta exploração de ouro neste tipo de material por garimpeiros já mostram a favorabilidade geológica para a ocorrência deste bem mineral. Com relação aos restos vegetais visíveis na amostra macroscópica, petrograficamente não são facilmente identificados, devido à desestruturação aparente dos restos vegetais durante a confecção das lâminas.

Na região do Abunã, ocorrem conglomerados texturalmente semelhantes, em afloramentos com aproximadamente 10 m de espessura e em cotas mais altas (em média 90m) com estratificações cruzadas de médio porte. Como exemplo, temos o ponto MADEIRA 54 (Figura 55). São depósitos argilosos com a presença do arenito conglomerático ferruginizado/conglomerado de cor ocre-avermelhado.

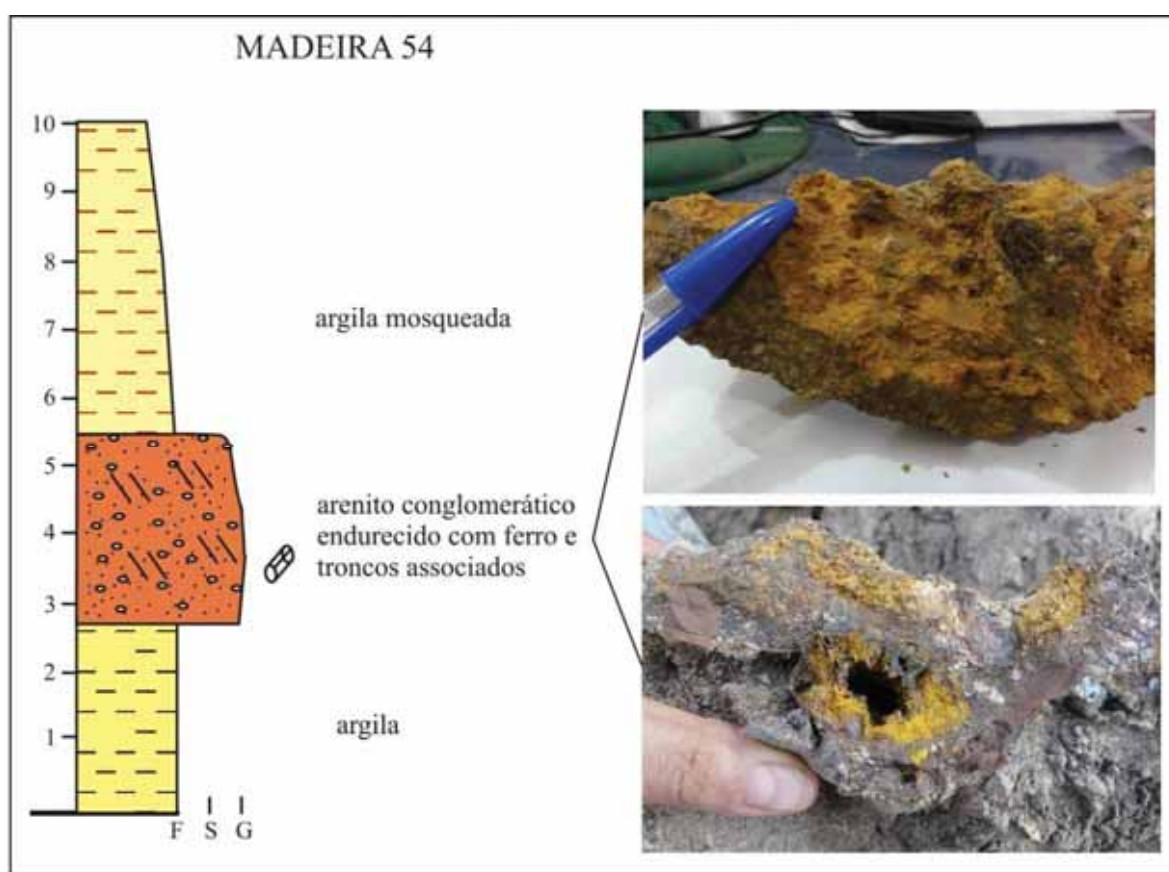


Figura 55. Perfil do MADEIRA 54 com detalhe para o arenito conglomerático e troncos fossilizados.

Semelhante ao sítio paleobotânico, os arenitos conglomeráticos e os conglomerados presentes nestes perfis apresentam-se parcialmente inconsolidados. No MADEIRA 54, o conglomerado está mal selecionado, com seixos de até 2,5cm.

A matriz é composta por quartzo (monocristalino) e feldspato na sua maior parte, com a presença de possível anfibólio (grãos verde pálido, angulosos, com clivagem $\sim 64^\circ$) porém se observa apenas seu negativo na lâmina confeccionada. Presença de um grão/seixo que parece ser um tronco parcialmente substituído por ferro (Figura 56), mas sem orientação dos grãos avermelhados. Há presença de ferro intersticial e marcas de seixos de laterita que já estão sofrendo diagênese e alterando-se para argila, sendo que identificam-se ainda minerais neo-formados (Figura 57). Observam-se dois tipos de cimento, um amarelo escuro e outro preto, sendo levantadas as hipóteses de serem de oxi-hidróxido de ferro ou mesmo carbonáticos (Figuras 58 e 59). Pelo cimento, pode haver formação de carbonatos, que não foi evidenciado com o ataque de HCL. Existem grãos de formato vermiforme, escuro, com bordas avermelhadas, que poderiam ser matéria orgânica (folhas?) que se alteraram durante a confecção da lâmina. O empacotamento é aberto e a proporção de quartzo é de ao menos $>70\%$, mas não é possível afirmar, pela ausência dos outros minerais que foram destruídos durante a confecção da lâmina.

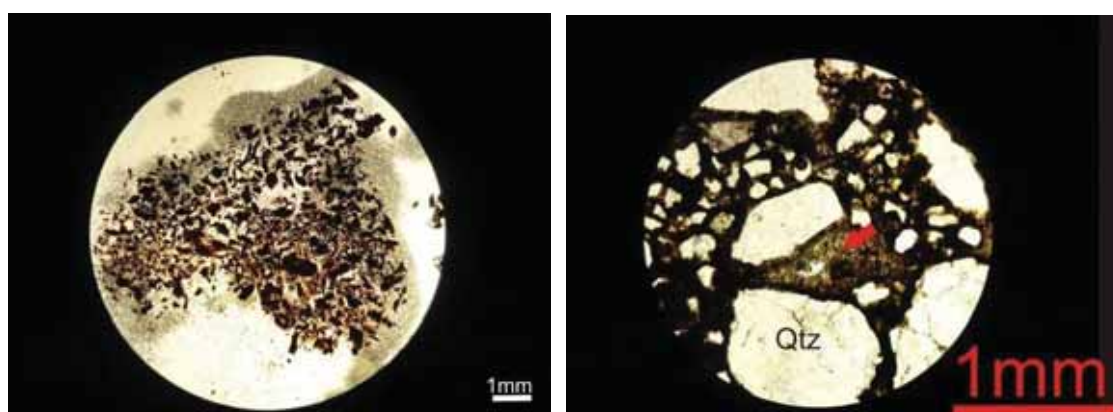


Figura 56. Tronco parcialmente substituído (aumento de 2,5x) e Figura 57. minerais neoformados (aumento de 10x).

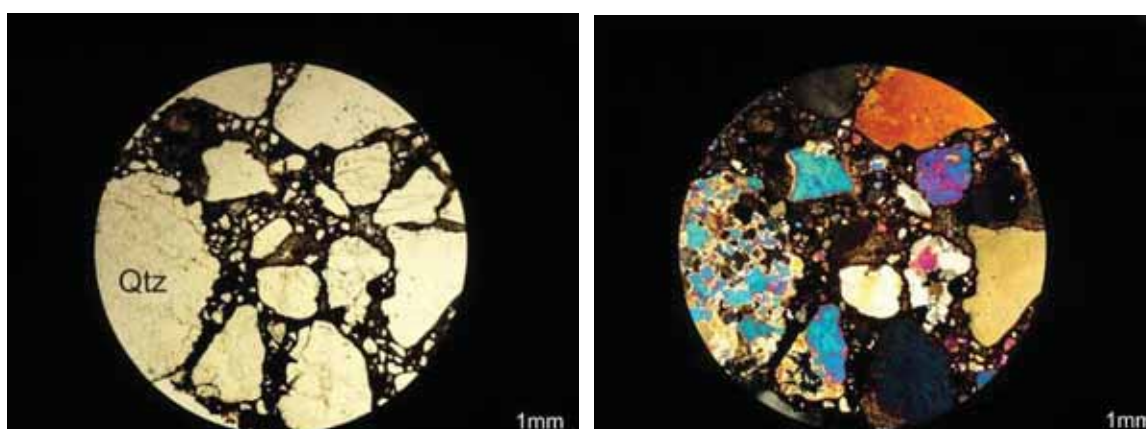


Figura 58 e Figura 59. Dois tipos de cimento sem e com nicóis cruzados (aumento de 2,5x).

Outro depósito pleistocênico pode ser considerado o garimpo de ouro localizado na região de Mutum-Paraná, a montante da Ilha Mutum-Paraná, margem esquerda do rio Madeira (Figura 60)

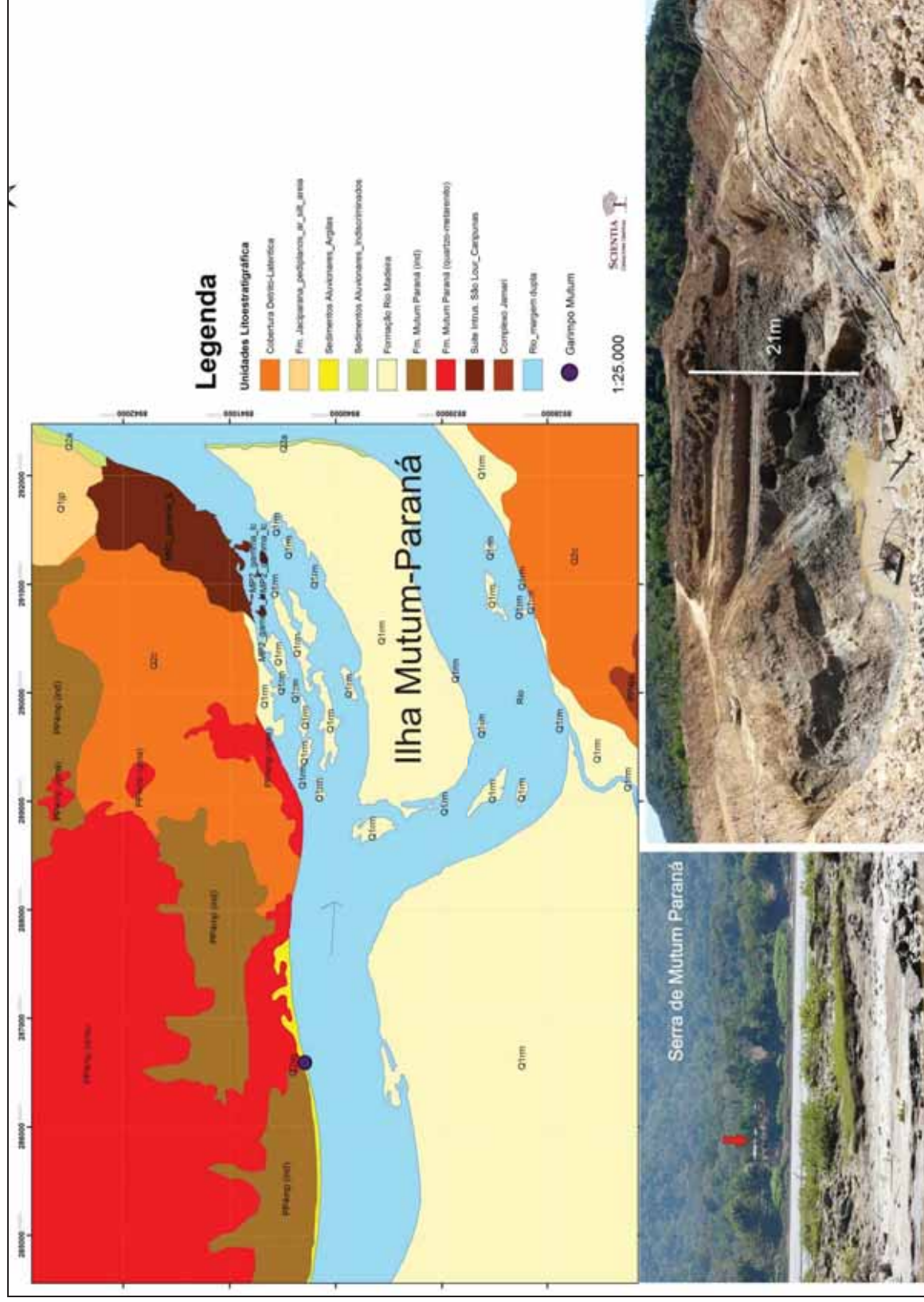


Figura 60. Localização do Garimpo Mutum Paraná e vista panorâmica do sequeiro, margem esquerda do rio Madeira.

Este garimpo está localizado próximo a Serra de Mutum Paraná, composta por meta-quartzoarenitos da Formação Mutum-Paraná (CPRM, 2005). Atualmente, não se observa sequencia estratigráfica na margem do rio por estar encoberto por sedimentos recentes.

Lenhos de até 2m foram evidenciados ao longo de quase todo o perfil exposto, desde a base junto ao conglomerado (Figura 61) até o topo da sequência (Figura 62). Os conglomerados “mucururu” da base assemelham-se aos do Garimpo de Araras e Taquara, em 21m de profundidade. De acordo com comunicação dos garimpeiros locais, foram encontrados fósseis de megafauna e impressões foliares. Acima deste conglomerado ocorrem argilas a areias muito finas castanho escuro, com blocos e matacões mal-selecionados e lenhos de variados tamanhos e espessuras dispersos nesta matriz (ver estratos 4, 5 e 6) que se assemelham a um fluxo gravitacional vindo do interior em direção a margem do rio, caracterizando um depósito coluvionar. .



Figura 61. Conglomerados na base das escavações.

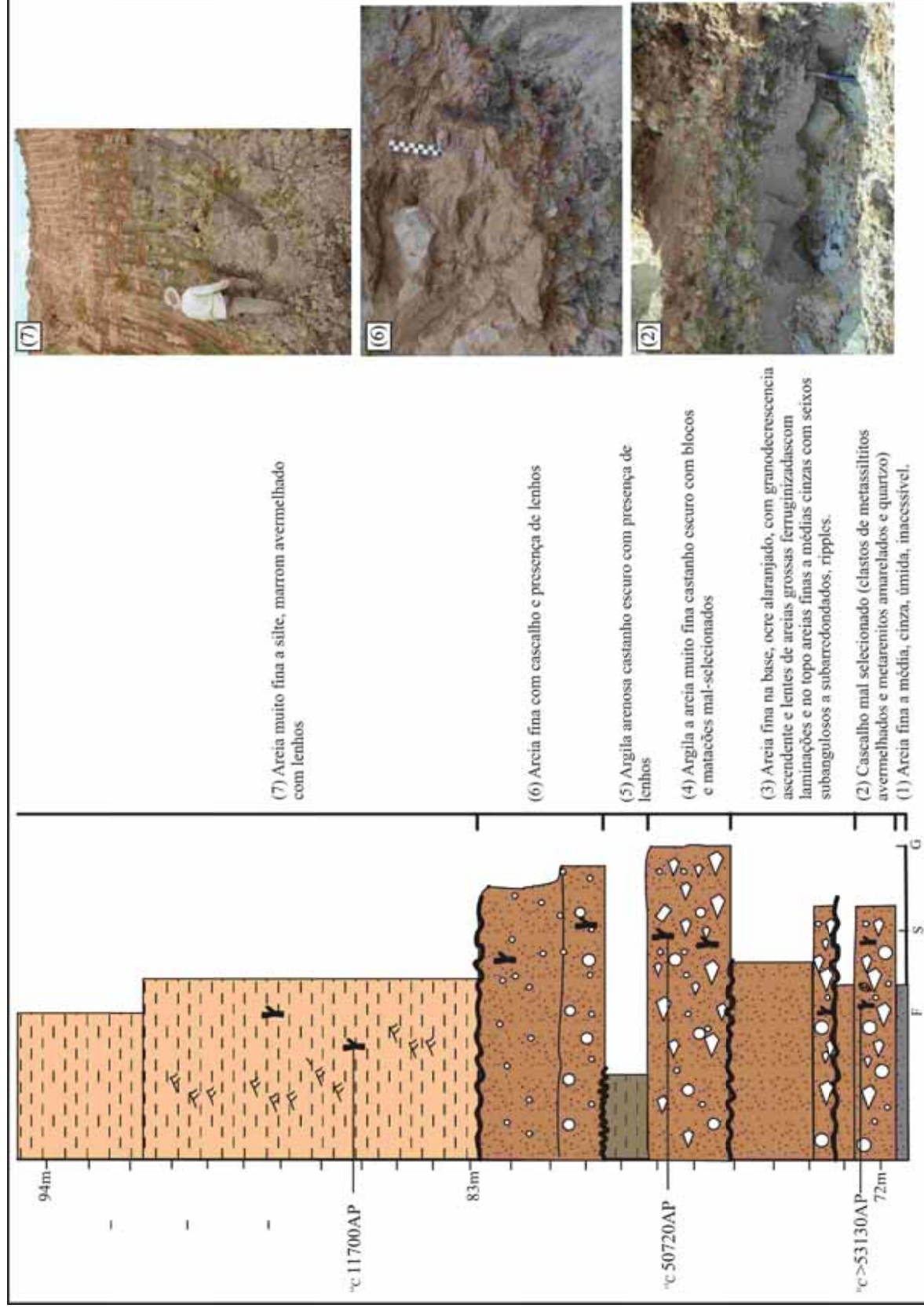


Figura 62. Perfil do Garimpo Mutum, com idades do Pleistoceno Tardio.

Os conglomerados encontrados na base são caracterizados por seixos e calhaus de até 9cm de diâmetro, subarredondados a arredondados, outros placosos e angulosos, de composição quartzosa e arenítica, predominantemente, suportados por uma matriz arenosa mal selecionada (Figura 63). Correspondem a ortoconglomerados polimíticos, mal selecionados, de arcabouço aberto, impregnados por ferro, causando-lhes endurecimento e litificação, semelhantes aos demais exemplares ao longo do rio Madeira, porém sem a coloração avermelhada característica, mas que podem ser correlatos cronologicamente. Entretanto, mesmo sem a impregnação mais avermelhada, as areias associadas a este conglomerado (Amostra GM1-B) apresentaram sinal saturado para datação por LOE.



Figura 63. Conglomerados do Garimpo da região de Mutum-Paraná.

Ao microscópio petrográfico a rocha apresenta as seguintes características:

Arcabouço: Observam-se duas modas, uma maior (3-11mm) formada por grãos arredondados a bem arredondados de fragmentos de rochas que podem ser vulcânicas ácidas (com quartzo muito fino imerso em matriz microcristalina a afanítica) (Figura 64), fragmentos de *chert* e siltito/metassiltito e seixos de quartzo monocristalino e policristalino. Os fragmentos do que parece ser rocha vulcânica apresentam diminutos (<0,5mm) fragmentos de rocha vulcânica em seu interior (Figura 65), outros se encontram cobertos por uma película de goethita, de cor amarelo/amarronzada, onde se têm diminutos cristais prismáticos fantasmas. Os fragmentos de metassiltito podem ter grãos de feldspatos e turmalina, inclusos. A outra moda menor, formada predominantemente por grãos de quartzo monocristalinos e policristalinos, de granulometria areia fina, subarredondado a

anguloso, bem a moderadamente selecionados, de baixa esfericidade, seguidos por grãos de feldspatos (plagioclásio alterados para sericita/muscovita e microclíneo alterado para argilomineral), hornblenda, opacos, muscovita (tabular), biotita cloritizada, turmalina, epidoto, e fragmentos subarredondados de *chert* e rocha vulcânica, perfazendo menos de 10% dos constituintes da rocha. Localmente aparecem grãos tabulares de rocha xistosa. De modo localizado, alguns grãos alongados apresentam uma “capa” ferruginosa;

Cimento: Predomina cimento de oxi-hidroxido de ferro e subordinadamente, carbonato de ferro (siderita), ocupando os interstícios (Figura 66).

Porosidade: Apresenta aparentemente uma porosidade secundária, insignificante a pobre, que pode estar relacionada à perda de minerais na confecção da lâmina, em alguns casos. Se mostram como microporos, geralmente intergranulares;

De acordo com a classificação de Dott Jr (1964), esta rocha poderia ser classificada composicionalmente por um litoarenito feldspático (Q60 F15 FR25).

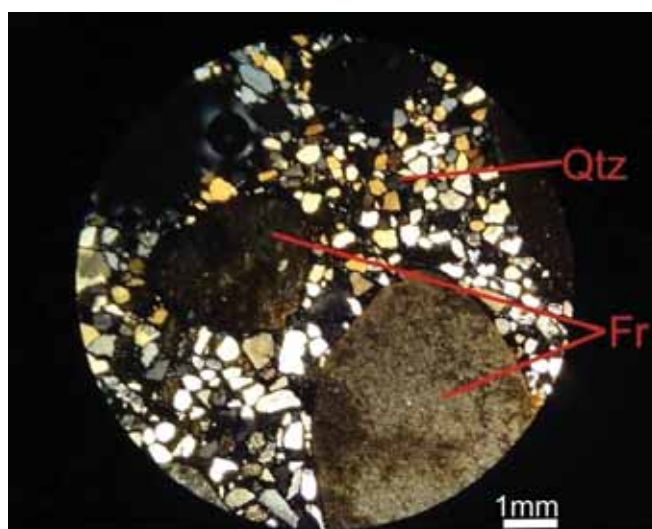


Figura 64. Fotomicrografia mostrando a textura geral da rocha. Notar bimodalidade dos grãos e a relação dos fragmentos de rochas arredondados, predominantemente de quartzo com granulometria bem mais fina (areia fina a muito fina), compondo uma rocha de arcabouço aberto, onde os grãos raramente se tocam

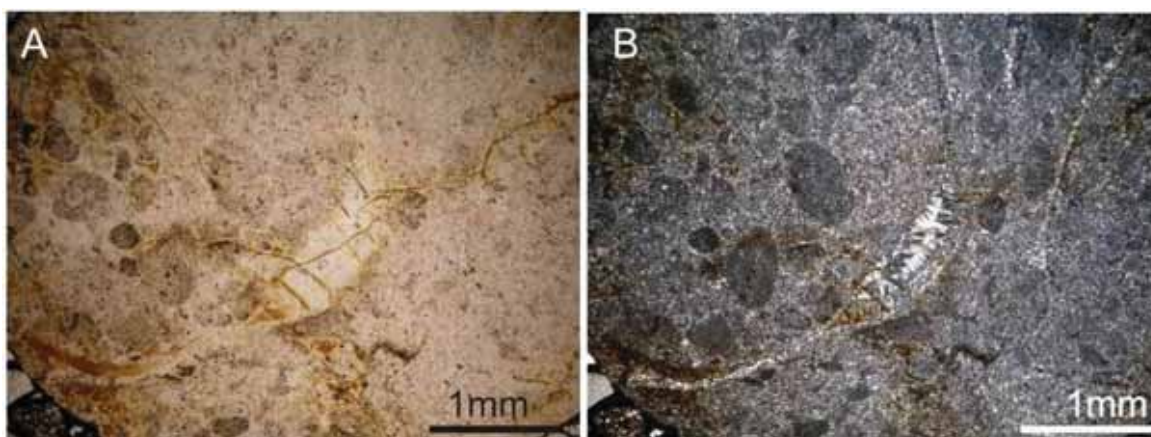


Figura 65. Fotomicrografia de detalhe de um dos fragmentos de possível rocha vulcânica ácida. Em A, nícóis paralelos e em B, nícóis cruzados (objetiva 4x). Notar o que parece ser pequenos fragmentos elipsoidais de rocha vulcânica de mesma composição, de cor mais escura, dentro de um clasto maior de rocha vulcânica (ou silex?).

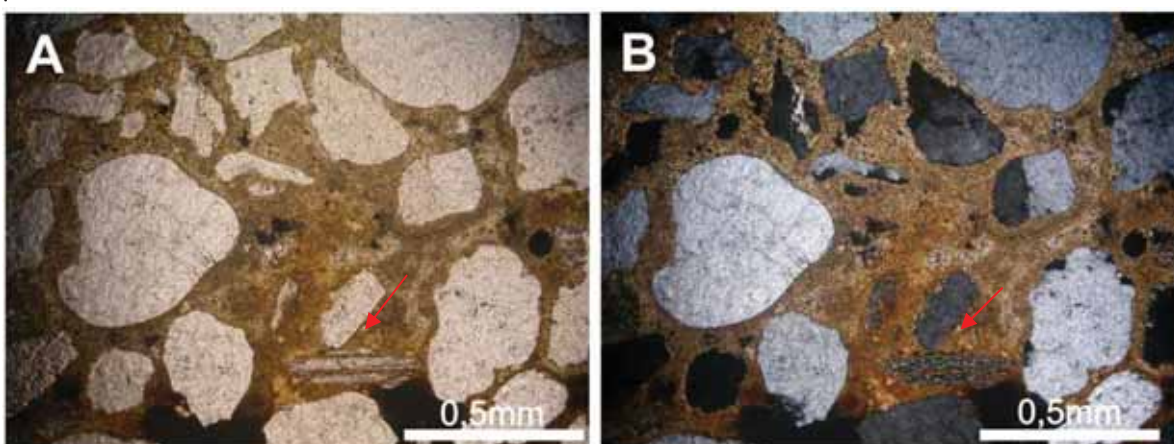


Figura 66. (A): nícóis paralelos e (B) nícóis cruzados. Detalhe do cimento de carbonato de ferro e do arcabouço aberto. Notar a forma dos grãos que varia de arredondado a anguloso, sugerindo que muitos grãos sofreram pouco transporte. Localmente, grão placoso de rocha xistosa (seta vermelha).

Os depósitos pleistocênicos a jusante da Cachoeira do Teotônio tornam-se menos expostos, sendo correlacionados espacialmente e de acordo com dados indiretos de campo (imagens de satélite) (Figura 67). Nos pontos MADEIRA 33 e 47, margem esquerda, observam-se sedimentos silto-argilosos de coloração cinza a marrom-amarelado, bioturbações, capeados por sedimentação recente sobre o embasamento e/ou crosta laterítica.

