



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 463

**FERTILIDADE, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA,
MINERALOGIA E MORFOLOGIA DE CERÂMICAS E SOLOS
DE TERRA PRETA ARQUEOLÓGICA DO SAMBAQUI
JACAREQUARA (BARCARENA-PA)**

Dissertação apresentada por:

ANDRÉ HERON CARVALHO DOS REIS

Orientador: Prof. Dr. MARCONDES LIMA DA COSTA (UFPA)

Coorientação: Dr.^a MAURA IMAZIO DA SILVEIRA (MPEG)

**BELÉM
2015**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Reis, André Heron Carvalho dos, 1990-

Fertilidade, caracterização química, mineralogia e morfologia de cerâmicas e solos de terra preta arqueológica do Sambaqui Jacarequara (Barcarena-Pa) / André Heron Carvalho dos Reis. – 2015.

xv, 88 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Marcondes Lima da Costa
Coorientadora: Maura Imazio da Silveira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2015.

1. Cerâmica - Amazônia - Análise. 2. Fertilidade do solo – Barcarena (PA). 3. Terra Preta - Amazônia. I. Título.

CDD 22. ed. 620.1409811



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**FERTILIDADE, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, MINERALOGIA E
MORFOLOGIA DE CERÂMICAS E SOLOS DE TERRA PRETA
ARQUEOLÓGICA DO SAMBAQUI JACAREQUARA (BARCARENA-PA)**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
ANDRÉ HERON CARVALHO DOS REIS

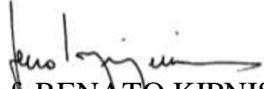
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.**

Data de Aprovação: 08 / 07 / 2015

Banca Examinadora:


Prof. MARCONDES LIMA DA COSTA
(Orientador-UFPA)


Prof. DIRSE CLARA KERN
(Membro-MPEG)


Prof. RENATO KIPNIS
(Membro-USP)

Para Maria de Carvalho dos Reis,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Marcondes Lima da Costa pela orientação, conhecimentos compartilhados, reuniões, discussões e pela confiança em mim depositada acolhendo-me nesta jornada do mestrado.

A minha co-orientadora Dra. Maura Imazio da Silveira que preciosamente oportunizou a coleção cerâmica do sítio o acervo do MPEG, contribuindo ricamente como co-orientadora.

Agradeço também à Dra. Dirse Clara Kern pela sempre presente orientação, pela paciência para ouvir, compartilhar e ensinar ao longo destes anos de formação acadêmica e pessoal. Muito obrigado!

Ao Dr. Bruno Apollo Mirando, pelo incentivo, estímulo e dedicação ao trabalho sempre me impulsionando a superar as dificuldades. Grande exemplo. Obrigado.

À CAPES-UFPA pela concessão da bolsa.

Aos projetos CERAFERTIL, Programa de Arqueologia da Costa Amazônia (PACA) Terra Preta Arqueológica (MPEG) e Assinaturas Geoquímicas em Cerâmicas Arqueológicas das Amazônia (UFPA) pelo financiamento das etapas de campo e análise das amostras.

Aos amigos do GMGA, especialmente Lana, Luiz Cláudio, Socorro, Dare, Flávia, Glayce, Leonardo, Fernanda, professora Rose, Rose Norat e todos que sempre compartilharam histórias e experiências na mesa de reuniões as quartas-feiras.

Aos amigos da sala 02, Kelly, André, Manuela e Carla, muito obrigado a todos vocês!

À Laura e ao Dr. Hilton Túlio do laboratório de microscopia eletrônica de varredura do Museu Goeldi.

Um agradecimento especial aos amigos do laboratório de Arqueologia no Museu Goeldi: Hannah e Mayara pelas grandes discussões, auxílios nas análises e pelo apoio.

Agradeço a Wesley Oliveira e Priscila Oliveira pela ajuda, compreensão (!) e estímulo ao longo da caminhada. Obrigado!

Aos amigos que mais chegados que irmãos: Ivana, Eude, Érica, Jorge, Laura Noeme, Cleidiane, Tatiane que sempre me ouviram pacientemente nos momentos difíceis e se alegraram comigo nas felicidades. Deus recompense vocês.

Á todos que direta ou indiretamente fizeram parte ou torceram para o êxito deste trabalho: minha gratidão.

*"Every archaeological problem starts as a
problem in geoarchaeology."*

Colin Renfrew

RESUMO

Terra Preta de Índio (TPI) ou Terra Preta Arqueológica (TPA) são solos comumente encontrados nos sítios arqueológicos da Amazônia, sua coloração escura e fertilidade contrasta dos solos adjacentes, geralmente pobres em nutrientes. Sua formação é relacionada ao descarte de matéria orgânica oriunda dos antigos aldeamentos indígenas, além da ocorrência de artefatos líticos, carvões e diversos fragmentos cerâmicos de diferentes estilos e tradições. Pesquisas realizadas no intuito de se avaliar a morfologia do conjunto cerâmico, caracterizações químicas, mineralógicas e a avaliação da fertilidade dos sambaquis ainda são escassas. Tais pesquisas podem contribuir para avançar no conhecimento sobre a formação da TPA, sua fertilidade e ainda elucidar aspectos do modo de vida dos grupos humanos pretéritos. Este trabalho objetivou avançar nesta problemática, ao analisar os fragmentos cerâmicos e solos das camadas arqueostratigráficas (definidos por atributos culturais e naturais) de TPA provenientes do sambaqui Jacarequara, município de Barcarena, Estado do Pará. As amostras foram submetidas a análises químicas e mineralógicas por ICP-MS, ICP-OES, DRX, MEV/EDS, microscopia óptica, avaliação dos parâmetros de fertilidade e análise morfológica (aspectos técnico-estilísticos) da coleção cerâmica do sambaqui. Quanto aos solos, os dados obtidos denunciam elevada fertilidade ($V > 87$ e $SB > 10$), pH de leve a fortemente básico (6,02-8,25), elevada concentração de P disponível (46,5-818,1 mg/dm³) e soma de bases composta predominantemente por Ca e Mg, retratando a composição química do material carbonático adicionado. Estes valores destacam-se nas camadas intermediárias 2, 3B e 3A com maior disponibilidade P e Ca, enquanto que estes valores diminuem consideravelmente na base do perfil (camada 6). Os solos também são formados predominantemente por SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O e MgO (85,37 %), refletindo a mineralogia composta por quartzo, calcita, aragonita e caulinita. A concentração de P₂O₅ é considerada alta (0,99%) porém menor quando comparadas com outros solos de TPA da Amazônia, presente possivelmente em fase amorfa. Quando confrontados com a média crustal, nota-se valores ligeiramente altos de SiO₂, CaO, TiO₂, P₂O₅ e MnO. Por sua vez, as cerâmicas mostraram pH básico (7,04-8,00), altos valores de soma e saturação de bases ($SB > 29,42$; $V > 94,7$) atestando a alta fertilidade destas. O P disponível mostrou menores valores na cerâmica que no solo (12-389,9 mg/dm³) revelando a contribuição dos FCs para a fertilização do solo.