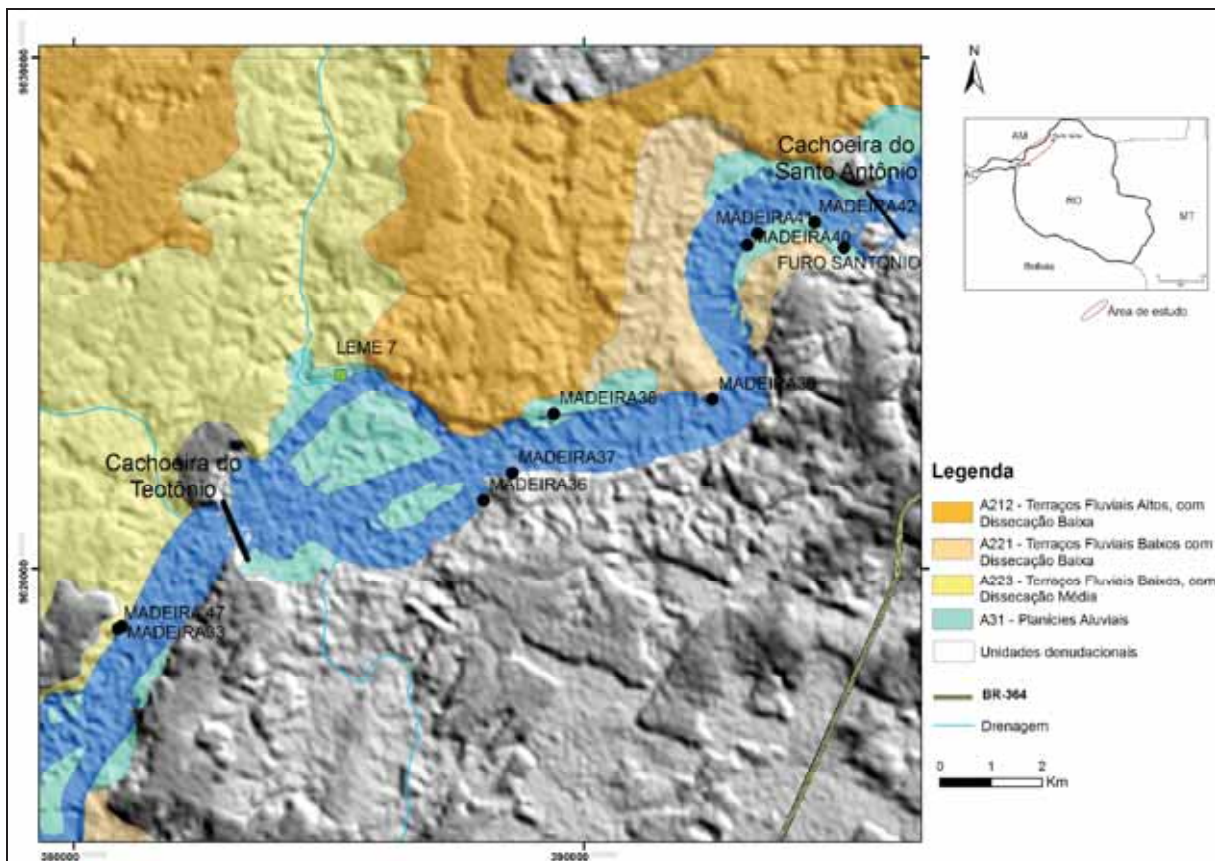


Figura 67. Unidades agradacionais entre as Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio.



Figura 68. Perfil do ponto MADEIRA 47, expondo sedimentos aluvionares sobre o embasamento.

Esta mesma sequência é também visualizada no ponto da margem esquerda LEME 7¹¹, a jusante da Cachoeira do Teotônio (Figura 69).

Esta sequência, em termos texturais e faciológicos, assemelha-se a Formação Jaci-Paraná, depositadas discordantemente sobre rochas do embasamento granítico.



Figura 69. Ponto LEME 7 com detalhe do contato entre o sedimento silto argiloso cinza sotoposto ao sedimento silto-arenoso de coloração marrom-amarelado. Dados fornecidos pelo PPPP.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se formular o seguinte esquema de evolução da planície do rio Madeira (Figura 70).

¹¹ Ponto LEME 7 (UTM 9023780N/385363E) disponibilizado pelo PPPP.

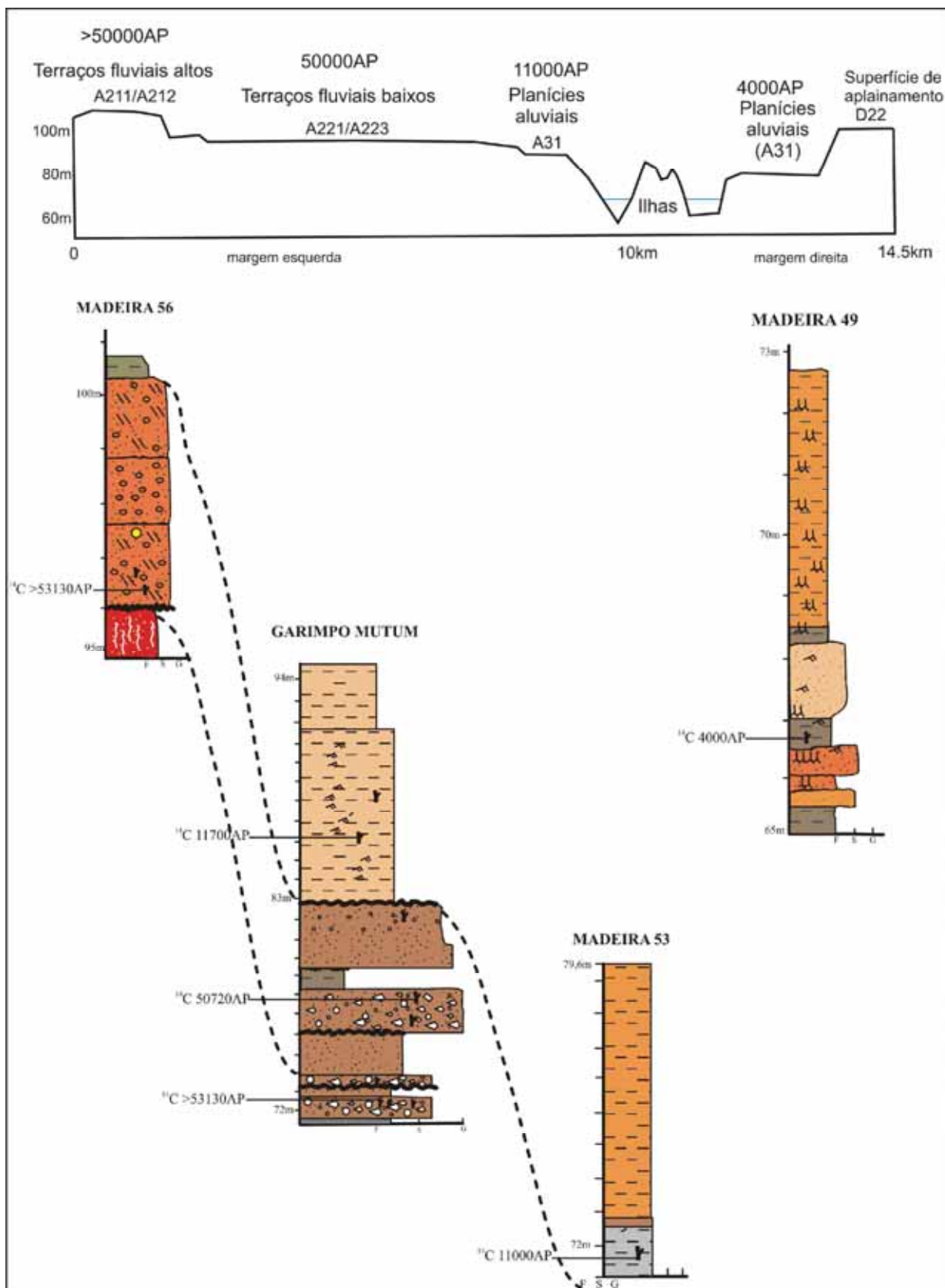


Figura 70. Seção esquemática do rio Madeira e unidades geomorfológicas (escalas alteradas).

É notável ainda nos dias atuais a presença dos garimpos fluviais (dragas e balsas) que exploram o ouro aluvial existente ao longo da calha do rio Madeira. Junto aos rejeitos dessas dragas acumuladas nas margens e no próprio canal, verifica-se a formação de depósitos de até 4 m acima do nível do rio atual na época de máxima vazão (Figura 71). Um exemplo desses rejeitos é o rejeito da Ilha Grande (UTM 20L 322484-8984050), cujo conglomerado apresenta cor cinza escuro, consolidado com ferro, seixos de até 2,5 cm subangulosos a bem arredondados, baixo grau de seleção, baixa esfericidade e menos de 30% de matriz arenosa (fina). A composição observada é de quartzo, lateritas e argilas endurecidas com ferro com cavidades que podem ser de seixos ou até mesmo de fósseis desprendidos. Outro rejeito com potencial fóssilífero é o próximo à Cachoeira de Morrinhos (9002735N/368872E) que apresentou fósseis de megafauna e moldes de folhas. Estes rejeitos acabam por ser evidências indiretas da presença dos conglomerados associados a Formação rio Madeira nesta região, em cotas inferiores a pelo menos 10m.



Figura 71. Rejeito Ilha Grande.

5.5. Difração de raios-x

Os resultados obtidos pela difração permitem uma avaliação geral sobre a composição mineralógica nas areias e argilas dos pontos estudados (Tabela 4). Os difratogramas encontram-se no **ANEXO C**. As areias recentes (MADEIRA 48) apresentaram quartzo e muscovita. O grupo das caulinitas ocorre em quase todas as amostras, a não ser pelas areias finas da amostra A2 do perfil MADEIRA 49 (planície de inundação).

Os plagioclásios identificados são albitas, que ocorrem na variação de Na, Ca e K, presentes na maioria das amostras analisadas com exceção da amostra 1B do Garimpo Mutum que foi a mesma amostra utilizada na datação por LOE.

Tabela 4. Composição mineralógica das amostras analisadas por difração de raio-x.

AMOSTRA	Quartzo	Muscovita	Caulinita	Albita
MADEIRA 48	✓	✓	✓	✓ (K)
MADEIRA 49 (A2)	✓	✓	-	✓ (Ca)
MADEIRA 49 (A3)	✓	✓	✓	✓ (Na)
MADEIRA 49 (A4)	✓	✓	✓	✓ (Na)
MADEIRA 49 (A5)	✓	✓	✓	✓ (Na)
GARIMPO MUTUM (1B)	✓	✓	✓	-
GARIMPO MUTUM (6.2)	✓	✓	✓	✓ (Ca)
GARIMPO MUTUM (AS147)	✓	✓	✓	✓ (K)

✓ Mineral presente na amostra.

5.6. Sítios arqueológicos

Através dos levantamentos de campo e de consulta dos relatórios técnicos de pesquisas anteriores na região, foram levantados 139 sítios pré-coloniais com evidências de material cerâmico e/ou lítico e/ou rupestres (**ANEXO D**).

Com relação à implantação dos sítios arqueológicos na paisagem, verifica-se que a maior parte deles ocorre em ambas as margens do rio Madeira, nas suas ilhas e em compartimentos topográficos variados (Figura 72). Entretanto, esses dados podem apresentar um viés amostral, uma vez que em função das áreas dos futuros reservatório de

ambas as usinas, priorizou-se a prospecção arqueológica na área de influência direta, que coincide com as planícies aluviais e terraços.

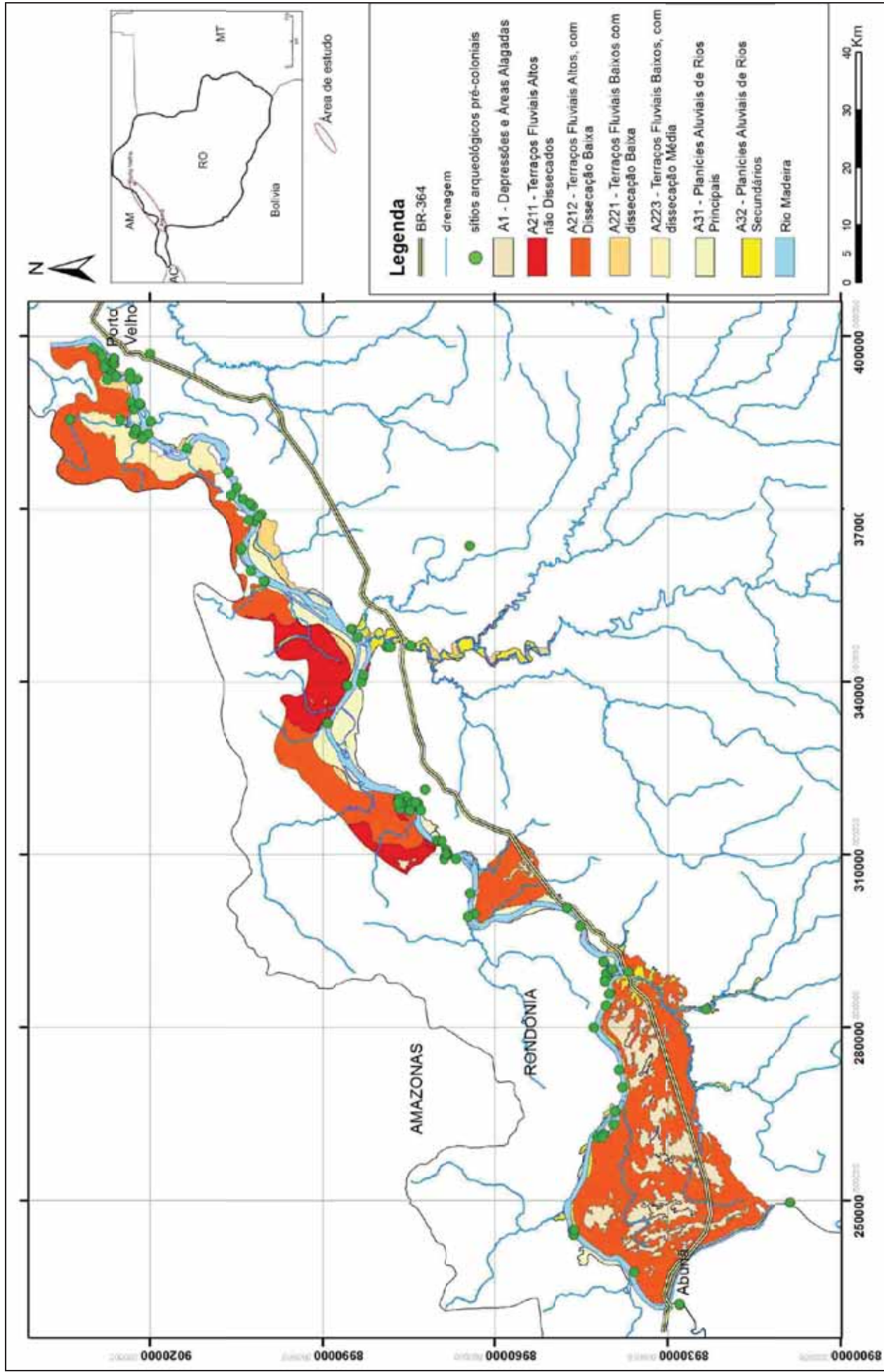


Figura 72. Implantação dos sítios arqueológicos na paisagem nas unidades agradacionais. Para identificação dos sítios ver ANEXO D. Base dos dados de geomorfologia: Cprm (2005).

A interessante presença de ilhas com sítios arqueológicos nesta região levanta as hipóteses de sua formação, se estáveis ou temporárias ou mesmo de quando foram formadas. A maior parte destes sítios apresenta também áreas com evidências de atividade rupestre nos afloramentos rochosos expostos durante os períodos de máxima vazão (Tizuka, 2010), sendo elas próximas ou não de cachoeiras e corredeiras. Arqueologicamente, as ilhas podem ser consideradas marcos paisagísticos, que podem se tornar referências ritualísticas, locais de habitação, alvos de recursos alimentares e facilidades de transporte.

Sobre os aspectos da paisagem atual onde se inserem os sítios atualmente, percebe-se uma cobertura vegetal mista, com vegetação primária junto às áreas já impactadas pela ação antrópica recente de cultivos diversos (bananais, coqueiros, cajuzeiro, etc) e pelas evidências de queimadas, pastagens e a própria instalação de casas (Figuras 73 e 74). Não se verificaram padrões paisagísticos relacionados a palmeiras específicas como a de urucuri, que de acordo com Miller (1999) se restringiria às áreas de terra preta na maioria quase absoluta dos sítios-habitação dos grupos ceramistas. Nos sítios identificados, a presença desta palmeira ocorre esparsa nos diferentes compartimentos topográficos.



Figura 73. Paisagem antropizada nos sítios arqueológicos (A) Vista Alegre e (B) Boa Vista.

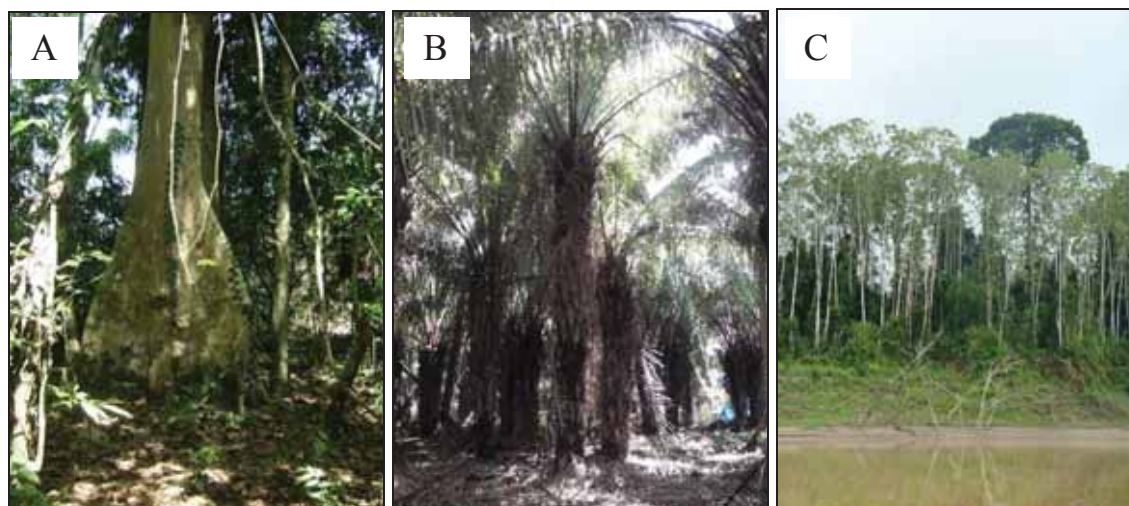


Figura 74. Aspectos da paisagem mista dos Sítios (A) Ilha do Japó. (B) Ilha Dionisio e (C) Ilha das Cobras.

Foi feito um recorte devido à extensão da área de pesquisa e, aos dados obtidos até o momento para estes sítios arqueológicos (principalmente datações), priorizando-se a os sítios entre as cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio. Neste trecho, também não se verificaram padrões de ocupações em determinados locais específicos na paisagem, sendo identificados sítios em planícies aluvionares de rios principais, terraços fluviais altos e baixos, em superfícies de aplainamento e em platôs lateríticos (Figura 75 e 76).

Novamente, os sítios cujas localizações inserem-se em unidades denudacionais podem também apresentar um novo viés, cuja escala de trabalho difere do mapeamento geomorfológico, como no caso dos sítios a jusante da Cachoeira do Teotônio, na margem direita.

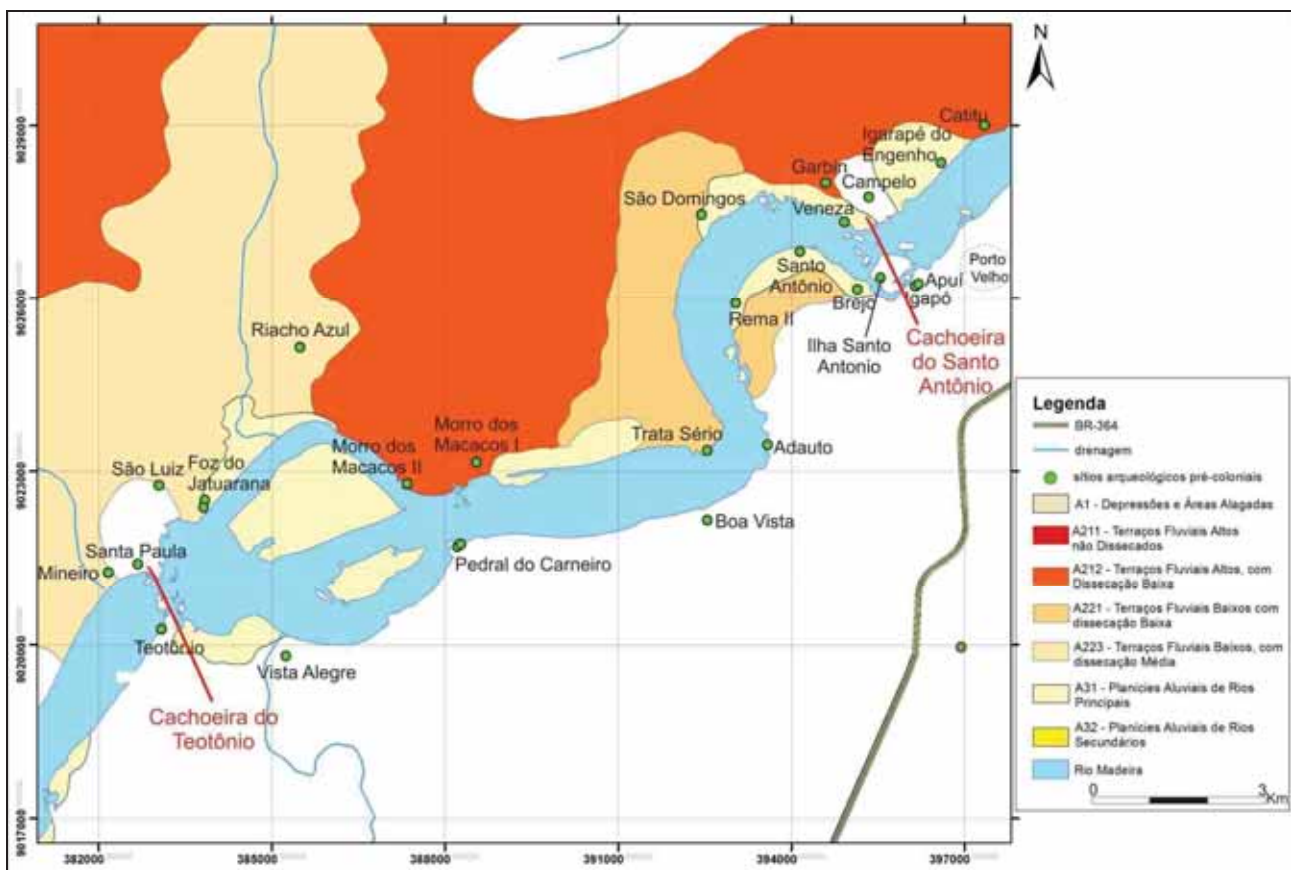


Figura 75. Localização dos sítios entre as cachoeiras do Santo Antônio e do Teotônio. Fonte: Adaptado de CPRM (2005).

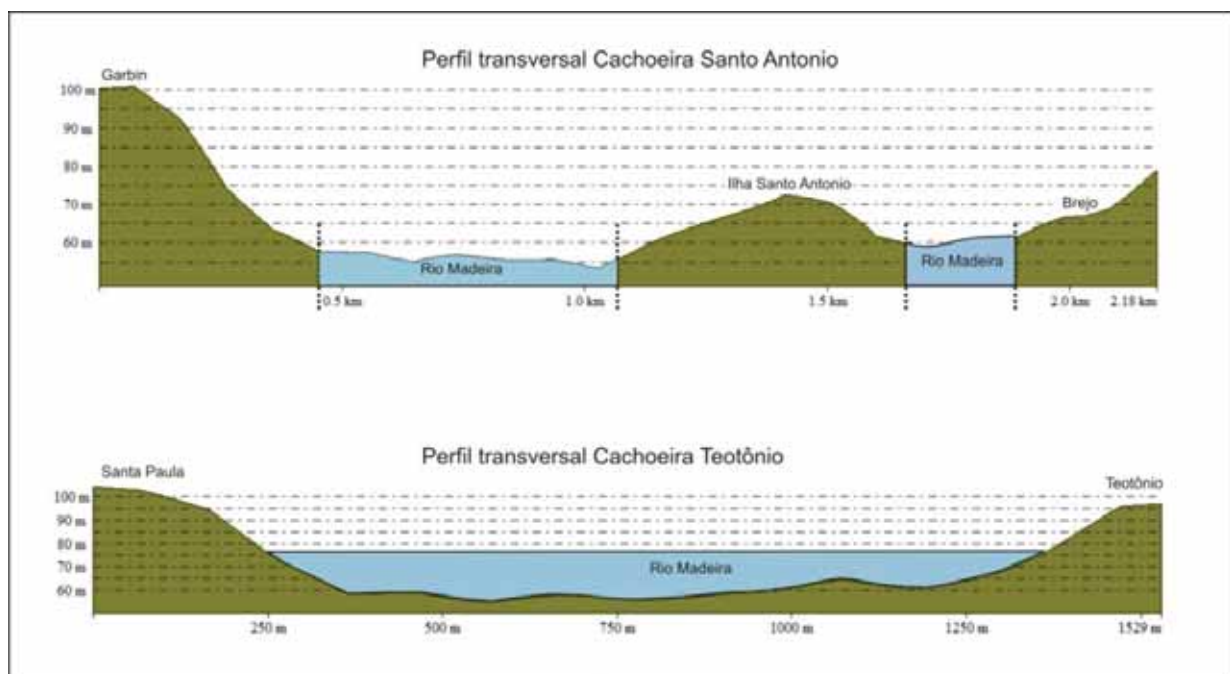


Figura 76. Perfis transversais das Cachoeiras do Santo Antônio e Teotônio.

5.6.1. Estratigrafia dos sítios arqueológicos

A estratigrafia dos sítios arqueológicos nesta região é variada, com materiais arqueológicos (cerâmicas, líticos lascados, polidos) inseridos em camadas sedimentares de argilas-arenosas a areias finas, com colorações que gradam do bruno-amarelado ao preto (terra preta arqueológica). A própria terra preta arqueológica está situada sobre diferentes substratos, sendo eles por vezes o latossolo ou sobre o embasamento granítico. As espessuras das camadas arqueológicas variam ainda intra-sítio com profundidades de 30cm até 4m (Figura 77).

Estratigrafias dos sítios arqueológicos entre as Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio



Figura 77. Estratigrafias dos sítios arqueológicos entre as Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio.

As datas disponíveis até o momento indicam ocupações humanas uni e multicomponenciais, com sítios que apresentaram datações desde 14C 7760 $\pm$ 50 AP (Cal AP 8620 a 8420) como na Ilha Santo Antônio e 14C 7740 $\pm$ 50 AP (Cal 8600 a 8420) no sítio Garbin até sítios com datas bem recentes, como o caso do sítio Catitu datado em 14C 160 $\pm$ 40 AP (Cal AP 290 a 0) (Figura 78). Nota-se que com as datações obtidas até o momento, há uma intensificação das ocupações por volta dos 2000-1000AP, tendo em vista o maior numero de datas obtidas para esse período.

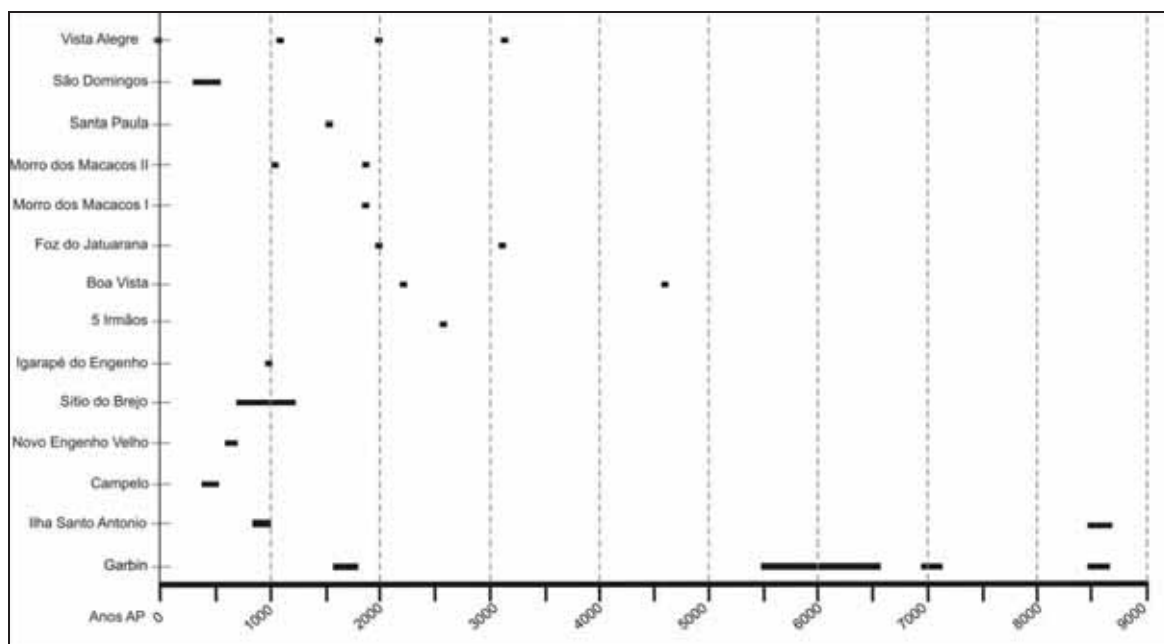


Figura 78. Cronologia dos sítios arqueológicos pesquisados no Projeto de Arqueologia Preventiva da UHE Santo Antônio (dados inéditos fornecidos por Scientia Consultoria Científica). Datações calibradas.

No sítio Ilha Santo Antônio, a data mais antiga está associada a evidências de grupos pré-ceramistas e os estudos ainda não demonstraram as características desta ocupação, se seria estável e duradoura ou uma ou mais ocupações curtas. Para um período mais recente, em torno de 14C 990AP (Figura 79), as evidências arqueológicas apontam para uma ocupação longa no local associada à formação da terra preta. A cultura material deste sítio em particular tem sido alvo de pesquisas de (Zuse, 2011) e (Pessoa, 2010). A base da ocupação humana de maior estabilidade pode ser considerada em cota 61 m.

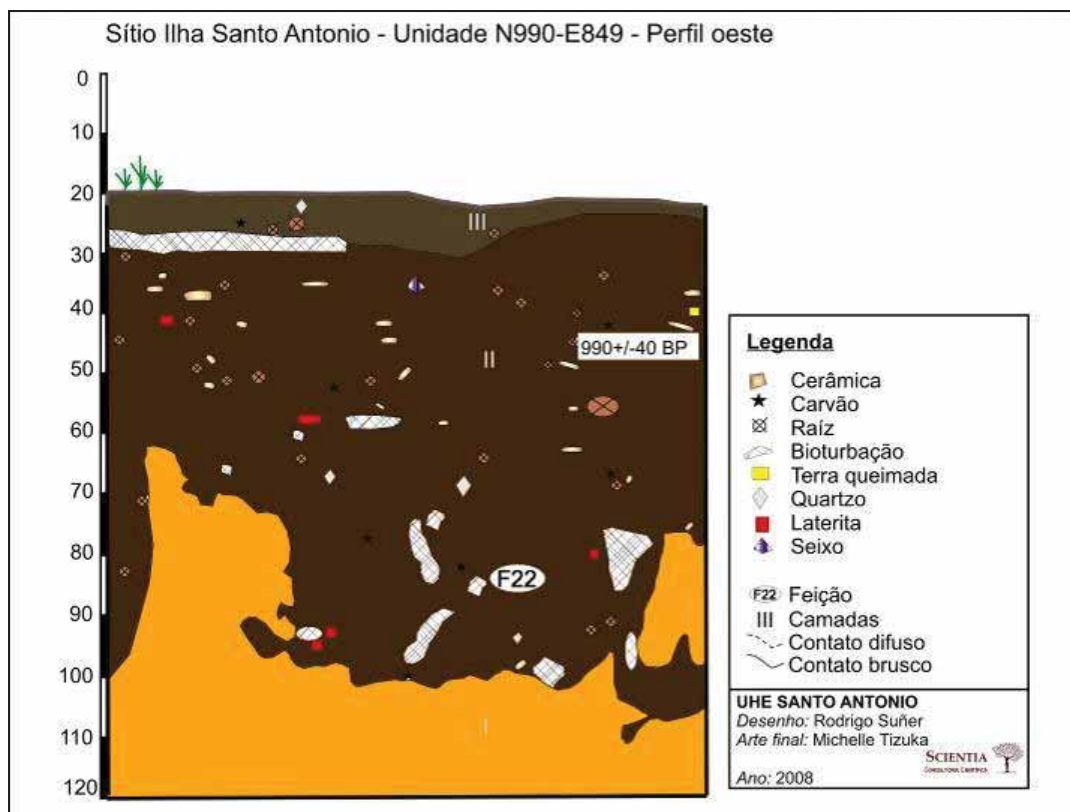


Figura 79. Perfil da unidade datada em 14C 990+/-40AP no sítio Ilha Santo Antonio com a presença da terra preta. Fonte: (Scientia, 2011b).

Na porção sudoeste do sítio (Figura 80), ocorre uma estratigrafia diferente, onde não há mais terra preta e a topografia aplainada está num patamar inferior, mais próximo do rio (unidade de escavação N870 E840). Esta escavação atingiu 90 cm de profundidade, e foi encontrada uma camada arqueológica “enterrada” (Figura 81) por sedimentos aluvionares, quando se levantou a hipótese desta camada arqueológica ter sido enterrada pela ação fluvial mais recente.

Foram identificadas cinco camadas, sendo a camada III a arqueológica com presença de cerâmica e carvão, entre outras camadas praticamente estéreis arqueologicamente (Camadas II e IV). O sedimento apresentou durante toda a escavação textura silte-arenosa (Scientia, 2011b).

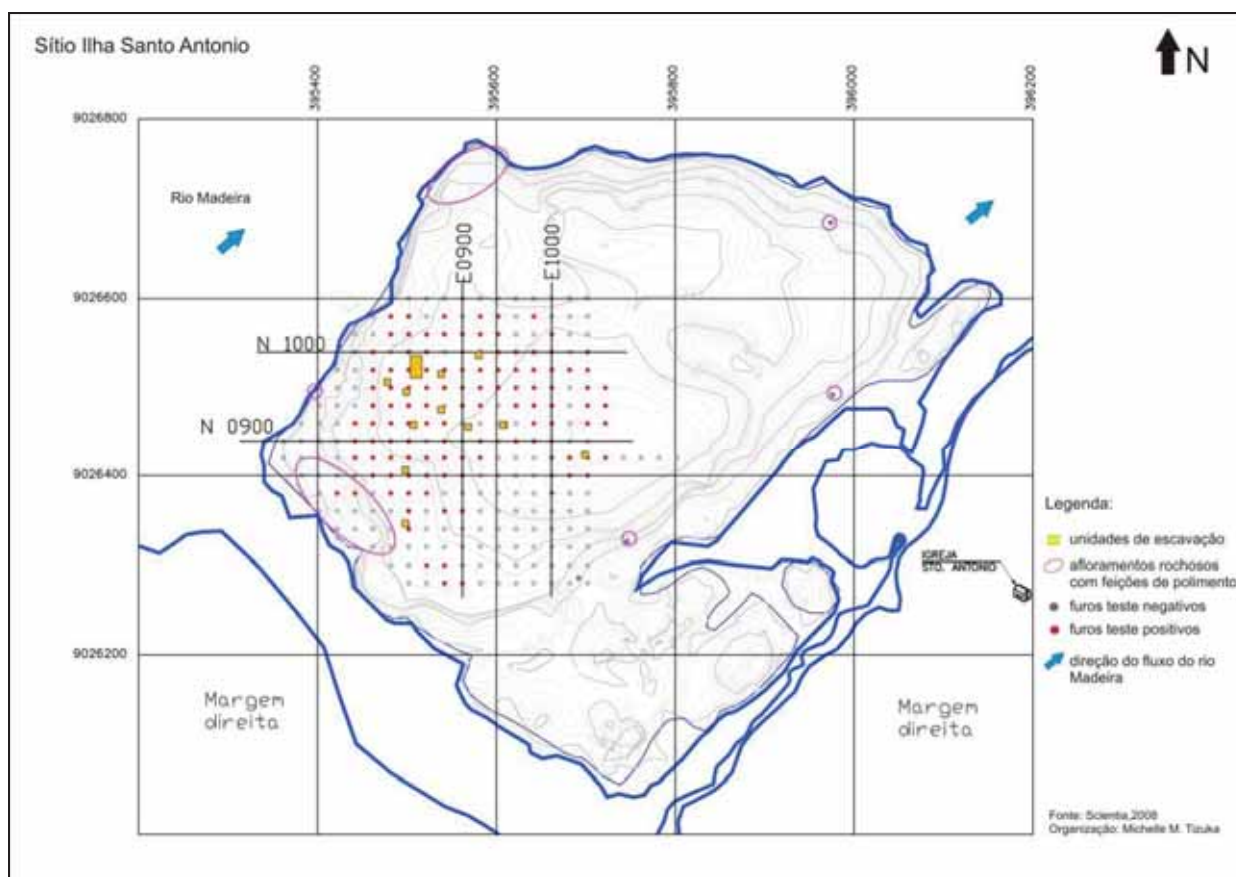


Figura 80. Topografia e localização das unidades de escavação do sítio Ilha Santo Antônio. Fonte: (Scientia, 2011b).



Figura 81. Perfil norte da unidade de escavação N870/E840. Fonte: (Scientia, 2011b).

No caso do Sítio Garbin (cotas acima de 85m - figura 82), a datação mais antiga é dos grupos pré-ceramistas, associado a terra preta arqueológica, porém situado sobre o latossolo acima do cascalho laterítico (Figura 83).

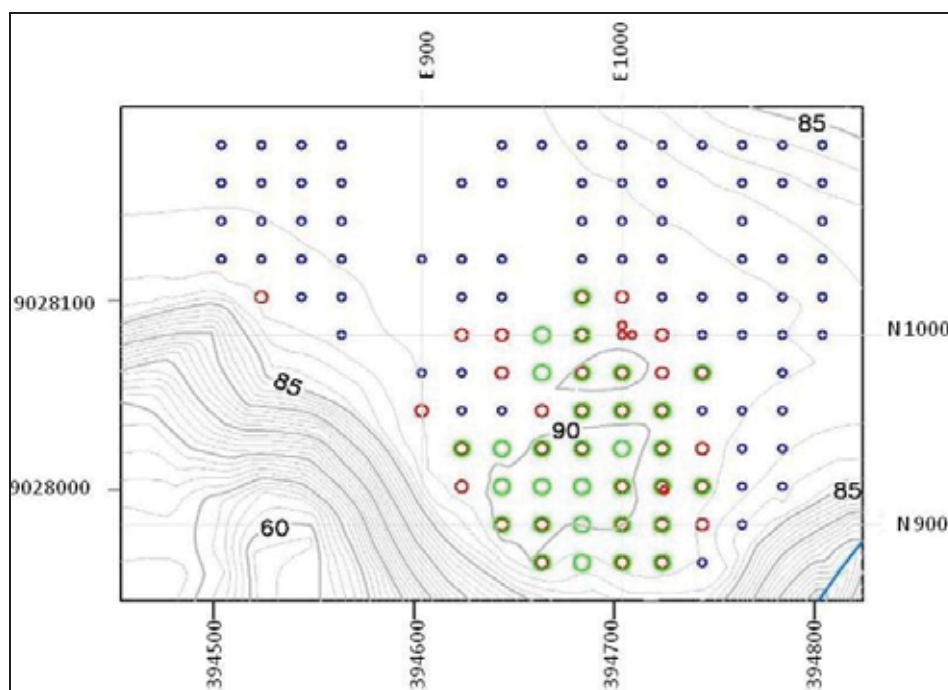


Figura 82. Topografia do Sítio Garbin, em cotas acima de 85m, na margem esquerda, distantes cerca de 100m das margens do rio Madeira. Círculos vermelhos e verdes representam furos-teste positivos para material arqueológico e círculos azuis, furos teste sem material arqueológico.

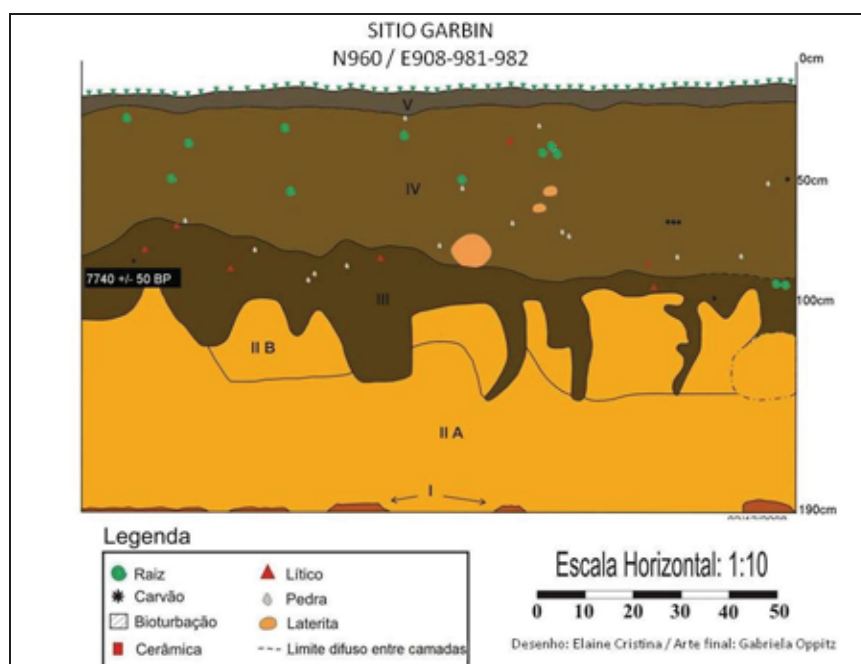


Figura 83. Perfil sul com a datação mais antiga em sedimento arqueológico na terra preta de 7740+/-30AP para a camada III.

Dois sítios serão aqui apresentados com maior ênfase devido as problemáticas identificadas no decorrer da pesquisa, em função da sua estratigrafia e/ou compartimentação topográfica na paisagem, sendo os sítios do Brejo e Vista Alegre.

O Sítio do Brejo está localizado a menos de 50m da margem direita do rio Madeira, em posição estratégica em frente a Ilha de Santo Antônio, na cachoeira de mesmo nome. É um sítio pré-colonial e lito-cerâmico, em cotas que variam de 62 a 64m (10m acima do nível do rio na máxima seca) (Figura 84).

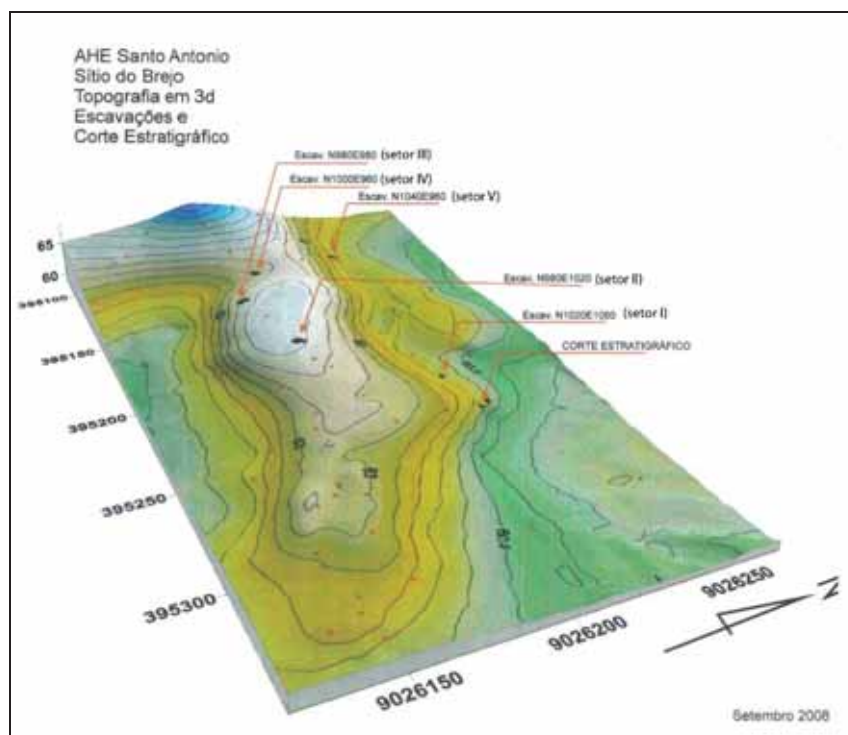


Figura 84. Topografia do Sítio do Brejo com a localização dos setores de escavação.

Este sítio apresenta uma complexidade estratigráfica identificada no Setor I (N1020-E1060), associada à presença de camadas formadas por processos antrópicos (*terra preta*) associadas a camadas originadas por processos naturais (depósito fluvial) com até 6 m de profundidade, sendo um dos sítios desta área que apresenta até o momento, maior quantidade de datações radiocarbônicas disponíveis.

Nos seis setores de escavação (Figura 85) identificou-se um sedimento bruno-escuro a bruno-escuro acinzentado, associado às camadas arqueológicas, sendo que a presença da “terra preta” foi definida em todos estes setores, de forma preliminar, mesmo que em alguns deles não tenha apresentado a coloração típica “dark” 10YR 3/2.

Nos setores localizados nas regiões central e sul (Setores II, III, IV e VI), a estratigrafia apresenta mudanças de textura e coloração a partir da superfície, com quatro camadas de limites difusos entre si, que podem ser diferenciadas pelas seguintes características: uma camada orgânica silte-arenosa (menos de 10cm), uma camada bruno a bruno escuro silte-arenoso a silte-argiloso arqueológica (de 20-40cm), seguida por camada bruno escuro acinzentado silte-argiloso (40-60cm), até atingir os níveis arqueologicamente estéreis, mosqueados, silte-argilosos a argilosos, compactos, que variam de 60cm (Setor II – sendo este localizado na parte mais alta do sítio, na cota 64m e está muito impactado devido à proximidade da casa do antigo morador do local e pode ter tido sua superfície erodida) a 290cm (Setor VI). O setor I apresentou perfis diferenciados dos demais setores de escavação, com profundidade final da escavação arqueológico segundo os métodos tradicionais em 4,40m com treze camadas identificadas e distintas quanto a textura, composição e processos de formação (Figura 86).



Figura 85. Estratigrafias dos setores de escavação (Setor II a VI).



Figura 86. Setor I após escavações com auxílio de máquinas, evidenciando nova camada argilosa com matéria orgânica (representadas na Figura pelas letras E e F) em 560cm.

Como apresentado na Figura 85C, evidencia-se neste setor, um paleossolo e paleotopografia diferentes do que se observa na paisagem atual, sendo na época da ocupação humana, um barranco íngreme com aproximadamente 45° (Figura 87) argiloso.

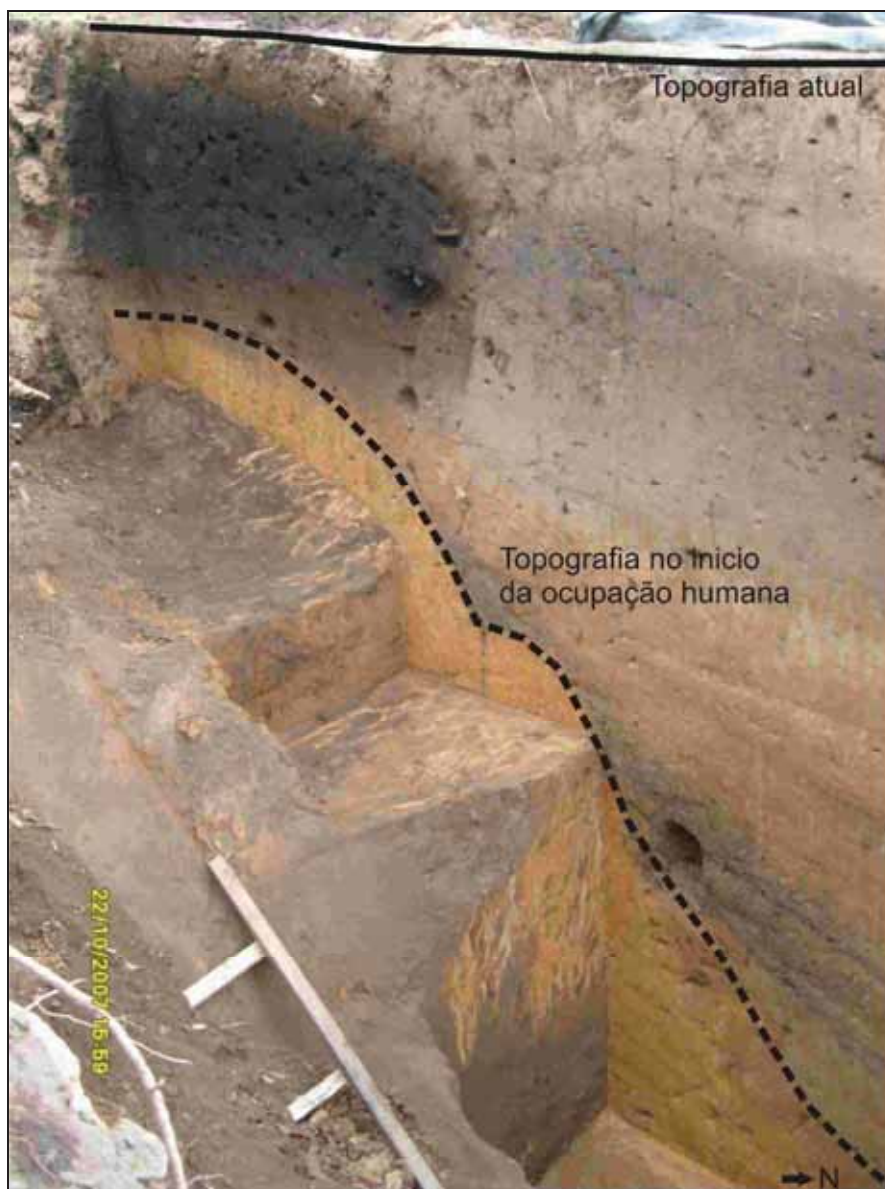


Figura 87. Desnível de aproximadamente 45 graus evidenciando uma paleotopografia diferenciada da atual no Setor I do Sítio do Brejo com base nos dados arqueológicos da camada com terra preta.

Foram medidos 7 m de sedimento depositados em 400 anos de ocupação humana perfazendo uma taxa de deposição de sedimentos de 17,5 mm/ano ao redor de 1300 anos antes do presente (Figura 88). Essa taxa pode ser considerada bastante alta (deposição rápida) em relação ao tempo de ocupação humana no local.

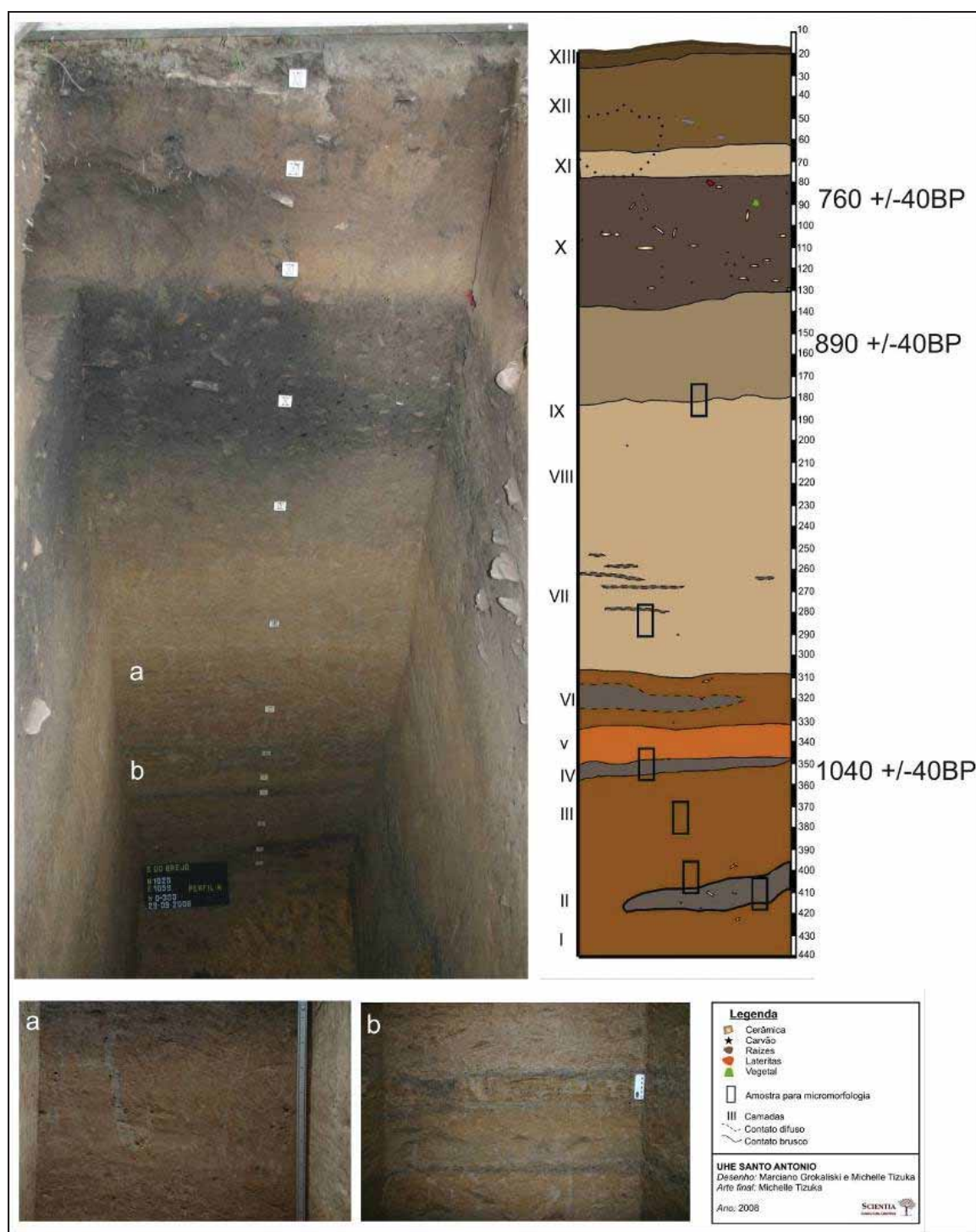


Figura 88. Setor I de escavação – 3m de escavação por níveis artificiais de 10cm datado em 1040+/-40AP.

Os resultados obtidos até o momento da análise da variabilidade cerâmica deste sítio (Setores I, III e V) demonstram uma homogeneidade nas técnicas utilizadas na confecção, formas e acabamentos de superfície das vasilhas cerâmicas, o que indica que o

local foi ocupado pelo mesmo grupo durante esse período, que manteve grande estabilidade tecnológica (ZUSE, 2012, informação pessoal)¹².

O grupo que habitou o local, assim como a sua tecnologia ceramista permanece ainda em estudo, mas todas as camadas arqueológicas profundas, (camadas II, IV e VI) são depósitos arqueológicos formados no mesmo período, por um mesmo grupo, mas que teve seu registro intercalado com eventos de cheias do rio Madeira e assim, com novas deposições que avançavam cada vez mais em direção ao rio (para norte). Dessa forma, provavelmente as formações da terra preta foram se estendendo para norte concomitantemente à formação do dique marginal que se assemelha ao que é hoje encontrado (Figura 89).

Pesquisas futuras de análises químicas da terra preta e granulometria dos depósitos auxiliarão no entendimento do processo de formação deste sítio em particular, que é de extrema relevância para os estudos paleoambientais desta região.

¹² Conforme conversa com a pesquisadora Silvana Zuse, em outubro de 2012.

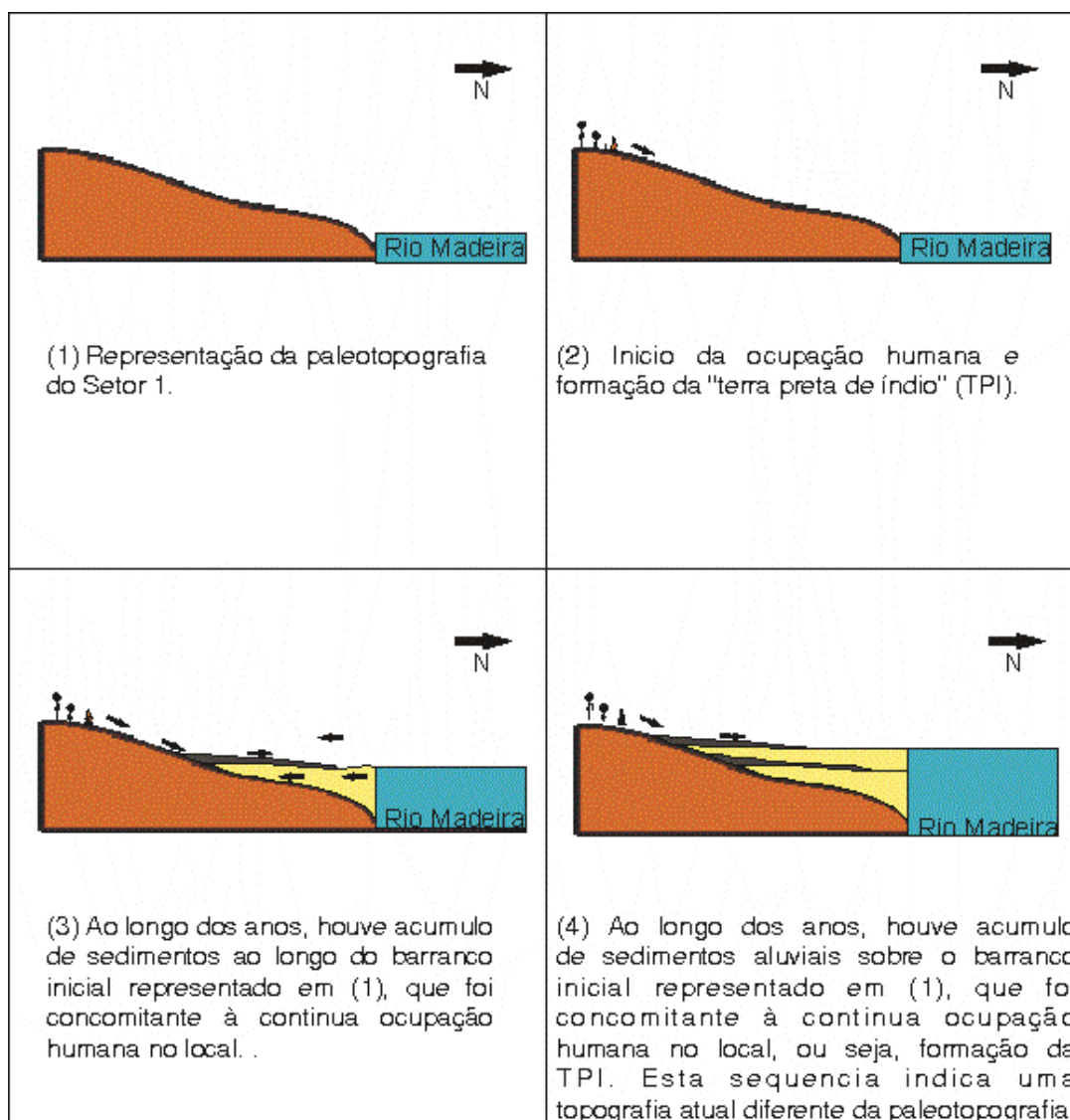


Figura 89. Modelo preliminar proposto para ocupação no Sítio do Brejo (setor I), com a formação da terra preta arqueológica concomitante a períodos de deposição do rio Madeira por volta de 1000 anos antes do presente.

Outro sítio que apresenta contextos interessantes é o sítio Vista Alegre, localizado em uma vertente do Igarapé Teotônio na margem direita do rio Madeira, a jusante da cachoeira do Teotônio. Pode ser considerado um sítio multicomponential, de longa duração, com material arqueológico tanto pré-colonial (presença de materiais arqueológicos cerâmicos e líticos e estruturas de combustão) quanto histórico (presença de vidros, louças e estruturas de combustão) representada por algumas estruturas de fornos, que indicaram as datas mais recentes de $14C\ 110 \pm 30\ AP$ e $14C\ 120 \pm 30\ AP$. Neste sítio não é verificada a presença da terra preta arqueológica, sendo o material arqueológico identificado em substrato areno-siltoso ou areno-argiloso.

As pesquisas realizadas neste sítio evidenciaram sua distribuição em três setores, delimitados pelas declividades do relevo (observado em campo em cotas que variam de 62m a 80m) (Figura 90) ou pelo próprio rio Madeira e pelo Igarapé Teotônio. Uma vala separa os setores I e II, ambos delimitados a sudoeste pelos barrancos adjacentes às áreas de várzea do rio Madeira. Já o setor III é separado do II pelo Igarapé Teotônio. Verifica-se em todos os setores que as camadas arqueológicas estão dispostas sobre sedimentos predominantemente de textura areno-argilosa, coloração bruno-claro e de média compactação (Scientia, 2011b).

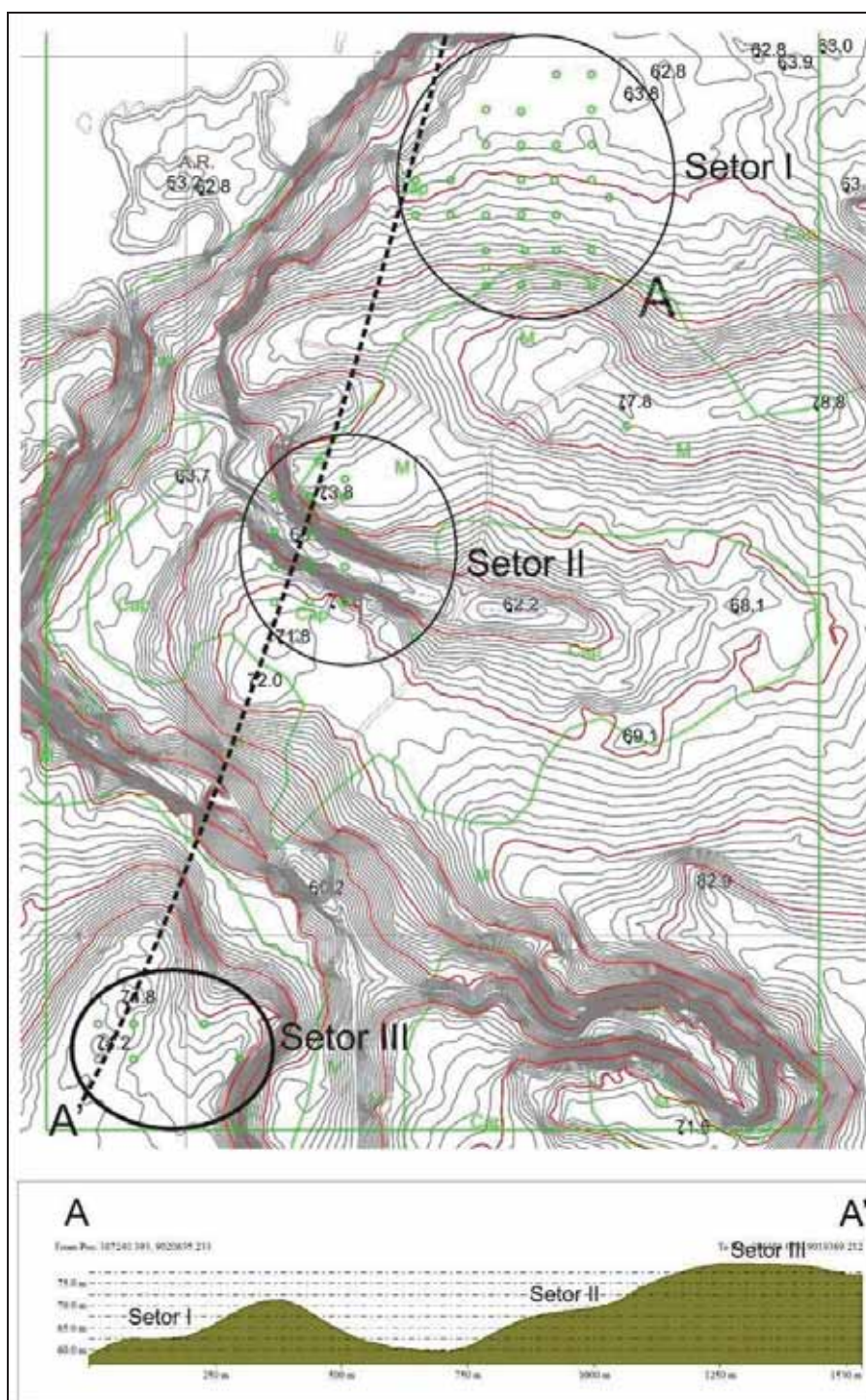


Figura 90. Sítio Arqueológico Vista Alegre (Setores I, II e III).

Conforme o Sr. Antônio, morador local, existia uma casa na porção oeste do setor, há cerca de 50 m da barranca do rio Madeira (aproximadamente nas coordenadas 387170 / 9020450), indicando o processo atual de erosão da margem direita do rio Madeira e que leva à hipótese do sítio arqueológico ter já sofrido uma erosão acentuada (Figuras 91 e 92).



Figura 91. Setor I do Sítio Vista Alegre com escavações em áreas de erosão fluvial.



Figura 92. Erosão fluvial atual na margem direita do rio Madeira, a jusante da Cachoeira do Teotônio, atingindo o sítio arqueológico Vista Alegre.

Para esta pesquisa, os estudos se concentraram no Setor I, que em termos geomorfológicos, insere-se em unidade denudacional caracterizada pelas unidades de superfície de aplainamento, mas que ao se observar a estratigrafia do sítio, percebe-se que o sítio insere-se em sedimentos aluviais, caracterizados por areias finas, que tem sofrido processo erosivo mais atuante que o de deposição atualmente. Ao longo do barranco com desnível acentuado ($\sim 45^\circ$) foram identificados diversos fragmentos cerâmicos que poderia

ter sido erodidos, porém a presença de três estruturas arqueológicas in situ, inicialmente identificadas em campo como estruturas de combustão do período pré-colonial demonstra que nem todo o material estaria fora de contexto. Desta forma, optou-se por realizarem-se escavações em níveis artificiais que não acompanharam o desnível natural presente, de modo a se observar na estratigrafia a presença/ausência de evidências de transporte de material. Uma das estruturas é caracterizada por argila queimada, grande quantidade de carvão, blocos lateríticos associados e apresentou material arqueológico até a profundidade de 67.7m. Foram definidas 3 camadas no perfil (Figura 93) (descrições das camadas no **ANEXO F**) com duas datações por 14C para a Camada C. A base das escavações foi datada em 14C 3140 $\pm$ 40 AP e um carvão próximo a estrutura de combustão (Figura 94) apresentou datação de 14C 1240 $\pm$ 30 AP, ou seja, a ocupação neste setor seria posterior a 14C 3140 $\pm$ 40 AP e a cerca de 14C 1240 $\pm$ 30 AP (Zuse, 2011).

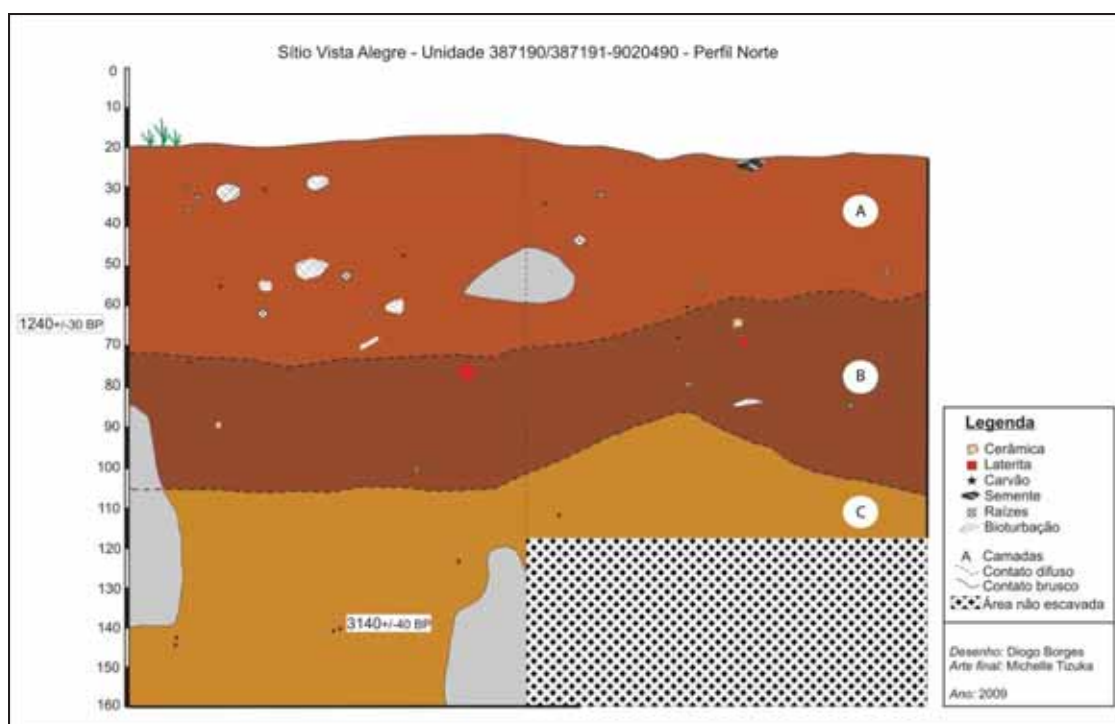


Figura 93. Perfil da escavação no Setor I – Unidade 387190/387191-9020490 com datações 14C entre 1240+/-40AP e 3140 +/-40AP. Fonte: Scientia (2009).

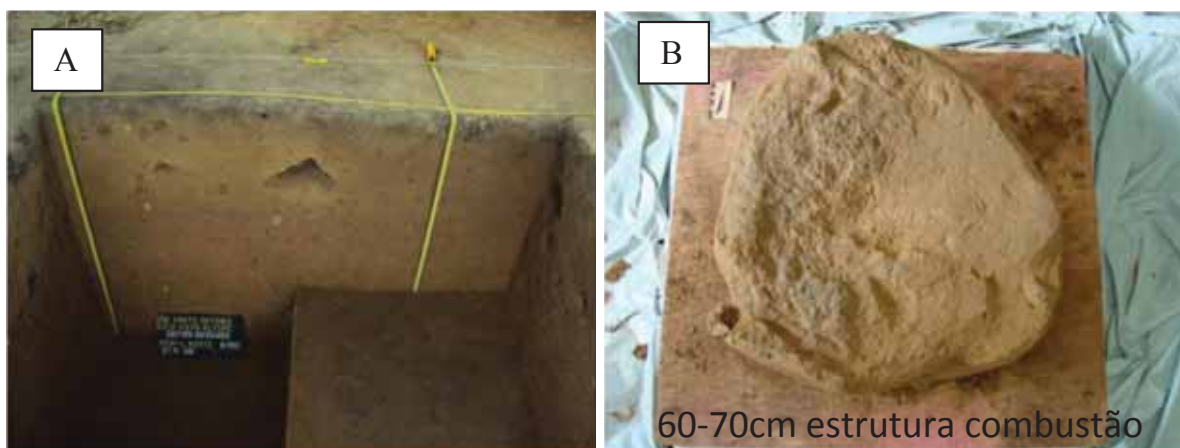


Figura 94.(A) Perfil observado nas escavações da unidade datada com até 160cm de profundidade e (B) Estrutura de combustão retirada do nível 60-70cm.

No Setor III, a escavação de quatro unidades contíguas (coordenada de referência 387030-9019950) evidenciou outra estrutura de combustão no nível 60-70 cm, caracterizada pela presença de carvão e sementes carbonizadas (Figura 95). Essas unidades localizam-se em um setor mais alto do sítio, inserido na unidade denudacional, sendo caracterizada pelas cotas acima de 70m em uma superfície de aplainamento com uma formação de solo resultante de um perfil de intemperismo. Foi obtida uma datação para a estrutura de combustão de $14C\ 2080 \pm 30\ AP\ (40-50\ cm)$ (Camada B). Além desta, foi também obtida uma datação de $14C\ 8740 \pm 50\ AP\ (70-80\ cm)$ (Figura 96) para a camada “D”, arqueologicamente estéril e argilosa, sobre a qual estava assentada a camada arqueológica nas camadas A, B e C (40-60cm), todas de textura areno-siltosa, com coloração 10 YR 4/3 e 10 YR 5/3. Esta data está em estudo, e em termos de cronologia de ocupação ceramista da região, é bastante recuada. Não havia um longo acúmulo de sedimentos até o início da ocupação no local de acordo com a estratigrafia observada. Esta datação antiga pode ser atribuída à formação deste solo ou em uma evidência de queimada, entretanto, ainda é um dado isolado que merece futuros estudos aliados a uma análise palinológica e/ou datação da fração húmica do próprio sedimento.

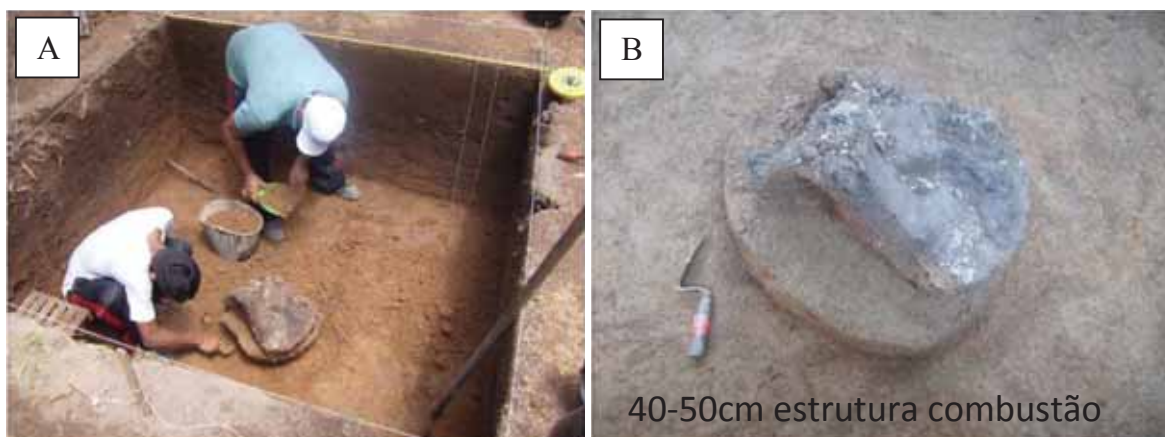


Figura 95. (A) Escavação da unidade 387029/9019951 e (B) estrutura do Setor III retirada do nível 40-50cm.

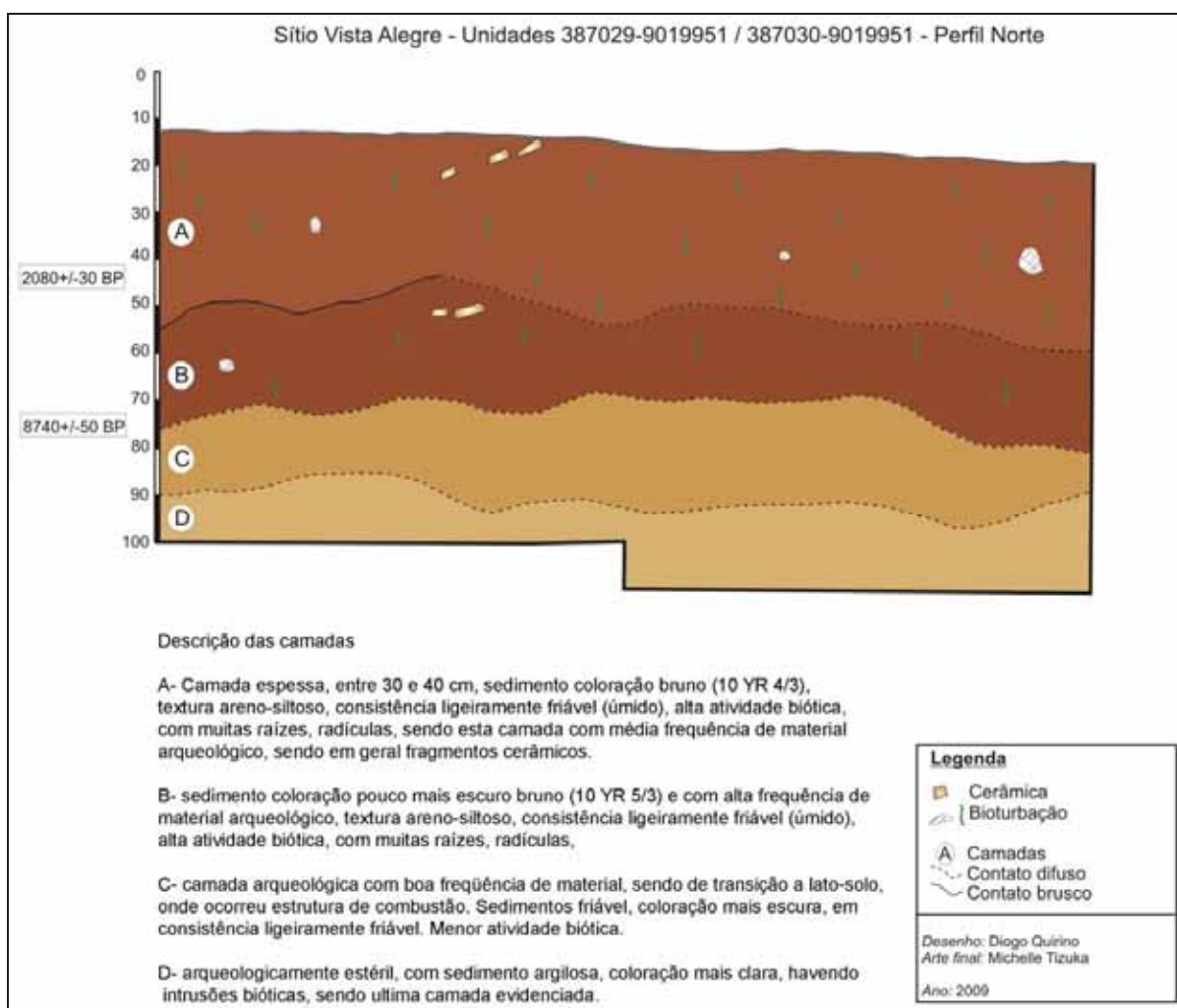


Figura 96. Perfil datado do Setor III do Sítio Vista Alegre, com data 14C 2080+/-30AP para a ocupação humana e data mais antiga 14C 8740+/- 40AP para o latossolo.

Outra questão acerca dos sítios arqueológicos nas margens de grandes rios, envolve os sítios erodidos. São ao menos quatro sítios pré-coloniais que se tem conhecimento

através de pesquisas anteriores, que não foram mais localizados durante os trabalhos de campo.

Um sítio na margem direita da Cachoeira do Macacos, do outro lado do rio do sítio Morro dos Macacos I apresenta um relato histórico interessante de ter sido erodido há 30 anos. É o sítio Pedral do Carneiro (RO-JP-25), cujo registro de identificação o classifica como um sítio pré-colonial, que apresenta registros de erosão não apenas do sítio, mas de escolas e casas da Vila próximas do rio em meados da década de 80, com aproximadamente 30 m da margem sendo “levada pelo rio”, como afirmam até hoje ribeirinhos que continuam no local. O sítio Santo Antônio (RO-PV-01) é outro sítio pré-colonial que não apresenta registro documental a não ser pela sua coordenada e breve descrição. Este sítio, antes descrito como ocupado por praça com igreja e residências e pelo cemitério municipal e presença de terra preta, grande extensão e densidade, porém pouca profundidade devido aos impactos urbanos sofridos, foi investigado e não foi localizado, assim como o sítio Trata Sério, identificado durante o EIA/RIMA em 2005. Além destes, havia o sítio REMAII (margem direita) impactado por atividade mineradora de extração de brita.

CAPÍTULO 6 – AS CONDIÇÕES HIDRO-GEOMORFOLÓGICAS DO ALTO RIO MADEIRA E GRUPOS PRÉ-COLONIAIS DURANTE O HOLOCENO

Através da integração e comparação dos dados com as variáveis atuais de transporte de sedimentos e hidrologia do sistema, percebe-se que existem anomalias ao longo do perfil longitudinal do rio Madeira decorrentes principalmente dos afloramentos rochosos existentes ao longo da calha do rio que sejam eles crostas lateríticas ou embasamento granítico, ocasionam um trecho encachoeirado entre a foz do rio Abunã até Porto Velho.

O rio Madeira, no trecho entre Guajará-Mirim e a foz do rio Jacy-Paraná, drena terrenos de constituição na sua maior parte pleistocênicos, enquanto abaixo do Jacy-Paraná, drena terrenos quase que na sua totalidade compostos por sedimentos holocênicos. Os sedimentos de fundo de canal analisados indicam diferenças granulométricas contrastantes, indicando alterações do regime de fluxo. A análise das geoformas aponta para migrações laterais com erosões preferenciais da margem esquerda. Esses dados corroboram os dados apresentados em Latrubesse (2003) que indicam ser o regime

paleohidrologico morfogeneticamente mais ativos, movimentando mais sedimentos grossos do que hoje e agradacionando o sistema fluvial, indicando maior variabilidade de descarga e energia de inundações que no presente.

De acordo com as datas obtidas até o momento, infere-se que as planícies aluviais são formadas na transição do Pleistoceno ao Holoceno Médio conforme elucidados nos perfis e datações dos pontos MADEIRA 53 (margem esquerda) e MADEIRA 49 (margem direita). A geoforma observada na margem direita a montante da cachoeira de Morrinhos, próxima ao ponto MADEIRA 49, permite inferir que as camadas sedimentares presentes nesse afloramento são correlacionáveis aos que Adamy e Romanini (1990) atribuem à Formação Jaci-Paraná, de provável idade holocênica que estaria acima da Formação Rio Madeira, de idade Pleistocênica. As breves descrições petrográficas realizadas nos conglomerados semi-consolidados ferruginizados demonstram similaridades composicionais entre os conglomerados e assemelham-se aos descritos por Costa (1991) que define quatro tipos distintos de ocorrência para esta região. Entretanto, a ocorrência desses conglomerados fossilíferos e ferruginizados, bem como sua formação e evolução foi pouco estudada até o momento, e os dados aqui apresentados poderão servir de base e incentivo a futuros estudos paleoambientais.

Os depósitos sedimentares são ainda pouco entendidos em toda a extensão do rio Madeira, devido à pouca quantidade de estudos paleoclimáticos realizados até o momento e à complexa dinâmica sedimentar fluvial.

Atividades garimpeiras de ouro nas localidades de Taquara, Araras e Prainha já evidenciara em estudos pretéritos, um rico registro paleontológico associado ao que até então é definido como Formação Rio Madeira, assim como o novo registro em Mutum Paraná. A partir de 60.000AP algumas mudanças paleoclimáticas foram registradas para diversas partes do Brasil, sendo caracterizada por um período mais seco de acordo com os dados proveniente de pesquisas em uma lagoa da Serra Sul de Carajás (PA) (ABSY *et al.*, 1991; SIFEDDINE *et al.*, 1994 apud SUGUIO, 2010), seguido de um período mais úmido iniciado entre 60000 e 55000 anos AP. Na Amazônia, este período mais úmido de desenvolvimento de florestas pluviais parece ter sido interrompido por uma fase mais seca, entre 50.000 e 40.000 anos AP, evento que poderia estar representado por depósitos coluviais datados em Serra Negra (MG) e em São Paulo (SP) e agora evidenciado no Garimpo Mutum.

Na pesquisa do mesmo garimpo, foi coletada uma amostra das areias para datação por LOE, porém, assim como as demais amostras coletadas dos terraços fluviais, não foi possível datá-las, resultando em sinal saturado. Aos terraços fluviais representados pela Formação rio Madeira (RIZZOTTO *et al.*, 2006), não se confirma ainda a idade máxima de deposição em 27.310 +/-200AP.

Surge a necessidade, portanto, de se levantar hipóteses para entender o resultado dos sinais saturados das datações e intensidades LOE adquiridas nesta pesquisa. As intensidades LOE crescem normalmente com a dose de laboratório, sendo estimuladas com infravermelho, para baixas doses elas apresentam linearidade e para altas doses o típico comportamento exponencial com saturação, curva de regeneração normais. Contudo, as intensidades das amostras naturais são muito altas, então as amostras não puderam ser datadas, pois a curva de regeneração não pode ser interceptada com a intensidade LOE natural.

Conforme Sallun *et al.* (2007), a composição química e mineralógica e a origem dos sedimentos podem interferir na confiabilidade dos resultados obtidos. A presença de minerais, nas formas de inclusões ou nas superfícies de grãos analisados por luminescência, pode afetar a idade obtida (DE CORTE *et al.*, 2006). A presença de minerais acessórios (óxidos de ferro, titânio e zircônio), bem como de inclusões em grãos de quartzo, principalmente com concentração de U e Th, pode fornecer idades superestimadas. Os resultados de dose anual das amostras não apresentam, entretanto, altos teores de U e Th (menores que 0,01 ppm). Outro fator a ser considerado é o do transporte subaquoso, pois o efeito da luz incidente é praticamente neutralizado no primeiro metro de lâmina d'água (OLIVER, 1990), ou seja, os grãos de quartzo poderiam ter sido depositados de forma muito rápida, ou embaixo de uma camada de lama, de tal forma que não tomaram luz suficiente para zerar o sinal de LOE.

Outra hipótese seria a do processo de lateritização na área fonte deste material, formando uma “capa” sobre o grão de quartzo, que seria transportado e depositado com ela. Grãos minerais naturais podem exibir películas superficiais de óxidos e hidróxidos de ferro ou manganês e argilominerais, que podem obliterar parcialmente a passagem de luz solar (MURRAY E OLLEY, 2002).

A saturação dessas amostras poderiam também estar relacionadas a composição mineralógica das amostras. De acordo com as difrações de raio-x, verifica-se na maior parte das amostras, ocorrem minerais do grupo das caulinitas, como por exemplo, na

amostra GM1B do Garimpo Mutum. A densidade do grupo das caulinitas varia de 2,60 a 2,63g/cm³, sendo semelhante a do quartzo, que varia de 2,60 a 2,65g/cm³. Em algumas deles ainda ocorre a presença da albita que também eleva o sinal de LOE da amostra natural, ou seja, mesmo com a separação de densidade por politungstato de sódio, não haveriam quartzo puro a serem datados.

Além disso, o durante a evolução de um perfil de alteração por intemperismo, o surgimento de poros e o seu preenchimento por argilominerais pode causar mudanças na concentração de elementos radioativos (JEONG *et al.*, 2007). O intemperismo é também capaz de produzir defeitos em cristais de quartzo e a idade determinada poderia corresponder a do último intemperismo intenso, sem posterior exposição à luz solar (AITKEN, 1985). No caso, este intemperismo seria muito mais antigo que os limites de detecção do método. Nada impede, entretanto, que esse saturamento de sinal tenha ocorrido devido a somatória de todos os fatos citados acima, uma vez que na amostra do Garimpo Mutum, as areias não estavam oxidadas.

Outros estudos baseados em datações relativas de materiais de diferentes localidades do Brasil (SALLUN *et al.*, 2007) indicam que nem todas as amostras puderam ser datadas.

Deste modo, apenas uma cronologia relativa entre as unidades foi trabalhada nesta pesquisa, com a inferência de dois terraços fluviais em momentos distintos de formação, conforme modelo esquemático apresentado na Figura 70, principalmente na margem esquerda do rio Madeira, sendo a margem direita caracterizada na sua maior parte por unidades denudacionais.

A presença de falhamentos ao longo do canal indicam ainda que a dinâmica fluvial do rio Madeira estaria relacionada principalmente a condicionantes estruturais sendo que a mudança de regime e carga transportada poderia ser ainda relacionada a mudanças também climáticas ocorridas na transição Pleistoceno-Holoceno. Análises palinológicas futuras destes perfis poderão auxiliar na interpretação dessa evolução fluvial.

Conforme indicam os dados arqueológicos, ocorrem muitos sítios arqueológicos nesta região, portanto as ocupações humanas pretéritas na região entre as Cachoeiras do Santo Antônio e Teotônio foram intensas, em diversos compartimentos topográficos e substratos, com locais de extensos períodos de permanência, como no Sítio Garbin. Diferentes grupos podem ter habitado o local do sítio e alterado a configuração da paisagem até os dias atuais, porque além das ocupações pré-coloniais ocorreram os ciclos

na história de ocupação da região, como o dos seringais e dos garimpos, que possivelmente modificaram bastante a paisagem, em especial as margens do rio. Com a construção da Estrada de Ferro Madeira Mamoré (EFMM), foram feitos aterros e diques em locais a menos de 50m da margem direita do rio Madeira, ocasionando em aumento de processos erosivos, o que certamente ocasionou perdas de sítios arqueológicos nas áreas de várzeas.

Sobre a paisagem atual, percebe-se que a cobertura vegetal apresenta características secundárias, mas que a estratigrafia dos sítios arqueológicos ainda é bem preservada mesmo com bioturbações existentes ao longo de alguns perfis observados. A maioria dos sítios apresenta uma paisagem mista, com áreas já impactadas pela ação antrópica recente de cultivo (coqueiros, bananeiras, cajuzeiro, laranjeira), com alteração da superfície, evidências de queimadas recentes, etc. (com nos sítios do Brejo, Ilha Santo Antônio, Veneza, Vista Alegre), por pastagens (como no sítio Boa Vista). Infelizmente são raros ainda vestígios arqueobotânicos e estudos polínicos para a região para se inferir uma paisagem pretérita e modificações paleoclimáticas ao longo do Holoceno.

Com relação às áreas de cachoeiras, existe uma forte relação com proximidades desses cursos de água que pode ser atribuído à disponibilidade de recursos. Na região como um todo, existe ampla disponibilidade de matéria prima para artefatos líticos e blocos para afiadores, além de acúmulo de seixos (evidências de lascamentos) e blocos de laterita (polidas). Acredita-se que a abundância de recursos sempre foi disponível nesta região, o que permitiu longos assentamentos populacionais pretéritos. Percebe-se que em todas as ilhas, próximas ou distantes das cachoeiras/corredeiras, ocorrem afloramentos rochosos em seu entorno, e suportam sítios pré-coloniais de longa duração, sendo que em alguns deles ocorre inclusive a formação da terra preta (TP), como no caso do sítio Ilha Santo Antônio.

No entorno da cachoeira de Santo Antônio, observamos que os sítios Catitu e Campelo, situados em terraços altos não dissecados (A211) na margem esquerda do rio Madeira, indicam que não somente os sítios mais antigos ocuparam essas porções mais altas, como é o caso do Sítio Garbin (7700AP) mas sítios recentes também. Ao mesmo tempo, não se afirma que as ocupações antigas também estavam apenas nos locais mais altos, uma vez que a Ilha Santo Antonio apresentou datações também antigas (7700AP), ou seja, mesmo com uma análise físico-paisagística para que um quadro teórico possa ser formulado através de um modelo preditivo não é previsível nesta região, sendo toda a margem do rio caracterizada como de alta sensibilidade arqueológica, com padrões de

assentamento principalmente no entorno das áreas de cachoeiras, porém não exclusivos. A construção de determinados modelos deveria levar em consideração a evolução geomorfológica-fluvial do próprio rio como um dos fatores principais nestes casos. Um exemplo a ser citado, é de que no caso da prospecção de sítios mais antigos (paleoíndios), não seriam identificáveis na margem direita destas cachoeiras por ser a planície formada ainda recentemente. No caso da margem esquerda, deveriam ser procurados ou sobre as superfícies de aplainamento ou sobre os terraços mais antigos, ou seja, mais distantes do rio.

Trabalhos envolvendo o processamento de modelos digitais de elevação (MDE) derivados de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) poderiam ser utilizados na análise básica multitemporal da dinâmica das margens (TEIXEIRA E MAIA, 2009). Entretanto, para se aferir a extensão do local das margens na época de ocupação do sítio arqueológico (atualmente em erosão), seria necessário investir nos estudos dos processos de erosão, principalmente em função das diferentes escalas de trabalho, sendo a área dos sítios arqueológicos quase imperceptíveis quando se trabalha com imagens de satélite como no exemplo do sítio do Brejo da Figura 97.

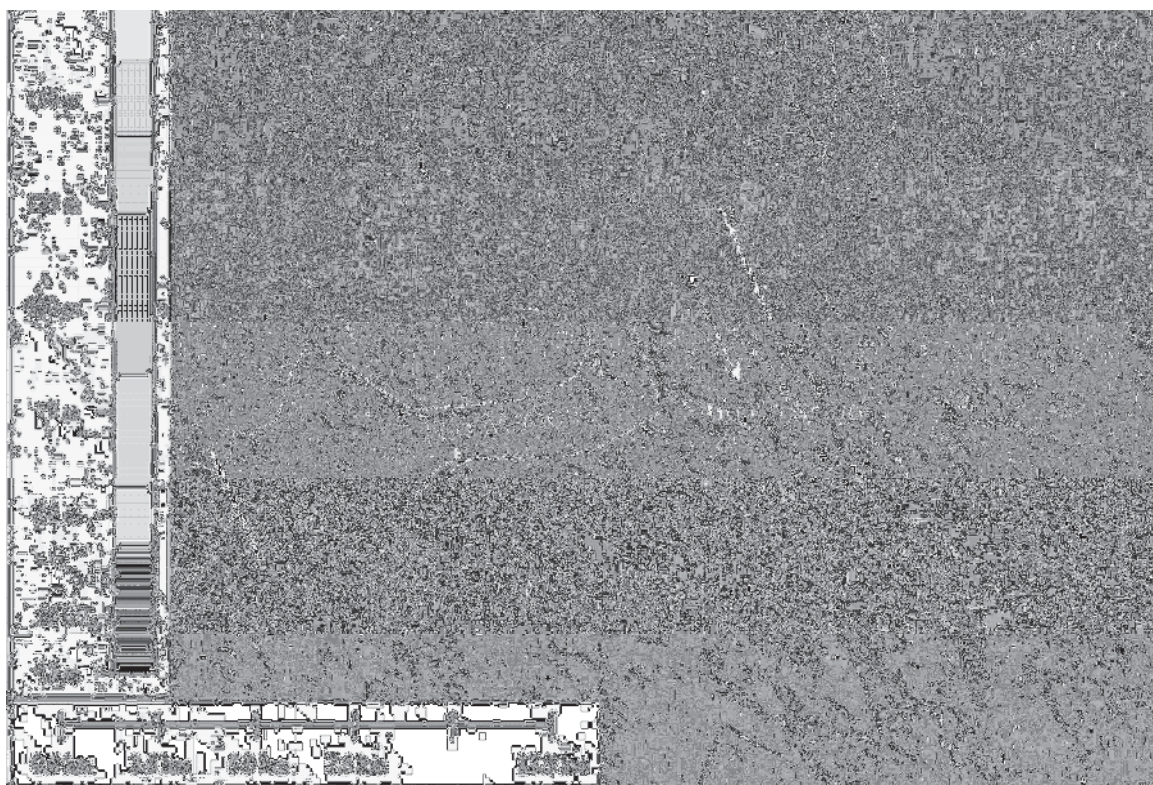


Figura 97. Localização do sítio arqueológico do Brejo, margem direita, rio Madeira. Fonte: Base de dados TOPODATA, INPE. Elaboração: Michelle M. Tizuka.

Segundo Hooke (1979), a evolução do processo de erosão marginal é uma combinação de processos complexos, porém rápidos, o que acentua a importância do estudo na interpretação da mudança da paisagem. Estes estudos podem ser válidos no entendimento principalmente dos sítios erodidos, cujos casos dos sítios Pedral do Carneiro, Santo Antônio e Trata Sério, permitem inferir que diversos outros sítios não registrados podem ter sido erodidos, criando-se um viés amostral sobre a presença de sítios nas margens de grandes rios. Com base nos dados das pesquisas arqueológicas, verifica-se que a maior parte dos sítios nas proximidades de cachoeiras são sítios extensos e de habitação, mas com cronologias que variam de 2000 AP até presente (são raros os sítios com cronologia mais antiga, sendo o Garbin e a Ilha Santo Antônio nesta área). Esse tipo de registro de erosão de sítios poderia ser detalhado com a inclusão dos sítios históricos, entretanto, para o tempo disponível no âmbito do mestrado, não é viável este estudo por haver até o momento informações escassas sobre o processo de formação dos sítios arqueológicos.

Da cachoeira do Santo Antônio até a cachoeira do Teotônio, não são verificadas alterações profundas ao longo do perfil longitudinal, sendo caracterizado por terrenos quase na sua totalidade holocênicos. O desnível do rio Madeira neste trecho é baixo, com menos de 1m.

A proposta de se elaborar modelos que abranjam toda a área de estudo torna-se inviável no momento, na medida em que os dados arqueológicos ainda são incipientes. Os trabalhos como de Zuse (2011) e Almeida (2010) auxiliarão nas discussões acerca da cronologia das ocupações da região do Alto Madeira, e com dados arqueológicos mais robustos será possível fazer uma revisão ou incremento do modelo aqui apresentado. A região apresenta alto potencial para futuros estudos integrados entre a paleohidrologia e a Arqueologia.

A problemática das diferenças de escala de trabalho do mapeamento geológico-geomorfológico e do estudo dos sítios arqueológicos reflete na dificuldade da integração dos dados em uma escala regional. Mesmo assim, nesta pesquisa fez-se uma primeira aproximação da integração dos dados destas duas áreas do conhecimento, neste trecho do rio entre Santo Antônio e Teotônio, sendo uma contribuição tanto para arqueologia e suas problemáticas de ocupação da área, quanto para a geomorfologia em relação a evolução da paisagem fluvial. As pesquisas arqueológicas fornecem a riqueza no detalhe estratigráfico, o que auxilia no detalhamento do mapeamento geomorfológico.

Até o momento podemos pensar em uma sequência cronológica de evolução mais ampla para esta região, na qual os terraços fluviais altos da margem esquerda já estavam formados há mais de 8000AP (Figura 98). Sabe-se que através de diversos estudos a partir da década de 80 com base em dados palinológicos, geomorfológicos, sedimentológicos e isotópicos indicam a ocorrência de variações paleoclimáticas na Bacia Amazônica e em outras áreas da América do Sul, durante o Quaternário tardio. A Idade Hipsitêmica, ou Ótimo Climático, corresponde a um intervalo de tempo médio entre cerca de 9000 a 2500AP quando a temperatura média global teria sido 1° a 2° superior à atual (DEEVEY E FLINT, 1957 apud SUGUIO, 2010). Haveriam períodos secos durante o Holoceno, causando mudanças na vegetação da Amazônia, com expansão dos campos, entre 8.000-4.000 anos A.P., 4.200-3.500 anos A.P., 2.700-2.000 anos A.P. e 700-400 anos A.P. (ABSY *et al.*, 1991; PESSENDA *et al.*, 1996 apud SUGUIO, 2010). Desta forma, a datação obtida no sítio Vista Alegre poderia representar um desses eventos de períodos mais secos, mas é preciso detalhar as pesquisas do sítio arqueológico com a realização de mais datações em outros locais para se confirmar essas hipóteses. Acredita-se que a configuração neste trecho das duas cachoeiras do rio Madeira era semelhante já ao que visualizamos hoje, mas com uma área de deposição de planície na margem direita.

Essas deposições de planícies poderiam ser ainda pouco mais antigas, mas iniciadas principalmente no início do Holoceno, após mudanças climáticas, estruturais e/ou litológicas ainda não bem estabelecidas para toda a região. A discussão aqui apresentada demonstra portanto, uma iniciativa em se pensar na relação dos sítios arqueológicos com a paisagem pretérita e em que ponto pode-se ou não inserir e integrar os dados geoarqueológicos em uma pesquisa de evolução geomorfológica-fluvial em grandes rios amazônicos. Uma vez que se tem conhecimento de ocupações pretéritas antigas a partir de 7000AP, sendo que em alguns locais com uma ocupação quase ininterrupta de ocupação para todo o Holoceno, deve-se pensar não somente nas relações paisagem-homem-floresta, mas ainda nas relações paisagem-homem-sistema fluvial.

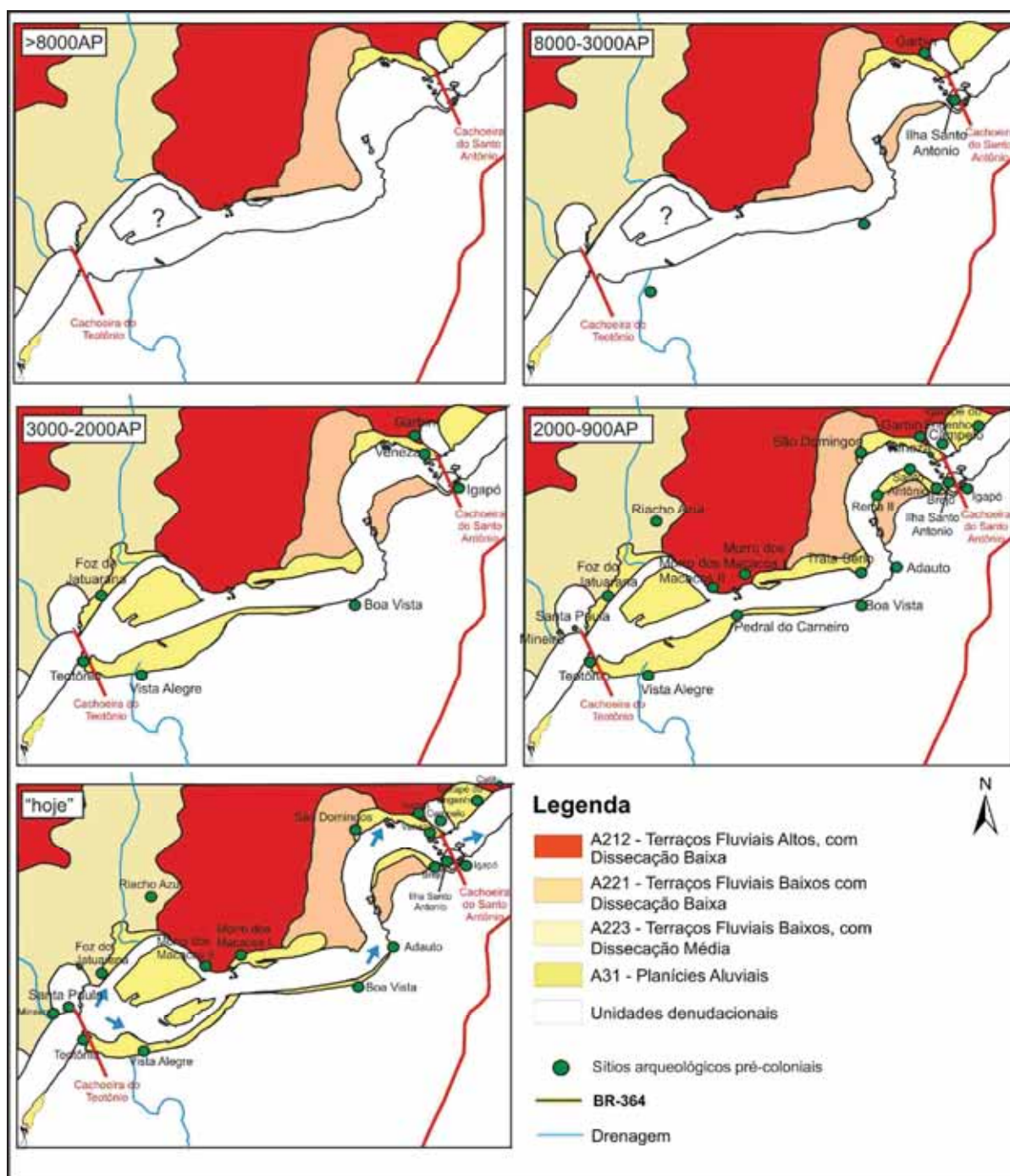


Figura 98. Modelo preliminar para o Holoceno entre as Cachoeiras do Santo Antônio e Teotônio com base na integração dos dados arqueológicos e geomorfológicos.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rio Madeira é um dos maiores rios do mundo cuja evolução geomorfológica ainda é pouco estudada. Entende-se que a seu traçado esteja condicionado principalmente aos falhamentos, mas que seu regime e transporte de carga estão certamente relacionados a uma mudança climática ocorrida do final do Pleistoceno, coincidindo com o fim do Último

Máximo Glacial (Last Glacial Maximum-LGM), entre 15000 e 8000 AP. A partir de 7000AP os primeiros grupos humanos começam a deixar as primeiras evidências arqueológicas. Aparentemente, essa mudança na sedimentação é um fenômeno que se repete em nível regional na Amazônia como um todo o que seria interessante para se comparar essa relação do homem com o sistema fluvial em outras partes da Amazônia.

A região do alto rio Madeira é crucial para o entendimento do padrão de assentamento das populações pretéritas na Amazônia devido à presença de um registro arqueológico de quase todo o Holoceno, que tange importantes questões paleoambientais e arqueológicas.

Os dados até o momento analisados permitem iniciar estudos de uma paleohidrologia, cuja utilização dos dados arqueológicos demonstra ser válida e ao mesmo tempo, desafiadora por não haver na região uma cronologia de ocupação pré-colonial bem estabelecida.

As análises geoarqueológicas, principalmente dos sítios próximos às cachoeiras podem fornecer importantes informações em relação à evolução da planície aluvial, como no caso do Sítio do Brejo. Assim como o modelo proposto por Quadros *et al.* (2009), pode ser válido investir nesta região do Santo Antônio ao Teotônio como uma “região-guia” para se entender as grandes cheias pretéritas e suas causas, sejam elas climáticas ou estruturais. Com o refinamento das pesquisas arqueológicas nos demais sítios existentes ao longo da região do Alto rio Madeira, poderá se rever e complementar os dados de análise da paisagem pretérita deste local.

As datações são de suma importância para a correlação estratigráfica, porém a ausência de sinal para datação nos sedimentos dos terraços quaternários leva a formulação de novos questionamentos acerca de métodos empregados e discussão de resultados acerca de seus processos de deposição. Análises palinológicas futuras permitirão inferir condições climáticas mais ou menos favoráveis para a existência das ocupações pretéritas ao longo do trecho do Alto rio Madeira durante o Holoceno, demonstrando o alto potencial ainda iminente de pesquisas para esta região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia**, v. 52, n. 121, 1977.

_____. **The paleoclimate and paleoecology of Brazilian Amazonia.** Biological Diversification in the Tropics. New York: Columbia University Press: 41-59 p. 1982.

ABSY, M. L. et al. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 derniers années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris**, v. II, n. Tome 312, p. 673-678, 1991.

ABSY, M. L.; VAN DER HAMMEN, T. Some Palaeological data from Rondonia, southern part of the Amazon Basin. **Acta Amazonica**, v. 6, n. 3, p. 293-299, 1976.

ACKLAS JR., R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; CASADO, F. C. Análise de perfis longitudinais de drenagens do Município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. **Revista UNG - Geociências**, v. 8, n. 6, p. 67-78 2003.

ADAMY, A.; ROMANINI, S. J. **Geologia da região Porto Velh-Abunã. Folhas Porto Velho (SC.20-V-B-V), Mutumparaná (SC.20-V-C-VI), Jacy-Paraná (SC.20-V-D-I), Abunã (SC.20-V-C-C), estados de Rondônia e Amazonas.** Brasília: DNPM/CPRM 1990.

AITKEN, M. J. **Thermoluminescence dating.** London: Academic, 1985. 359.

ALMEIDA, F. O. D. **Ocupações pré-históricas na Bacia do Alto rio Madeira.** 2010. 67 (Memorial de qualificação). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ARAÚJO, A. G. M. **As geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos.** Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia: Anais da I Reunião Internacional de Teoria Arqueológica na América do Sul. 3: 35-45 p. 1999.

ARROYO-KALIN, M. The Amazonian Formative: Crop domestication and Antropogenic Soils. **Diversity**, v. 2, p. 473-504, 2010.

BAKER, P. A. et al. The history of South American tropical precipitation for the last 25.000 years. **Science**, v. 291, n. 5504, p. 640-643, 2001.

BALEK, J. **Hydrology and Water Resources in Tropical Regions.** Amsterdam: Elsevier, 1983. 271pp.

BEHLING, H.; BERRIO, J. C.; HOOGHIEMSTRA, H. Late Quaternary pollen records from the middle Caquetá river basin in central Colombian Amazon. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 146, p. 193-213, 1999.

BEHLING, H.; COSTA, M. L. D. Holocene environmental changes from the rio Curuá records in the Caxiuanã region, Eastern Amazon Basin. **Quaternary Research**, v. 53, p. 369-377, 2000.

BEHLING, H. et al. Holocene environmental changes in the Central Amazon Basin inferred from Lago Calado (Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 173, p. 87-101, 2001.

BROCHADO, J.; LATHRAP, D. **Chronologies in the New World: Amazonia**. Illinois Department of Anthropology, University of Illinois at Urbana-Champaign 1982.

BROCHADO, J. P. **An ecological model of the spread of pottery and agriculture into eastern South America**. 1984. Ph.D. Dissertation. Unpublished University of Illinois at Urbana-Champaign

BROWN, A. G. **Alluvial geoarchaeology: floodplain archaeology and environmental change**. 1997. p.cm.

BROWN, K. S.; AB'SÁBER, A. N. Ice-age refuges and evolution in the Neotropics: correlation of paleoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism. **Paleoclimas**, v. 5, p. 130, 1979.

BUTZER, K. W. **Environmental and Archaeology**. London: Methuen, 1972. 703pp.

CAMPOS, J. N. P.; TEIXEIRA, L. B. **Estilo tectônico da Bacia do Baixo Amazonas**. Congresso Brasileiro de Geologia. GEOLOGIA, S. B. D. Belém, PA: 2161-2172 p. 1988.

CAPOBIANCO, J. P. **Introdução**. São Paulo: Instituto Socio-Ambiental - ISA, 2001. 13-15.

COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P.; BUSH, M. B. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, p. 141-169, 2000.

COSTA, J. B. S. et al. Neotectonica da região Amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **Genomos**, v. 4, n. 2, p. 21, 1996.

COSTA, M. L. D. **Os Mocurus de Rondônia: Considerações mineralógicas e geoquímicas**. Anais do III Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, Pará. 1991.

CPRM. **Estudos de Viabilidade UHE Santo Antônio e Jirau - Porto Velho**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2005

_____. **Monitoramento hidrológico de 2010 (Porto Velho - rio Madeira)**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Manaus: 26/07/2010. 2010a

_____. **Programa de monitoramento da atividade garimpeira UHE Santo Antonio. Porto Velho**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, p.205p. 2010b

DE CORTE, F. et al. Relative and k0-standardized INAA to assess the internal (Th, U) radiation dose rate in the “quartz coarse-grain protocol” for OSL dating of sediments: Unexpected observations. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**, v. 564, n. 2, p. 743-751, 2006.

DEEVEY, J. E. S.; FLINT, R. F. Postglacial hypsithermal interval. **Science**, v. 125, p. 285-288, 1957.

DEMOULIN, A. Testing the tectonic significance of some parameters of longitudinal river profiles: the case of the Ardenne (Belgium,NW Europe) **Geomorphology**, v. 24, p. 189-208, 1998.

DOTT JR, R. H. Wacke, graywacke and matrix – what approach to immature sandstone classification? **Journal of Sedimentological Petrology**, v. 34, n. 3, p. 625-632, 1964.

FILIZOLA, N. **O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Bacia Amazônica Brasileira**. Brasília, p.63pp. 1999

FILIZOLA, N.; GUYOT, J. L. Fluxo de sedimentos em suspensao nos rios da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 4, p. 566-576, 2011.

FREITAS, H. A. D. et al. Late Quaternary Vegetation Dynamics in the Southern Amazon Basin Inferred from Carbon Isotopes in Soil Organic Matter. **Quaternary Research**, v. 55, p. 39-42, 2001.

FURNAS. **Estudo de Impacto Ambiental - Complexo do rio Madeira, UHE Santo Antônio e UHE Jirau**. FURNAS, p.III-58-III-84. 2005

GNECCO, C.; MORA, S. Late Pleistocene-early Holocene tropical forest occupation at San Isidro and Peña Roja, Colombia. **Antiquity**, v. 71, p. 683-690, 1997.

GOLDBERG, P.; MACKPHAIL, R. **Practical and Theoretical Geoarchaeology**. Ed. Wiley-Blackwell, 2006.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. **The Smithsonian Atlas of the Amazon**. Washington,D.C.: Smithsonian Books, 2003. 253pp.

GUYOT, J. L.; JOUANNEAU, J.-M.; WASSON, J. G. Characterisation of river bed and suspended sediments in the rio Madeira drainage basin (Bolivia Amazonia). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 12, p. 401-410, 1999.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream -gradient index. **Journal Research U.S.Geol.Survey**, v. 1, n. 4, p. 10, 1973.

HAFFER, J. **Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2001. 45-118.

HAYAKAWA, E. H. **Paleogeoformas e Sistemas de Drenagem da Bacia do Baixo rio Madeira, AM: interpretação de dados de sensoriamento remoto**. 2011. xxiv+167

(Doutorado). Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos.

HAYAKAWA, E. H.; ROSSETTI, D. F.; VALERIANO, M. M. Applying DEM-SRTM for reconstructing a late Quaternary paleodrainage in Amazonia. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 297, p. 262-270, 2010.

HECKENBERGER, M. J. O enigma das grandes cidades. Corpo privado e Estado na Amazônia. In: NOVAES, A. (Ed.). **A outra margem do Ocidente (Brasil 500 anos:experiência e destino)**. São Paulo: Cia. das Letras, 1999. p.125-52.

HECKENBERGER, M. J.; PETERSEN, J. B.; NEVES, E. G. Village size and permanence in Amazonia: Two archaeological examples from Brazil. **Latin American Antiquity**, v. 10, p. 353-376, 1999.

HILBERT, P. **Archaeologische Untersuchungen am Mittern Amazonas**. Berlim: Dietrich Reimer Verlag, 1968.

HOOKE, J. M. An analysis of the processes of river bank erosion. **Journal of Hidrology**, v. 42, p. 39-62, 1979.

IRIONDO, M.; LATRUBESSE, E. M. A probable scenario for a dry climate in Central Amazonia during the late Quaternary. **Quaternary International**, v. 21, p. 121-128, 1994.

JEONG, G. Y.; CHEONG, C.; CHOI, J. The effect of weathering on optically stimulated luminescence dating. **Quaternary Geochemistry**, v. 2, n. 1-4, p. 272-277, 2007.

KAMPF, N.; KERN, D. C. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com Terra Preta Arqueológica na Região de Oriximiná, Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 219-25, 1989.

KERN, D. et al. Distribution of Amazonian Dark Earths in the Brazilian Amazon. In: GLASER, B. e WOODS, W. (Ed.). **Amazonian dark earths: explorations in space and time**. Berlim: Springer-Verlag, 2004. p.51-75.

KERN, D. et al. Distribution of Amazonian Dark Earth in the Brazilian Amazon. In: J. LEHMAN, D. K., B.GLASER, W.J. WOODS (Ed.). **Amazonian Dark Earths: origins, properties, management**. Kluwer Academic Publishers, 2003. p.51-76

KIPNIS, R. **Prospecção na Região de Porto Velho**. Scientia Consultoria Científica p.15. 2008

LATHRAP, D. W. The "hunting economies" of the tropical forest zone of South America. In: LEE, R. B. e DEVORE, I. (Ed.). **Man the hunter**. Chicago: Aldine, 1968. p.23-29.

_____. **The Upper Amazon**. New York: Praeger, 1970.

LATRUBESSE, E. M. **The Late-Quaternary Palaeohydrology of Large South American Fluvial Systems**. John Wiley & Sons, 2003. 22.

_____. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. **Geomorphology**, v. 101, n. 1-2, p. 130-145, 2008. ISSN 0169555X.

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. **Geomorfologia do Estado de Goiás**. Superintendencia de Geologia e Mineração do Estado de Goiás. Goiânia, p.143p. 2006

LATRUBESSE, E. M.; FRANZINELLI, E. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil. **Geomorphology**, v. 44, p. 241-257, 2002.

LATRUBESSE, E. M.; KALICKI, T. Late Quaternary paleohydrological changes in the upper Purus basin, southwestern Amazonia, Brazil. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v. 129, p. 41-59, 2002.

LATRUBESSE, E. M.; RANCY, A. The Late Quaternary of the Upper Juruá River, southwestern Amazonia, Brazil: geology and vertebrate paleontology. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, v. 11, p. 27-46, 1998.

LATRUBESSE, E. M.; RODRIGUES, S.; MAMEDE, L. **Sistema de classificação e mapeamento geomorfológico: uma nova proposta**. Símpósio de Geomorfologia. Florianópolis: GEOSUL. 14: 682-687 p. 1998.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Tropical rivers. **Geomorphology**, v. 70, n. 3-4, p. 187-206, 2005. ISSN 0169555X.

LEHMANN, J. **Amazonian dark earths : origin properties management**. Dordrecht ; Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. xix, 505 p. ISBN 1402018398 (alk. paper) 99813225729.

MARTIN, L. D. et al. Southern oscillation signal in South American palaeoclimatic data of the last 7,000 years. **Quaternary Research**, v. 33, p. 1749-1762, 1993.

MARTINELLI, L. A. et al. **Suspended sediment load in the Madeira river**. Institut der Universität Hamburg, p.41-54. 1993

MASLIN, M. et al. Paleoreconstruction of the Amazon River freshwater and sediment discharge using sediments recovered at Site 942 on the Amazon Fan. **Journal of Quaternary Science**, v. 15, n. 4, p. 419-434 2000.

MEADE, R. Suspended sediments of the modern Amazon and Orinoco rivers. **Quaternary International**, v. 21, p. 29-39, 1994.

MEADE, R. et al. **Sediment and water discharge in rio Orinoco, Venezuela and Colombia**. . Proceedings of the Second International Symposium on River Sedimentation: Water Resources and Electric Power Press. Nanjing, China: 1134-1144 p. 1983.

MEGGERS, B. J. **Amazônia. A Ilusão de um Paraíso**. Rio: Civilização Brasileira, 1977.

_____. Climatic Oscilation as a Factor in the Prehistory of Amazonia. **American Antiquity**, v. 44, n. 2, p. 252-66, 1979.

_____. Archaeological and ethnographic evidence compatible with the model of forest fragmentation. In: PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological Diversification in the Tropics**. New York: Columbia University, 1982. p.483-497.

_____. The indigenous peoples of Amazonia, their cultures, land use patterns and effects on the landscape and biota. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht, Boston: W. Junk/ Kluwer Academic Publishers, 1984. p.627-48.

MEGGERS, B. J.; DANON, J. Identification and implications of a hiatus in the archeological sequence on Marajo Island, Brazil. **Journal of Washington Academy of Sciences**, v. 78, n. 3, p. 245-53, 1988.

MEGGERS, B. J.; EVANS, C. **Archeological investigations at the mouth of the Amazon**. Washington, D.C., Smithsonian Institution Bureau of American Ethnology U.S. Govt. Print. Off., 1957. xxviii, 664.

MENDONÇA, B. A. F. **Campinaranas amazonicas: Pedogênese e relações solo-vegetação**. 2011. 122 (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MIALL, A. D. **The Geology of Fluvial Deposits**. Springer, 1996. 582p.

MILLER, E. **Pesquisas arqueológicas no território federal de Rondônia. Relatório Preliminar**. 1978

_____. A limitação ambiental como barreira à transposição do período formativo no Brasil. Tecnologia, produção de alimentos e formação de aldeias no sudoeste da Amazônia. In: LEDERGERBER-CRESPO, P. (Ed.). **Formativo Sudamericano, una revaluación**. Quito-Ecuador: Ediciones Abya-Yala, 1999.

MILLER, E. T. Pesquisas arqueologicas paleoindigenas no Brasil Ocidental. **Estudios Atacameños**, v. 8, p. 39-64, 1987.

_____. **Arqueologia nos empreendimentos hidrelétricos da Eletronorte; resultados preliminares**
Brasília: Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A., 1992. 93.

MOGOLLÓN, J. C. B. **Lateglacial and Holocene Vegetation and Climatic Change in Lowland Colombia**. National University of Colombia, 2002a. ISBN 9789076894096. Disponível em: < <http://books.google.com.br/books?id=Jd5wygAACAAJ> >.

_____. **Synthesis of the Paleoenviromental changes in the Colombian Lowlands**. Amsterdam: University Of Amsterdam, 2002b. 240.

MORAIS, R. **Águas pretas, brancas e verdes**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2008. 57-63.

MURRAY, A. S.; OLLEY, J. M. Precision and accuracy in the optically stimulated luminescence dating of sedimentary quartz: a status review. **Geochronometria**, v. 21, p. 1-16, 2002.

NASCIMENTO, E. R. et al. **Registro de restos vegetais fósseis e o seu contexto estratigráfico, canteiro de obras da UHE Santo Antônio, Porto Velho-RO. XXI Congresso Brasileiro de Paleontologia**. PALEONTOLOGIA, S. B. D. Belém, PA.: Sociedade Brasileira de Paleontologia. Resumos. 2009.

NEVES, E. et al. The timing of terra preta formation in the central Amazon: archaeological data from three sites. In: GLASER, B. e WOODS, W. (Ed.). **Amazonia Dark Earths: Explorations in Space and Time**: Springer, 2004. p.125-134.

NEVES, E. et al. Historical and sociocultural origins of Amazonian dark earths. In: LEHMANN, J. (Ed.). **Amazonian dark earths: origins, properties, management**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.29-50.

NEVES, E. G. Twenty Years of Amazonian Archaeology in Brazil. **Antiquity**, v. 72, p. 625-632, 1998.

NEVES, E. G. O lugar dos lugares. Escala e intensidade das modificações paisagísticas na Amazônia Central pré-colonial em comparação com a Amazônia contemporânea. **Ciência & Ambiente**, v. 31, p. 79-91, 2005.

NEVES, E. G. Arqueologia da Amazônia. In: ZAHAR, J. (Ed.). Rio de Janeiro: Livraria da Travessa, 2006.

NEVES, E. G.; PETERSEN, J. Political economy and pre-Columbian landscape transformations in Central Amazonia, in Time and complexity in historical ecology: Studies in the neotropical lowlands. In: BALÉE, W. e ERICKSON, C. (Ed.). New York: Columbia University Press, 2006. p.279-309.

OLIVEIRA, V. E. H.; KIPNIS, R.; NEVES, E. G. **Levantamento Arqueológico na Região do Alto Madeira. 61ª Reunião anual da SBPC**. Manaus, AM. 2009.

OLIVER, J. The Archaeology of Forest Foraging and Agricultural Production in Amazonia. In: MC EWAN, C.; BARRETO, C., et al (Ed.). **Unknown Amazon, Culture in Nature in Ancient Brazil**. London: British Museum Press, 2001. p.50-85.

OLIVER, R. L. Optical properties of waters in the Murray-Darling Basin, southeastern Australia. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 41, p. 581-601, 1990.

PCE. **Levantamento topobatimétrico do rio Madeira para acompanhamento da evolução do leito (2ª etapa do programa de levantamento e monitoramento hidrossedimentológico do rio Madeira e do futuro reservatório da UHE Santo Antônio)**. PCE Engenharia. Porto Velho, RO., p.122p. 2011

PESSENDA, L. C. R. et al. The use of carbon isotopes (^{13}C , ^{14}C) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in Central Brazil. **Radiocarbon**, v. 38, p. 191-201, 1996.

PESSOA, C. G. **Ilha de Santo Antônio - Uma análise da cultura material cerâmica**. 2010. (Projeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC). Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO.

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

QUADROS, M. L. D. E. S.; RIZZOTTO, G. J.; MESQUITA, J. B. **A origem dos lagos pantanosos situados a jusante da cachoeira de Santo Antonio no rio Madeira, Rondônia**. IX Simpósio de Geologia da Amazônia. manaus, AM.: Sociedade Brasileira de Geologia - Nucleo Norte. Resumos. CD. 2009.

QUADROS, M. L. D. E. S. et al. **Depósitos fluviais da Formação rio Madeira, Pleistoceno Superior da Bacia do Abunã, Rondônia**. IX Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, PA.: Sociedade Brasileira de Geologia - Nucleo Norte. Resumos. CD 2006.

QUEIROZ, R. **Andanças das lendas pelo rio Madeira**. Porto Velho, RO.: Grafriel, 2008.

RIZZOTTO, G. J. et al. **Paleoambiente e o registro fossilífero pleistocênico dos sedimentos da Formação Rio Madeira**. IX Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém: SGB-Nucleo Norte 2006.

RIZZOTTO, G. J.; OLIVEIRA, J. G. F. **Estudo de viabilidade para implementação de usinas hidrelétricas no rio Madeira. Relatório Parcial. Geologia, Recursos minerais, Atividade garimpeira e hidrogeologia**. CPRM-RO/FURNAS. Porto Velho, RO. 2004

ROOSEVELT, A. C. Early pottery in the Amazon. Twenty years of scholarly obscurity. In: BARNETT, W. K. e HOOPES, J. W. (Ed.). **The emergence of pottery**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1995. p.115-31.

ROOSEVELT, A. C. et al. Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of America. **Science**, v. 272, p. 372-384, 1996.

ROSSETTI, D. F. et al. Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: Landform, sea level and tectonics in Eastern South America passive margin. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 300, n. 1-4, p. 191-204, 2011. ISSN 00310182.

ROSSETTI, D. F.; TOLEDO, P. M.; GOES, A. M. New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution, . **Quaternary Research**, v. 64, n. 2, p. 279-280, 2005. ISSN 00335894.

SALLUN, A. E. M. et al. Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 402-413, 2007.

SANTI, J. R. **O passado no presente: vestígios pré-coloniais como suporte analítico da paisagem no Vale do Soturno, RS.** 2009. 319 Tese de Doutorado (Doutorado). MAE, USP, São Paulo.

SCANDOLARA, J. E.; FUCK, R. A. **O quadro tectono-estrutural do proterozóico de Rondônia.** VII Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém: SBG-Núcleo Norte. Resumos expandidos 2001.

SCHIFFER, M. B. Archaeological Context and Systematic Context. **American Antiquity**, v. 37, p. 156-165, 1972.

_____. Toward the identification of Formation Processes. **American Antiquity**, v. 48, p. 675-706, 1983.

SCHIFFER, M. B. **Formation processes of the archaeological record.** 1st. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press, 1987. xxii, 428 ISBN 0826309631 082630964X (pbk.).

SCIENTIA. **Projeto Arqueologia Preventiva nas áreas de Intervenção do AHE Santo Antonio, RO.** Scientia Consultoria Científica. São Paulo, SP. 2008

_____. **Arqueologia Preventiva nas áreas de intervenção do AHE Santo Antônio, RO: Sítio arqueológico Vista Alegre - Relatório Final de campo.** Scientia Consultoria Científica. Porto Velho, RO. 2009

_____. **Arqueologia Preventiva nas áreas de intervenção do AHE Santo Antonio, RO: relatório do registro rupestre e feições de polimento.** Scientia Consultoria Científica. São Paulo, SP. 2011a

_____. **Arqueologia Preventiva nas áreas de intervenção do AHE Santo Antonio, RO: relatório do resgate arqueológico na área do canteiro de obras.** Scientia Consultoria Científica. São Paulo, SP. 2011b

SIFEDDINE, A. et al. La sedimentation organique lacustre en milieu tropical humide (Carajás, Amazonie orientale, Brésil). Rélation avec les changements climatiques au cours 60.000 dernières années. **Bulletin de la Societe Geologique de France**, v. 165, p. 613-621, 1994.

SIMÕES, M. F. Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas da Bacia Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 7, p. 297-300, 1977.

SIOLI, H. **The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin.** Dordrecht ; Boston: W. Junk; Kluwer Academic Publishers, 1984. xiv, 763 ISBN 9061931088.

SMITH, N. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. **Annals of the American Association of Geographers**, v. 70, n. 4, p. 553-566, 1980.

SOUZA-FILHO, P. W. M. E. et al. Compartimentação morfoestrutural e neotectônica do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia-Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 4, p. 469-476, 1999.

STEIN, J.; FARRAND, W. R. **Sediments in archaeological context**. The University of Utah Press, 2001. 218.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo, SP.: Oficina de Textos, 2010.

TEIXEIRA, S. G.; MAIA, M. A. M. **Análise da dinâmica das margens do rio Madeira (AM) no Período de 1987 à 2007, A partir de imagens de sensores remotos ópticos**. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, RN: INPE: 1559-1566 p. 2009.

TIZUKA, M. M. **Ilhas fluviais do Alto rio Madeira: exemplo de aplicação da Geoarqueologia**. II Encontro Internacional de Arqueologia Amazônica. Manaus 2010.

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

VAN DER HAMMEN, T.; HOOGHMESTRA, H. Neogene and Quaternary History of Vegetation Climate and Plant Diversity in Amazonia. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, p. 725-742, 2000.

WACLAWIK, V. G.; LANG, S. C.; KRAPF, C. B. E. Fluvial response to tectonic activity in an intra-continental dryland setting: The Neales River, Lake Eyre, Central Australia. **Geomorphology**, v. 102, n. 1, p. 179-188, 2008. ISSN 0169555X.

WALKER, R. G. **Facies Models Revisited**. Society for Sedimentary Geology, 2006. 17.

ZUSE, S. **Ocupações pré-coloniais e variabilidade cerâmica nos sítios arqueológicos do Alto rio Madeira, Rondônia**. 2011. 132 (memorial de qualificação). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANEXOS

ANEXO A. Planilha de pontos levantados durante o mapeamento geomorfológico

ANEXO B. Procedimento de preparo de amostras para datação LOE (Laboratório de Vidros e Datação – FATEC/SP)

ANEXO C. Difractogramas das amostras do rio Madeira realizados no IGC/USP

ANEXO D. Planilha de pontos dos sítios arqueológicos pré-coloniais

ANEXO E. Descrição das camadas das unidades de escavação dos sítios arqueológicos pesquisados

**ANEXO A. PLANILHA DE PONTOS LEVANTADOS DURANTE O MAPEAMENTO
GEOMORFOLÓGICO**

BASE DE DADOS	NOME	ZONA*	LESTE	NORTE	ALT (M)
Fumas, 2005.	MADEIRA1	20L	232773	8934523	91.0
	MADEIRA2	20L	232714	8934513	91.0
	MADEIRA3	20L	237501	8936063	86.0
	MADEIRA4	20L	239036	8937111	92.0
	MADEIRA5	20L	239335	8938628	85.0
	MADEIRA6	20L	240187	8940310	79.0
	MADEIRA7	20L	234911	8935026	81.0
	MADEIRA8	20L	234797	8934952	79.0
	MADEIRA9	20L	244982	8947262	77.0
	MADEIRA10	20L	253530	8944310	80.0
	MADEIRA11	20L	254979	8943968	81.0
	MADEIRA12	20L	255815	8943861	81.0
	MADEIRA13	20L	257534	8943575	83.0
	MADEIRA14	20L	258526	8943419	84.0
	MADEIRA15	20L	261013	8942641	84.0
	RIO CASTANHO	20L	266291	8937753	86.9
	MADEIRA16	20L	269886	8937241	83.0
	MACICA	20L	277640	8958518	108.0
	MINERACAO2	20L	278639	8962062	123.0
	MUTUM1	20L	287804	8936284	92.0
	MADEIRA17	20L	290894	8939177	76.0
	MADEIRA18	20L	292324	8940109	84.0
	MADEIRA19	20L	291721	8940734	84.0
	MADEIRA20	20L	299770	8957214	91.0
	MADEIRA21	20L	298288	8961916	87.0
	MADEIRA22	20L	302081	8964337	85.0
	MADEIRA23	20L	309264	8966187	83.0
	JIRAU	20L	310011	8968103	78.0
	FURO JIRAU	20L	310080	8968000	83.0
	CALDEIRAO	20L	317410	8974869	71.0
	BOCA JACI	20L	346927	8981991	60.0
	JACI1	20L	344630	8969819	64.0
	JACI2	20L	344050	8967254	63.0
	JACI3	20L	344676	8965238	66.0
	JACI4	20L	345364	8969347	70.0
	JACI5	20L	345000	8969478	74.0
	JACI6	20L	345485	8973425	76.0
	JACI7	20L	346350	8976107	71.0
	MADEIRA24	20L	348564	8984445	58.0
	MADEIRA25	20L	348947	8987313	58.0
	MADEIRA26	20L	350924	8989238	64.0
	MADEIRA27	20L	353531	8994194	63.0
	MADEIRA28	20L	368562	9002886	72.0

BASE DE DADOS	NOME	ZONA*	LESTE	NORTE	ALT (M)
	MADEIRA29	20L	372770	9004902	71.0
	MADEIRA30	20L	381592	9012262	72.0
	MADEIRA31	20L	379639	9013088	69.0
	MADEIRA32	20L	378466	9015285	69.0
	MADEIRA33	20L	380930	9018848	94.0
	MADEIRA34	20L	329754	8987688	73.0
	MADEIRA35	20L	334521	8988246	64.0
	MADEIRA36	20L	388029	9021324	53.0
	MADEIRA37	20L	388596	9021860	46.0
	MADEIRA38	20L	389407	9023021	48.0
	MADEIRA39	20L	392524	9023313	53.0
	MADEIRA40	20L	393203	9026334	54.0
	MADEIRA41	20L	393402	9026558	48.0
	MADEIRA42	20L	394524	9026774	52.0
	FURO SANTONIO	20L	395104	9026284	67.0
	MADEIRA43	20L	398155	9029546	54.0
	MADEIRA44	20L	398200	9034592	57.0
	MADEIRA45	20L	402320	9045725	54.0
	MADEIRA46	20L	398991	9043253	55.0
	BELMONT	20L	402844	9045360	46.0
	ARARAS	20L	245629	8888612	120.0
	TAQUARA	20L	245527	8901280	100.0
	BARRANCO	20L	249323	8909043	81.0
	FORTALEZA	20L	222867	8917170	81.0
	ABUNA-MADE	20L	232077	8928013	85.0
trabalho de campo em 2011	MADEIRA 47	20L	380857	9018802	61.0
	MADEIRA 48	20L	364807	9002594	65.0
	MADEIRA 49	20L	357923	8998886	65.0
	MADEIRA 50	20L	355368	8993184	67.0
	MADEIRA 51	20L	348497	8984882	71.0
	MADEIRA 52	20L	353426	8994106	78.0
	MADEIRA 53	20L	364075	9003680	71.0
	MADEIRA 54	20L	245134	8914195	99m
	MADEIRA 55	20L	247503	8913268	97m
	MADEIRA 56	20L	244896	8914512	95m
	MADEIRA 57	20L	240054	8940316	87m
	MADEIRA 58	20L	237867	8936194	93m
	MADEIRA 59	20L	263377	8938767	79m
	MADEIRA 60	20L	287592	8936521	87m
	MADEIRA 61	20L	295931	8944578	83m
	MADEIRA 62	20L	293048	8938705	86m
	MADEIRA 63	20L	286454	8938859	94m
	MADEIRA 4	20L	239003	8937091	92m

BASE DE DADOS	NOME	ZONA*	LESTE	NORTE	ALT (M)
	MADEIRA 8	20L	234797	8934952	79.0
	JACY 9	20L	344638	8969786	71m
	GARIMPO MUTUM	20L	286414	8940323	70m

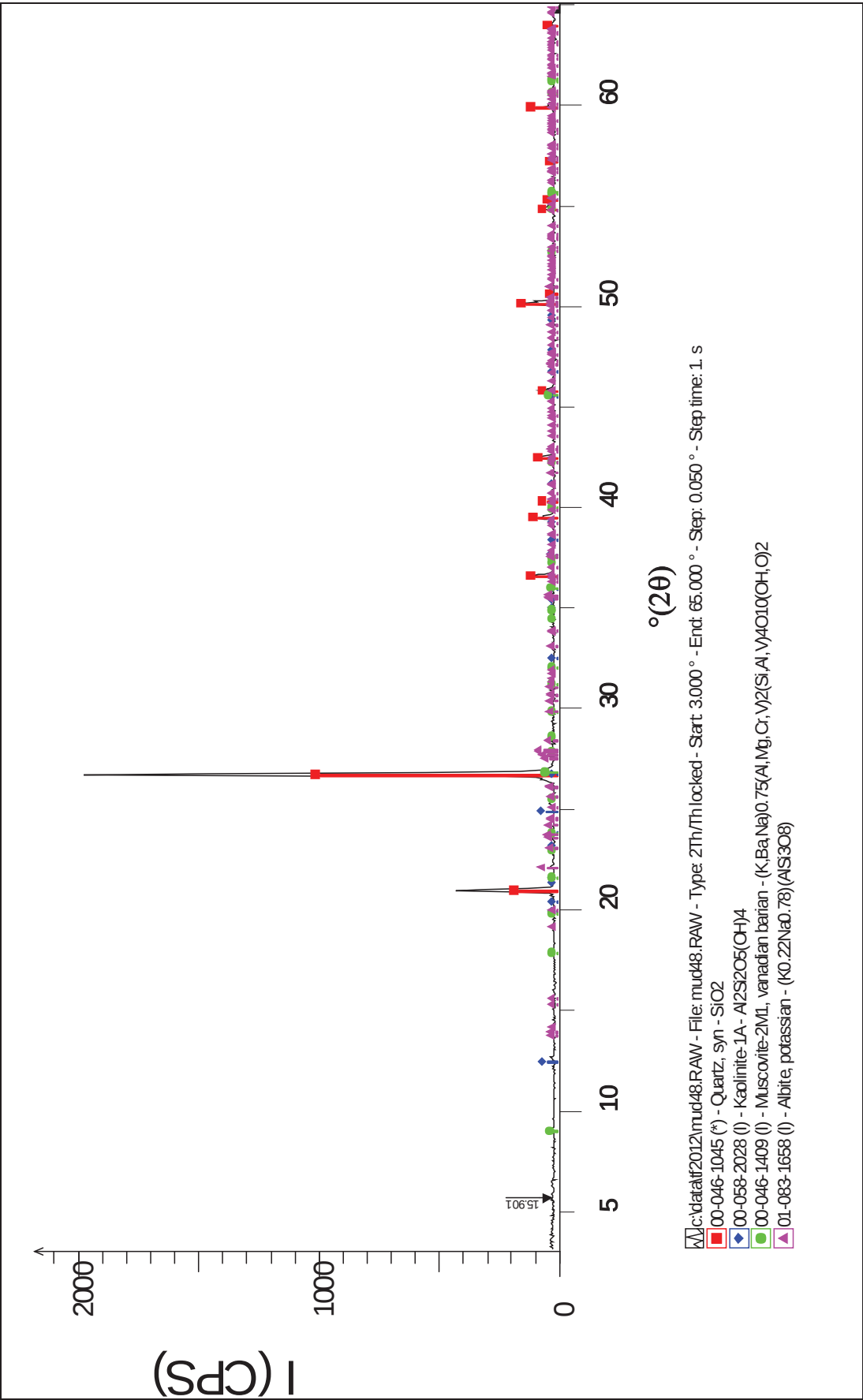
* DATUM WGS'84

**ANEXO B. PROCEDIMENTO DE PREPARO DE AMOSTRAS PARA DATAÇÃO LOE
(LABORATÓRIO DE VIDROS E DATAÇÃO – FATEC/SP)**

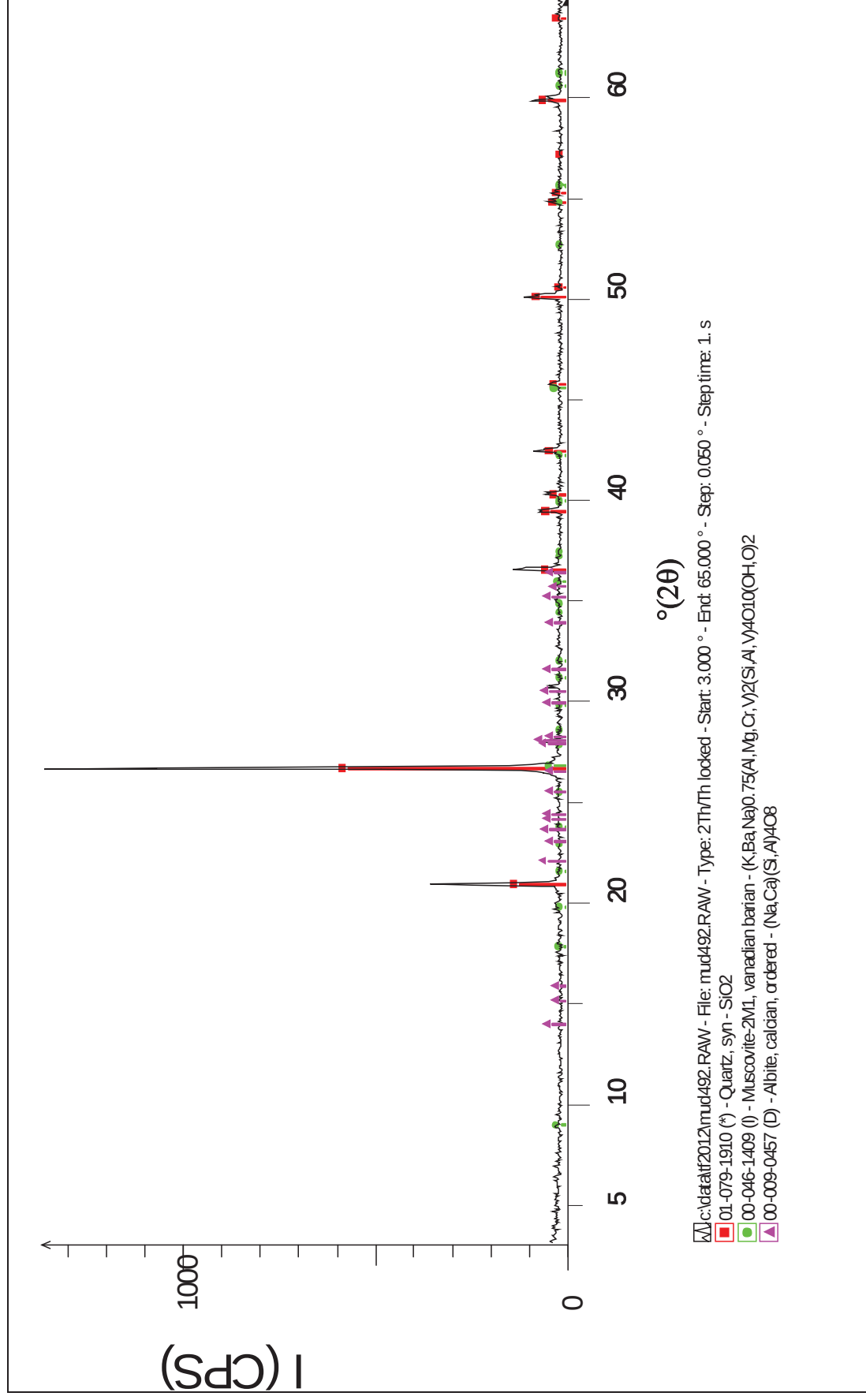
O processamento seguiu os seguintes procedimentos (sempre em laboratório iluminado apenas com luz vermelha).

1. Abertura dos tubos de ferro na porção interna da coleta do local com o descarte dos primeiros 2-3 centímetros de amostra. A segunda alíquota (cerca de 100g) foi coletada em potes plásticos, destinados à medição da DOSE ANUAL, levados a estufa para secar ($T=50\text{ }^{\circ}\text{C}$).
2. A terceira alíquota é a destinada a DATAÇÃO. São coletados do tubo cerca de 100-150g em béquer de plástico.
3. Lavagem com água corrente das amostras para a retirada do excesso de matéria orgânica presente nas amostras e posteriormente, lavagem com água destilada.
4. Insere-se peróxido de hidrogênio até cobrir a amostra e agita-se levemente, para se observar a efervescência, durante um dia na capela.
5. Nas amostras já tratadas com peróxido de hidrogênio, após a limpeza com água destilada e retirada de toda a água remanescente, seguiu-se para o ataque com ácido fluorídrico (HF) com concentração de 24%. A cada 15 minutos fez-se um leve agitação da amostra, durante 1 hora.
6. Lavagem das amostras com água destilada de 3 a 4 vezes e retirada do excesso de água, com troca do béquer de plástico para o béquer de vidro.
7. Ataque das amostras por ácido clorídrico (HCL), em aproximadamente 18% de concentração. Novamente, a cada 15 minutos fez-se um leve agitação da amostra, durante 2 horas.
8. Lavagem das amostras com água destilada.
9. Secagem na estufa (50°C) por um dia.
10. Peneiramentos das amostras utilizando-se as malhas 150mm, 106mm e uma base de fundo. As amostras retidas na malha de 106mm são separadas em potinhos plásticos para serem destinadas a datação. Todas as outras amostras são também armazenadas e embaladas em papel alumínio para se evitar a exposição à luz.
11. Separação dos minerais magnéticos, pois não serão utilizados.
12. Todas as amostras que foram submetidas à separação por densidade (politungstato de sódio). O procedimento é através de um balão de vidro, preso a uma haste de ferro, onde se insere primeiro o líquido denso, e depois a amostra, mistura-se com um bastão de vidro e depois aguarda cerca de 20-30 minutos. A separação dos grãos ocorre naturalmente, sendo que os grãos de quartzo irão ficar na porção superior e os demais minerais irão afundar, por terem densidades maiores. Atenção é dada aos feldspatos por exemplo, que em certos casos, apresentam densidades muito semelhantes às do quartzo. O material

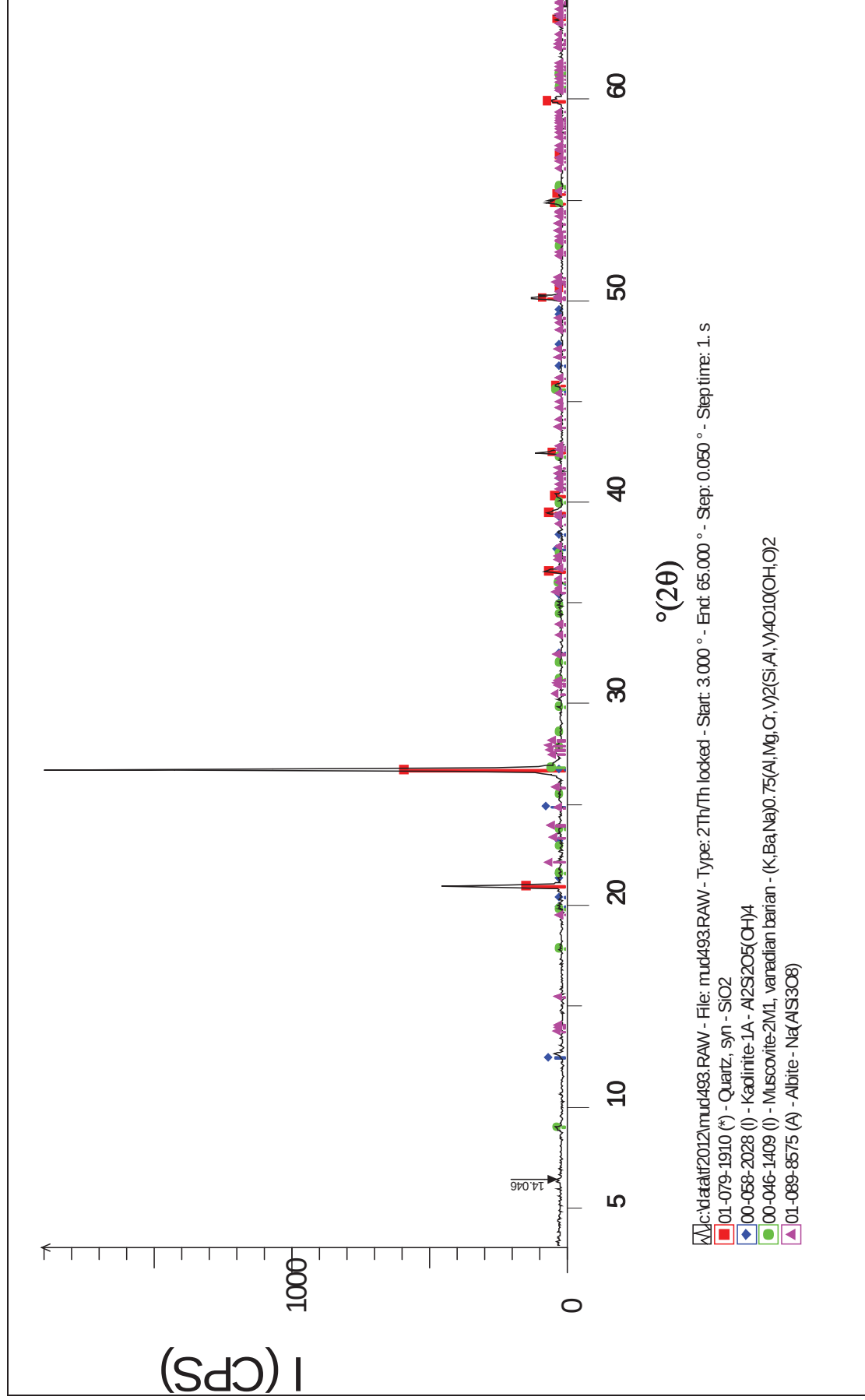
pesado é separado em filtro de papel e armazenado sem a presença da luz. A fração leve retida no filtro de papel é então seca em estufa (50°C) durante um dia e armazenada posteriormente em um pequeno pote plástico, embalado em papel alumínio até o momento da datação.



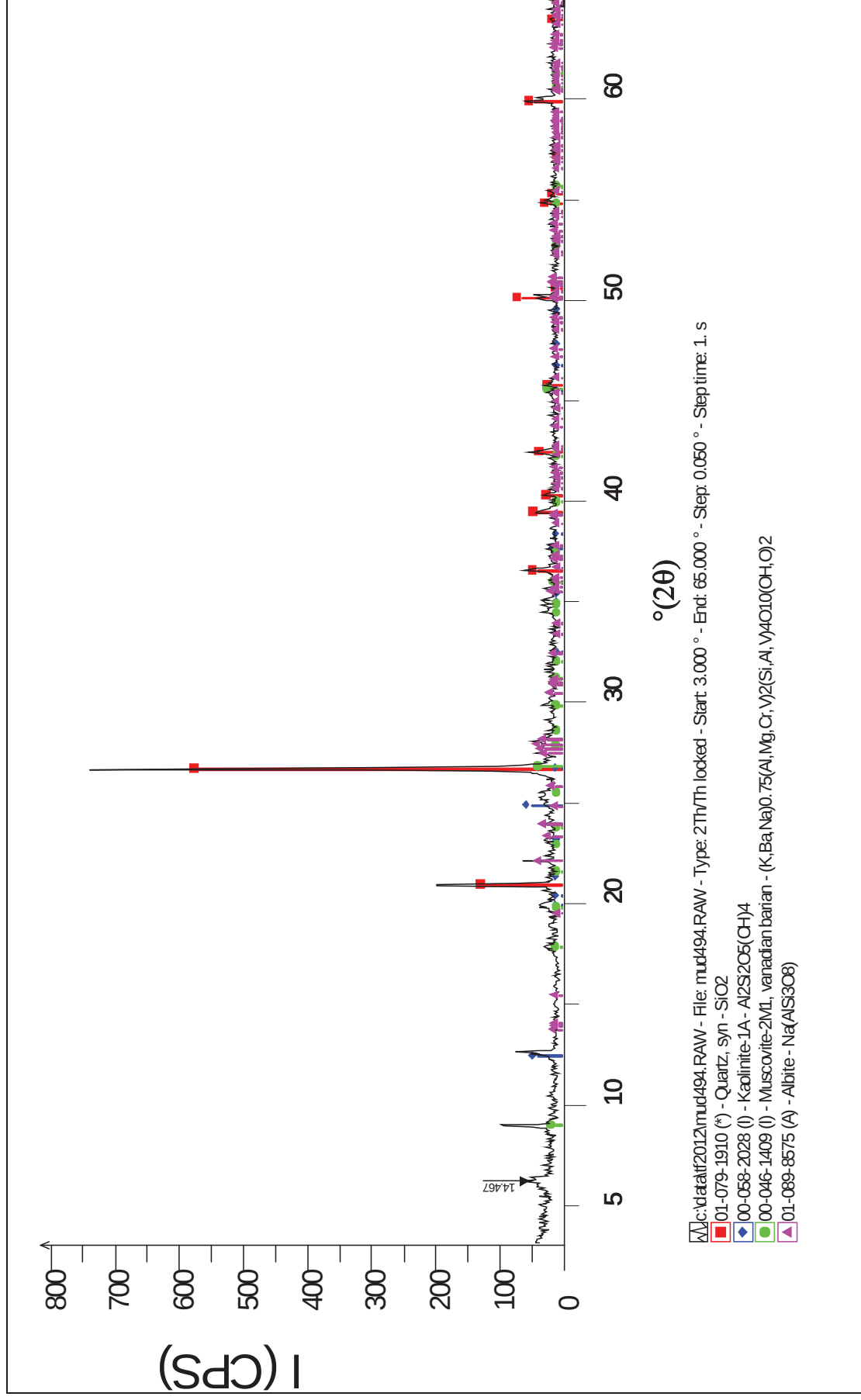
Difratograma da amostra coletada no ponto MADEIRA 48, de deposição atual. Presença de quartzo, caulinita, muscovita e albita (potássica).



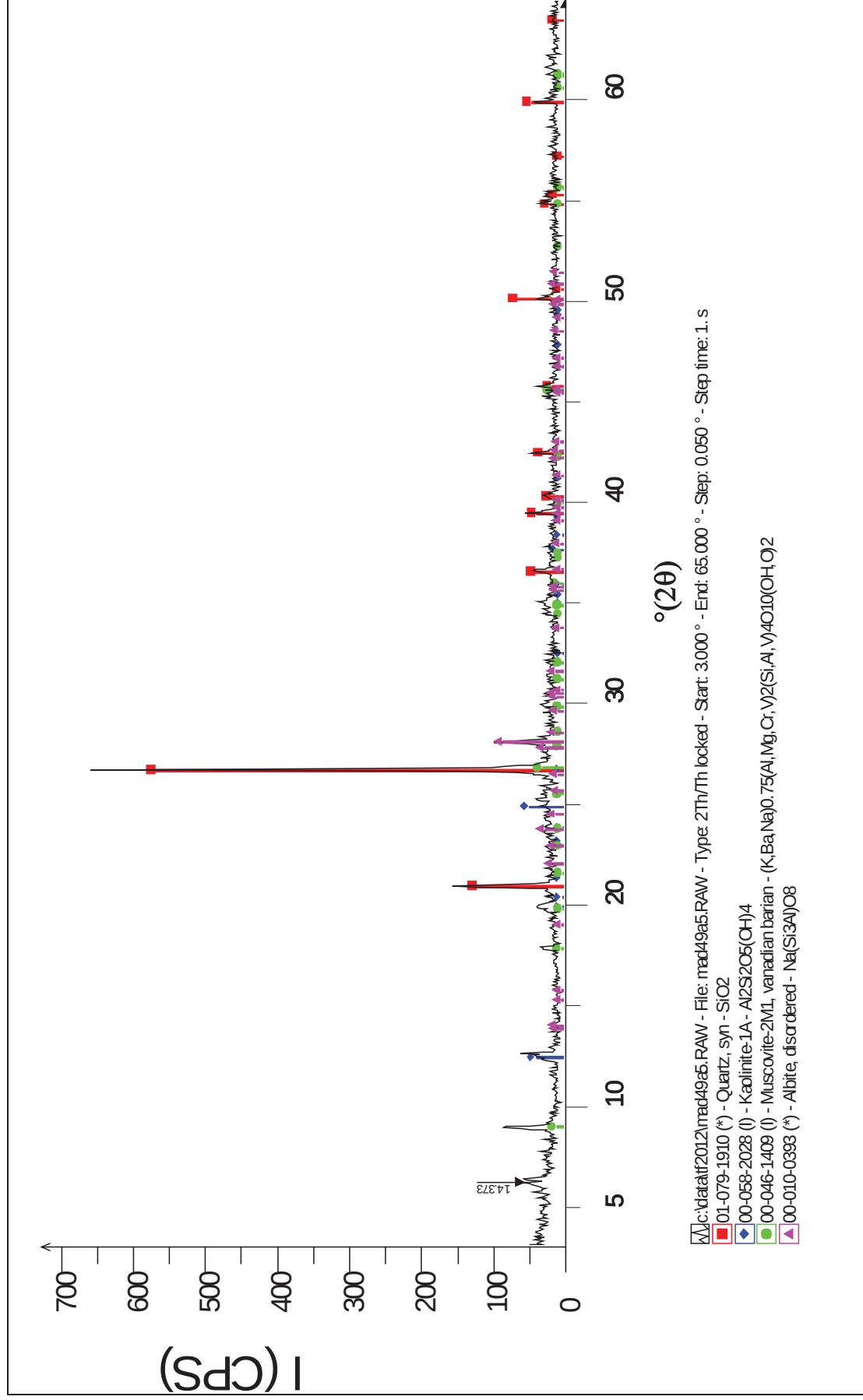
Difratograma da amostra coletada no ponto Madeira 49 (a2)



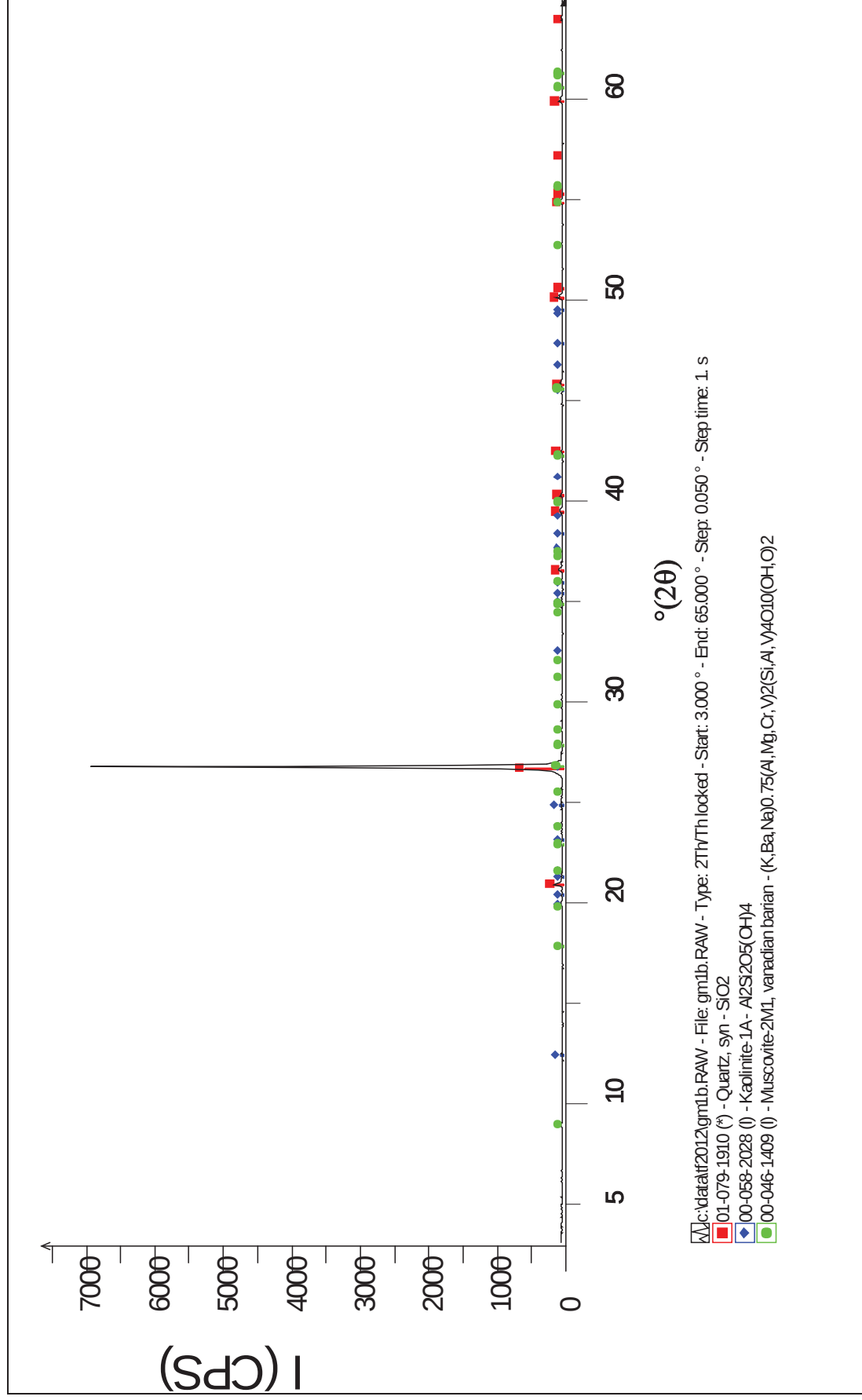
Difratograma da amostra coletada no ponto Madeira 49 (A3)



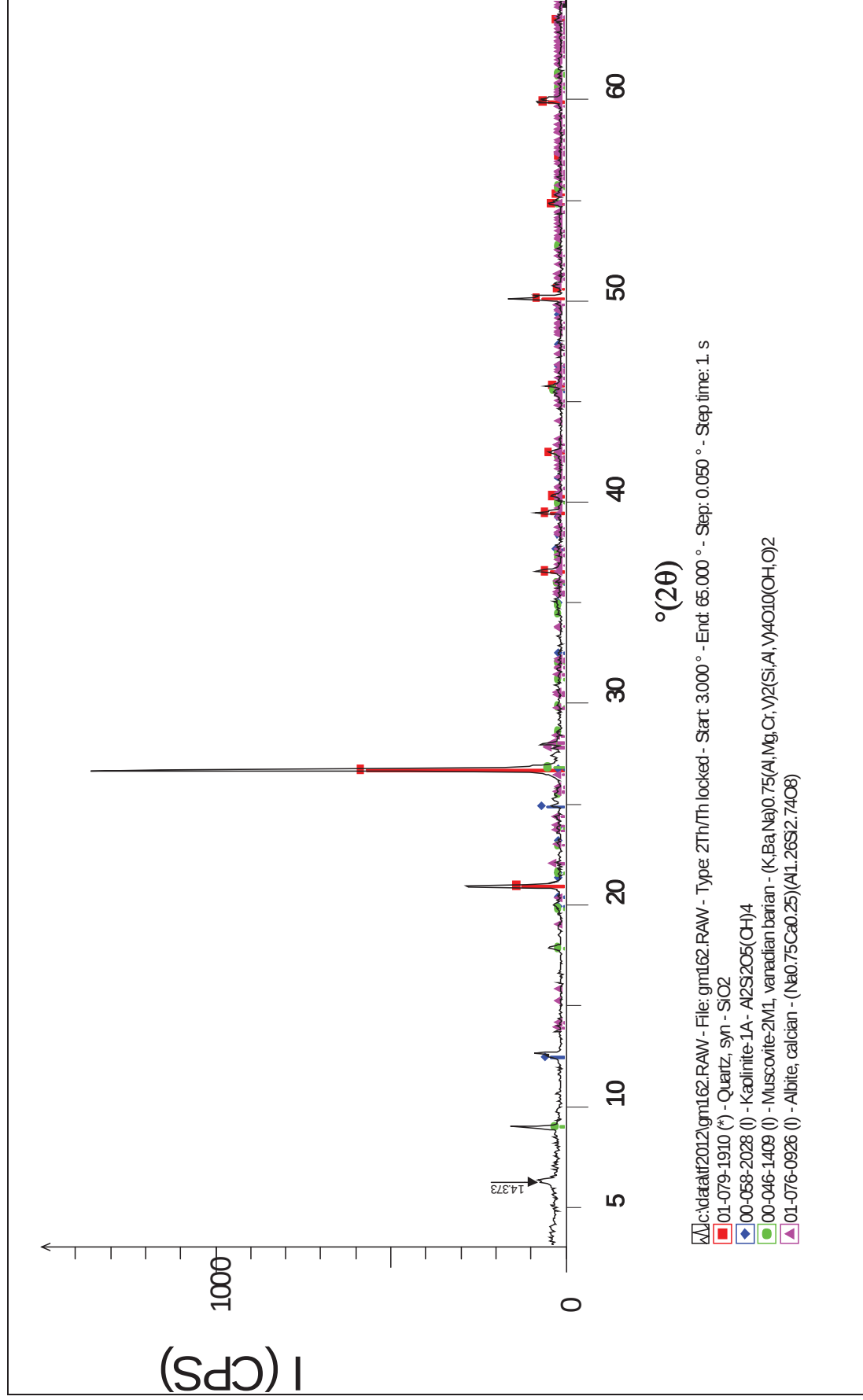
Difratograma da amostra coletada no ponto Madeira 49 (A4)



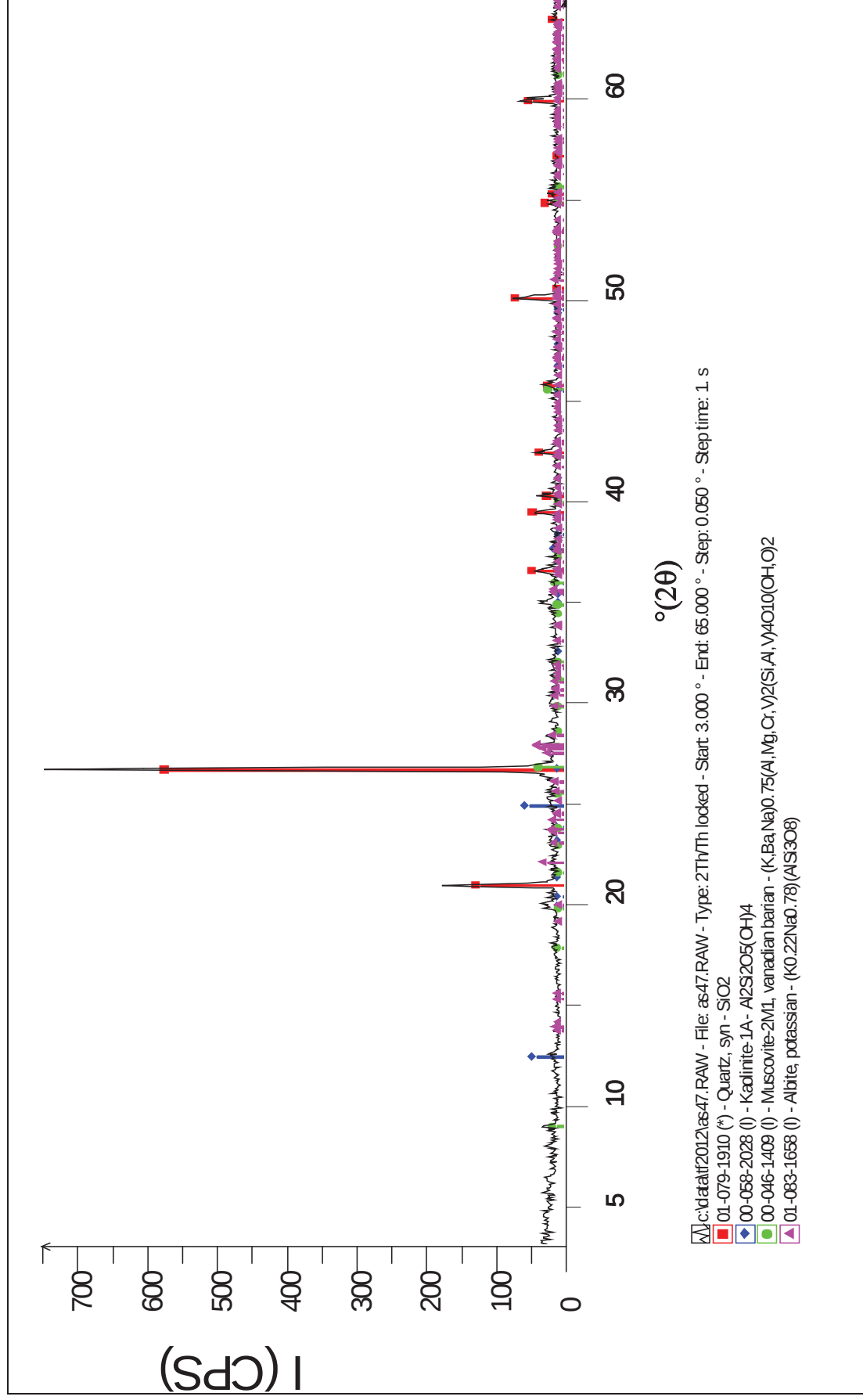
Difratograma da amostra coletada no ponto Madeira 49 (a5)



Difratograma da amostra coletada no ponto GM1b



Difratograma da amostra coletada no ponto Garimpo Mutum 6.2.



Difratograma da amostra coletada no ponto As 147

ANO PUBLICAÇÃO OU CONSULTA	NOME	SIGLA	DATUM	E	N	ZONA
2005/2010	Seringal Flórida	-	WGS84	332855.656	8989214.528	20I
2005	Bela Vista	RO-JP-21	WGS84	357519.672	9000097.54	20I
2005	Bom Futuro I	RO-JP-17	WGS84	340823.663	8982941.525	20I
2005	Bom Futuro II	RO-JP-18	WGS84	339927.663	8983242.525	20I
2005	Coração	RO-JP-24	WGS84	370564.681	9002098.543	20I
2005	Paraíso	RO-JP-23	WGS84	369141.681	9000652.542	20I
2005	Pedral do Carneiro	RO-JP-25	WGS84	388211.692	9021704.56	20I
2005	Santa Paula	RO-JP-26	WGS84	382677.688	9021400.559	20I
2005	Santo Antônio	RO-PV-01	WGS84	396144.697	9026214.564	20I
2005	Igapó 1	RO-PV-19	WGS84	394147.696	9026820.565	20I
2005	Sítio 75	RO-JP-19	WGS84	349168.669	8984936.528	20I
2005	Teotônio	RO-JP-01	WGS84	383082.688	9020273.558	20I
2005	Veneza	RO-PV-13	WGS84	394913.696	9027329.565	20I
2008	Brejo	-	WGS84	395141.697	9026160.564	20I
2008	Campelo	-	WGS84	395341.697	9027760.566	20I
2008	Catitu	-	WGS84	397341.698	9029010.567	20I
2008	Garbin	-	WGS84	394591.696	9028010.566	20I
2008	Igarapé do Engenho	-	WGS84	396591.697	9028360.566	20I
2008	Ilha de Santo Antônio	-	WGS84	395541.697	9026360.565	20I
2008	Novo Engenho Velho	-	WGS84	398041.698	9029920.567	20I
2009	Adauto	-	WGS84	393591.696	9023460.562	20I
2009	Boa Vista	-	WGS84	392541.695	9022160.561	20I
2009	Mineiro	-	WGS84	382161.687	9021250.559	20I
2009	Foz do Jatuarana	-	WGS84	383841.689	9022510.56	20I
2009	Morro dos Macacos I	-	WGS84	388541.692	9023160.561	20I
2009	Morro dos Macacos II	-	WGS84	387341.691	9022790.561	20I
2009	Riacho Azul	-	WGS84	385481.69	9025150.563	20I
2009	São Domingos	-	WGS84	392441.694	9027460.565	20I
2009	Vista Alegre	-	WGS84	396941.699	9019960.56	20I
2009	Vista Alegre II	-	WGS84	385241.69	9019810.558	20I
2010	Ilha Dionísio	-	WGS84	347739.668	8983935.527	20I
2010	Ilha das Cobras	-	WGS84	376441.685	9006360.547	20I
2010	Ilha Japó	-	WGS84	367941.68	9001760.543	20I
2010	Ilha do Japó II	-	WGS84	368681.68	9001160.542	20I
2010	Ilha são Francisco	-	WGS84	380541.687	9013660.553	20I
2009	Macauba	-	WGS84	371816.682	9003835.545	20I
2009	Igarapé Agua Azul	-	WGS84	373741.683	9004860.546	20I
2009	Sítio Goiano Branco	-	WGS84	371041.682	9002560.544	20I
2010	Morrinhos	-	WGS84	368141.68	9002760.543	20I

2010	5 Irmãos	-	WGS84	350540	8962560	20I
2010	São Luiz	-	WGS84	383041.688	9022760.56	20I
2010	3K	2c	WGS84	363633.682	8964304.515	20I
2009	Ig.Jaturana	2b.119	WGS84	385541.688	9033960.569	20I
2010	Fazenda Obed	4c.329	WGS84	362959.676	9004267.544	20I
2010	Sr.Obed	4c.310	WGS84	363248.676	9004070.544	20I
2010	Igarapé São João	-	WGS84	339354.662	8985645.526	20I
2009	Apui	-	WGS84	231857.602	8927894.462	20I
2010	Ig.Mato Grosso	-	WGS84	291408.637	8941080.486	20I
2005	3 Esses 2	-	WGS84	245074.619	8896459.446	20I
2005	Três Irmãos	RO-JP-08	WGS84	291467	8941120	20I
2005	Jirau Esquerdo	RO-JP-19	WGS84	309439	8968886	20I
2005	Jirau	RO-JP-06	WGS84	310109	8968110	20I
2005	Chocolatal II	RO-GM-23	WGS84	247732	8874758	20I
2005	EMBAÚBA	RO-JP-11	WGS84	303268	8964300	20I
2005	Pé da Gorda	RO-GM-19	WGS84	237538	8935990	20I
2005	Jirau II		WGS84	310139	8968455	20I
2005	Madeira	RO-GM-27	WGS84	241006	8853401	20I
2005	MALOCA I	RO-JP-07	WGS84	288093	8940941	20I
2005	Maloca II	RO-JP-14	WGS84	288764	8940478	20I
2005	Novo Destino	RO-JP-12	WGS84	309257	8966735	20I
2005	Paredão III	RO-GM-18	WGS84	261428	8941104	20I
2005	Paredão	RO-GM-06	WGS84	260926	8942110	20I
2005	Paredão II	RO-GM-16	WGS84	265458	8939157	20I
2005	Pedral AB	-	WGS84	272610	8938518	20I
2005	Periquito	RO-GM-22,23 e 24 e 25??	WGS84	248140	8878914	20I
2005	Prainha II	RO-GM-26	WGS84	240984	8853379	20I
2005	Prainha	RO-GM-13	WGS84	280015	8942775	20I
2005	Terra Preta	RO-GM-25	WGS84	246957	8862794	20I
2005	Bananal	RO-JP-13	WGS84	297639	8945150	20I
2005	3 Esses	RO-GM-01	WGS84	232031	8927978	20I
2005	Chocolatal I	-	WGS84	248138	8873016	20I
2005	Paredão do Grito	RO-GM-17	WGS84	263135	8939435	20I
2005	Pedral do Machado	-	WGS84	269648	8937997	20I
2005	Pederneira I	RO-GM-02	WGS84	244812	8946234	20I
2005	Pederneira III	RO-GM-04	WGS84	244009	8946329	20I
2005	São Sebastião	-	WGS84	220545	8923272	20I
2005	Fortaleza de Abunã	RO-GM-07	WGS84	222869	8917154	20I
2005	CPRM	-	WGS84	249598	8908662	20I
2005	Pedral da Cobra	-	WGS84	283825	8940712	20I
2005	REMA II	RO-PV-19	WGS84			20I
2005	MORRINHO	-	WGS84	372515	9005904	20I
2005	Porto Seguro	RO-JP-03	WGS84	383814	9022380	20I
2005	Jacy-Paraná	RO-JP-05	WGS84	346254	8974754	20I

2005	Futuro	RO-JP-15	WGS84	341248	8982806	20I
2005	Caldeirão do Diabo	RO-JP-16	WGS84	318825	8973458	20I
2005		RO-JP-19	WGS84	349227	8984976	20I
2005	Caldeirão	RO-JP-20	WGS84	318880	8975529	20I
2005	Bela Vista	RO-JP-21	WGS84	357578	9000137	20I
2005	Boa Vista	RO-JP-22	WGS84	359365	9002464	20I
2005	Pedral do Carneiro	RO-JP-25	WGS84	388270	9021744	20I
2005	Santo Antônio	RO-PV-01	WGS84	396203	9026254	20I
2005	Trata Sério	RO-PV-18	WGS84	392539	9023366	20I
2005	REMA II	RO-PV-19	WGS84	393039	9025914	20I
2005	Ribeirão	RO-GM-5	WGS84	249771	8868046	20I
2012	Jirau 1	-	WGS84	321271	8972271	20I
2012	Jirau 2	-	WGS84	318978	8973607	20I
2012	Jirau 3	-	WGS84	319650	8976845	20I
2012	Jirau 4	-	WGS84	318993	8976919	20I
2012	Jirau 5	-	WGS84	317909	8976669	20I
2012	Jirau 6	-	WGS84	316,707,301	8,973,897,018	20I
2012	Jirau 7	-	WGS84	312357	8969836	20I
2012	Aldeia do Jamil	-	WGS84	318,927,001	8973687	20I
2012	Ilha do Padre 1	-	WGS84	319444	8976248	20I
2012	Ilha do Padre 1	-	WGS84	319039	8976286	20I
2012	Ilha do Padre 2	-	WGS84	319,007,208	8,975,369,620	20I
2012	Ilha do Padre 3	-	WGS84	318555	8974664	20I
2012	Ilha do Padre 4	-	WGS84	317716.613	8974889.784	20I
2012	Ilha Pequena 1	-	WGS84	319324	8975454	20I
2012	Ilha Pequena 2	-	WGS84	319324	8974847	20I
2012	Araras do Jirau	-	WGS84	317718	8973033	20I
2012	Acesso ensecadeira	-	WGS84	319071	8973930	20I
2012	Canal de fuga	-	WGS84	320063	8975496	20I
2012	Jirau (Jirau 17)	-	WGS84	310909	8968530	20I
2012	Jirau 8	-	WGS84	312357	8969836	20I
2012	Jirau 9	-	WGS84	312471	8970181	20I
2012	Jirau 10	-	WGS84	3123301	8969425	20I
2012	Jirau 11	-	WGS84	312352	8969299	20I
2012	Jirau 12	-	WGS84	299,311,568.80	964,613,223	20I
2012	Jirau 13	-	WGS84	346049.314	8978823.192	20I
2012	Jirau 14	-	WGS84	345987.314	8978255.191	20I
2012	Jirau 16	-	WGS84	313,516,294	8959295.172	20I
2012	Jirau 18 (BA2-Int)	-	WGS84	299,695	8963551	20I
2012	Jirau 21	-	WGS84	319,598	8976777	20I
2012	Jirau 22	-	WGS84	318,991	8976902	20I
2012	Jirau 23 (ext G1)	-	WGS84	260,900	8941400	20I
2012	Embaúba (Jirau 15)	-	WGS84	299,253	8964599	20I

2012	Bananal	-	WGS84	300,806	8947497	20l
2012	Paulo Freire	-	WGS84	289,600	8936900	20l
2012	Rio Mutum	-	WGS84	283,161	8923298	20l
2012	Maloca 2 (Ilha Mutum 1)	-	WGS84	289,434	8940656	20l
2012	Ilha Mutum 2	-	WGS84	290088	8939609	20l
2012	Paredão	-	WGS84	263150	8939413	20l
2012	Jirau Esquerdo	-	WGS84	309438	8968885	20l
2012	Jirau Novo Destino	-	WGS84	309199	8968885	20l
2012	JP 6 (Cachoeira do Jirau 1)	-	WGS84	310098	8968503	20l
2012	Paredão Gri	-	WGS84	265458	8939157	20l
2012	Três Irmãos	-	WGS84	288010	8940920	20l
2012	Vai quem Quer	-	WGS84	285813	8940150	20l
2012	Cachoeira do Tamborete 1	-	WGS84	244869	8946273	20l

Na sequência, apresentam-se breves descrições dos sítios arqueológicos entre as Cachoeiras do Santo Antônio a Teotônio que não foram abordadas no corpo do texto. Parte das informações são extraídas de cada relatório técnico individualmente (SCIENTIA, 2011) realizados com a colaboração da aluna em sua quase totalidade. Todas as coordenadas citadas abaixo estão no Datum SAD'69.

ILHA SANTO ANTONIO

Unidade de escavação N990-E849 (Setor de treze unidades 1mx1m)

Camada I – camada mais profunda, semelhante ao latossolo amarelo, possui compactação bastante alta, é argiloso e nele observamos os mergulhos de terra preta produzidos por feições antrópicas ou bioturbações. Ocorre material arqueológico em seus primeiros níveis, alguns líticos (lascas de quartzo), mas na maioria estes materiais estão associados a bioturbações. Conforme as escolhas metodológicas aplicadas nesta escavação, não podemos definir com precisão a profundidade desta camada, porém, os dados obtidos com a escavação da N990 E851, nos permitem inferir que esta camada aprofunda-se até cerca de 170cm da superfície e está acomodada sobre um solo argiloso avermelhado (2.5yR 4/8), muito compacto e estéril arqueologicamente. Talvez ocorram pequenas variações de profundidade.

Camada II - considerada camada arqueológica, é onde está a grande densidade de material arqueológico (tanto lítico quanto cerâmico). A presença de raízes e radículas em geral é menor, mas em alguns locais ocorreu em grande densidade. Compactação média, argilo-arenosa predominantemente. Coloração escura, predominância de 10yR 2/2 e 10yR 2/1. Estende-se a cerca de 50 cm abaixo da superfície, com mergulhos resultantes de bioturbações (com grande atividade nesta camada, mas nem sempre facilmente identificadas no perfil devido à coloração e textura uniforme) e de feições antrópicas, como podemos ver nas imagens do perfil e croquis. Na base desta camada, a transição para o latossolo amarelo ocorre abruptamente quando olhamos para o perfil e, nas bases de nível podemos observar certo mosqueamento, no entanto, este provém mais de atividade biológica do que da mistura pedológica das camadas.

Camada III - Camada húmica com cerca de 3 a 5cm e alguns mergulhos em função de bioturbações. Coloração escura 10yR 3/3. Areno-argilosa predominantemente, de compactação baixa. Com grande presença de raízes, radículas, sementes e algumas batatas cará – provavelmente remanescentes dos tempos recentes de cultivo. A presença de material arqueológico ocorre em baixa densidade (tanto líticos quanto cerâmica).

SITIO DO BREJO

Unidades de escavação N1020-E1059 e N1021-E1059 (Setor I)

Camada I: Camada arqueologicamente estéril, compacta e argilosa, mosqueada de cores amarelo-avermelhada (7.5 YR 7/8) e bruno (7.5 YR 5/2). Aparece na base da sequência e é tida como o “piso original da ocupação humana”. De sul para norte apresenta declive acentuado com aproximadamente 40°, que pode

ser verificado nos perfis leste e oeste. Há uma diferença na profundidade em que a camada se apresenta no perfil leste e no perfil oeste, indicando uma paleotopografia irregular, diferente da atual.

Camada II: Camada arqueológica, apresenta “terra preta” com concentrações de material arqueológico (cerâmica) e carvões, ocorre somente na região norte da área escavada da trincheira, não se estendendo para leste e oeste em direção ao sul do Setor. Textura siltosa, pouco espessa (xx cm) e com limites distintos da camada I.

Camada III: Camada arqueologicamente estéril, silte-arenosa, coloração bruno-claro. Não são visíveis estratificações nos perfis, mas indica provavelmente um sedimento de fonte aluvionar. Não ocorre no sul das unidades.

Camada IV: Camada arqueológica, textura siltosa, coloração XX. Apresenta alta densidade de carvões e material cerâmico. Sua espessura não ultrapassa dos 15cm, mas varia ao longo dos perfis leste e oeste.

Camada V: Camada arqueologicamente estéril, silte-arenosa, coloração bruno-claro. Novamente indica provavelmente um sedimento de fonte aluvionar.

Camada VI: Camada arqueológica, textura siltosa, coloração XX. Apresenta alta densidade de carvões e material cerâmico. Sua espessura não ultrapassa dos 15cm, mas varia ao longo dos perfis leste e oeste.

Camada VII: Camada arqueologicamente estéril, argilo-arenosa, coloração bruno-claro. Novamente indica provavelmente um sedimento de fonte aluvionar.

Camada VIII: Camada arqueologicamente estéril, areno-argilosa, coloração bruno-claro. Novamente indica provavelmente um sedimento de fonte aluvionar.

Camada IX: Camada arqueológica, silte-arenosa, coloração XX. Ela ocorre apenas ao norte e aparenta ser em parte como uma mistura da camada X acima (ver item seguinte) e da camada VIII, devido a algum evento de cheia do rio.

Camada X: Camada arqueológica, com espessura aproximada de 50cm, apresenta textura silte-arenosa, pode ser denominada “terra preta indígena” sendo neste caso ainda “enterrada”, por estar abaixo da superfície. Apresenta limites difusos com a camada IX e pouco distinto com a camada XI. Alta densidade de material cerâmico e carvões em todos os perfis evidenciados. Ocorrem ainda fragmentos de laterita e seixos angulosos de granito, além de poucos nódulos argilosos alaranjados.

Camada XI: Camada arqueologicamente estéril, areno-argilosa, coloração bruno-claro. Novamente indica provavelmente um sedimento de fonte aluvionar.

Camada XII: Camada arqueológica, areno-argilosa, coloração bruno-claro. Baixa densidade de cerâmica e carvões. Uma análise preliminar do material em campo e da estratigrafia indicam uma possível ocupação mais recente à associada a camada X.

Camada XIII: Camada superficial, apresenta material arqueológico, e carvões, mas que podem ser recentes também. areno-argilosa, coloração bruno. Apresenta folhas, raízes.

SÍTIO VISTA ALEGRE

Unidades de escavação coordenada 20L 387177/9020482 (69m na superfície da escavação).

Camada A – dimensão da camada procedeu desde nível 35-90, influenciada pelo declínio relevante que o barranco se constitui, portanto, não há um nível de superfície e uma definição horizontal para determinarmos uma camada constante. Há dificuldade de estabelecermos um quantitativo de vestígios sobre esta camada. Com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões abundantes, radículas, concreções e presença de formigueiro. Camada húmica de 5 cm, solo com pouca compactação, úmido, coloração de 10YR 5/6, tendo textura Areno-Siltoso e alta atividade de bioturbação.

Camada B – dimensão da camada procedeu desde nível 45-140, influenciado diretamente pelas ações de bioturbações. Com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. O procedimento de escavação dos níveis 30-70 foi realizado por degraus (10 em 10 cm de altura) objetivando a evidência da estrutura, tendo continuidade logo após a retirada das dimensões dos níveis que restavam. Solo pouco compacto, úmido, de coloração 10YR 5/8, tendo textura de Areno-Siltoso (45-100), Areno-Argiloso (100-140) e alta atividade de bioturbação.

Camada C – dimensão do nível 95-140, tendo uma ação intensa da atividade de bioturbação que proporcionou uma variação ao longo dos níveis. Presença alta de atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, úmido, de coloração 10YR 5/8, tendo textura Areno-Siltoso (95-100) e Areno-Argiloso (100-140), presença de grânulos de quartzo e alta atividade de bioturbações, que interfere diretamente na constituição da camada.

Unidade de escavação coordenada 20L 387190/9020490

Camada A – dimensão de aproximadamente de 60 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões (grande quantidade sobre a superfície, não sendo coletado pela alta contaminação), radículas, concreções, formigueiros e ninhos de insetos. Camada húmica de 5 cm, solo com pouca compactação (friável), seco, coloração de 10YR 5/8, tendo textura Areno-Siltoso e alta atividade de bioturbação. Entretanto, os vestígios evidenciados ao longo da escavação, variam entre fragmentos de cerâmica, líticos e carvão. Porém, ao término da camada, observamos o aparecimento de possível estrutura, sem forma definida, para que pudesse ser identificada. Contudo, outras unidades foram abertas, com referência ao vestígio (estrutura), para contextualização da ocorrência.

Camada B – dimensão de aproximadamente de 50 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, seco, de coloração 7.5YR 5/8, tendo textura de Areno-Siltoso, presença intensa de grânulos de quartzo arredondados e alta atividade de bioturbação. A quantidade de material nesta camada sofre uma redução: fragmentos de cerâmica (20), rocha (6) e carvão (9). Já evidenciada (estrutura) e com sua possível forma, algumas manchas de coloração distinta do solo foram observadas e registradas, ao seu redor.

Camada C – dimensão de aproximadamente de 20 cm de espessura, com baixa atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, úmido, de coloração 7.5YR 6/8, tendo textura Areno-Argiloso, presença de grânulos de quartzo com menos intensidade e baixa atividade de bioturbações. Camada arqueológica estéril.

Unidade de escavação coordenada 20L 387190/9020490 (2)

Camada A – dimensão de aproximadamente de 50 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, concreções, diversas sementes de babaçu sobre a superfície, formigueiro e ninho de cupim. Camada húmica de 10 cm, solo com pouca compactação nos primeiros níveis e variando para compacto friável, seco, coloração de 10YR 5/8, tendo textura Arenoso-Siltoso, presença de quartzo com intensidade ao longo da camada e alta atividade de bioturbação. Entretanto, os vestígios evidenciados ao longo da escavação, variam entre fragmentos de cerâmica (116), líticos (2) e carvão (1). Além dos vestígios materiais citados, observamos uma possível feição na base da camada, onde optamos em evidenciá-la e coletá-la.

Camada B – dimensão de aproximadamente de 45 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, seco, de coloração 7.5YR 5/8, tendo textura de Arenoso-Siltoso, presença intensa de grânulos de quartzo arredondados e alta atividade de bioturbação. A quantidade de material nesta camada sofre uma redução: fragmentos de cerâmica (5) e rocha (1). A feição identificada na camada anterior tem sua continuidade, podendo ser um buraco de estaca ou até uma ação de bioturbação.

Camada C – dimensão de aproximadamente de 20 cm de espessura, com baixa atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, úmido, de coloração 7.5YR 6/8, tendo textura Arenoso-Argiloso, presença de grânulos de quartzo com menos intensidade e baixa atividade de bioturbações. Camada arqueológica estéril.

Unidade de escavação coordenada 20L 387190/9020490 (3)

Camada A – dimensão de aproximadamente de 50 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, concreções, formigueiros, ninhos de insetos e sementes de babaçu. Camada húmica de 10 cm, solo com pouca compactação (friável), seco, coloração de 10YR 5/8, tendo textura Arenoso-Siltoso, presença de grânulos de quartzo arredondado em intensidade e alta atividade de bioturbação. Entretanto, os vestígios evidenciados ao longo da escavação, variam entre fragmentos de cerâmica (55), líticos (5) e carvão (1).

Camada B – dimensão de aproximadamente de 35 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, seco, de coloração 7.5YR 5/8, tendo textura de Arenoso-Siltoso, presença intensa de grânulos de quartzo arredondados e alta atividade de bioturbação. A quantidade de material nesta camada sofre uma redução: fragmentos de cerâmica (28), rocha (4), carvão (2) e rocha (22). Nesta camada, também identificamos um possível feição, buraco de estaca ou ação da bioturbação, onde acompanhamos seu formato e definição.

Camada C – dimensão de aproximadamente de 55 cm de espessura, com baixa atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, úmido, de coloração 7.5YR 6/8, tendo textura Arenoso-Argiloso e baixa atividade de bioturbações. Os vestígios ainda são localizados, mas com um número reduzidos, fragmentos de cerâmica (5), lítico (1) e rocha (2). Camada arqueológica estéril.

Unidade de escavação coordenada 20L 387190/9020490 (4)

Camada A – dimensão de aproximadamente de 50 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, concreções, formigueiros, ninhos de insetos e sementes de babaçu. Camada húmica de 10 cm, solo com pouca compactação (friável), seco, coloração de 10YR 5/8, tendo textura Arenoso-Siltoso, presença de grânulos de quartzo arredondado em intensidade e alta atividade de bioturbação (presença de um sedimento com textura distinta da camada, contendo vestígios, como: cerâmica, lítico e rocha). Entretanto, os vestígios evidenciados ao longo da escavação, variam entre fragmentos de cerâmica (289), líticos (9), carvão (2) e rocha (8). Blocos de rochas foram evidenciados e registrados, podendo ter alguma relação com a estrutura da unidade I.

Camada B – dimensão de aproximadamente de 45 cm de espessura, com alta atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, seco, de coloração 7.5YR 5/8, tendo textura de Arenoso-Siltoso, presença intensa de grânulos de quartzo arredondados e alta atividade de bioturbação. A quantidade de material nesta camada sofre uma redução: fragmentos de cerâmica (2), lítico (3) e carvão (2). Nesta camada, também identificamos um possível feição, buraco de estaca ou ação da bioturbação, onde acompanhamos seu formato e definição.

Camada C – dimensão de aproximadamente de 15 cm de espessura, com baixa atividade biótica, raízes, fragmentos de carvões, radículas, nódulos e concreções. Solo compacto, úmido, de coloração 7.5YR 6/8, tendo textura Arenoso-Argiloso e baixa atividade de bioturbações. Camada arqueológica estéril.

Unidade de escavação coordenada 20L 387030-9019950

Camada A - Camada espessa, entre 30 e 40 cm, sedimento coloração bruno (10 YR 4/3), em textura areno-siltoso, consistência ligeiramente friável (úmido), alta atividade biótica, com muitas raízes, radículas, sendo esta camada com média frequência de material arqueológico, sendo em geral fragmentos cerâmicos.

Camada B - sedimento coloração pouco mais escuro bruno (10 YR 5/3) e com alta frequência de material arqueológico, textura areno-siltoso, consistência ligeiramente friável (úmido), alta atividade biótica, com muitas raízes, radículas,

Camada C - camada arqueológica com boa frequência de material, sendo de transição a lato-solo, onde ocorreu estrutura de combustão. Sedimentos friável, coloração mais escura, em consistência ligeiramente friável. Menor atividade biótica.

Camada D - arqueologicamente estéril, com sedimento argilosa, coloração mais clara, havendo intrusões bióticas, sendo ultima camada evidenciada. Foi escavado quatro níveis estéreis até 90 cm de profundidade.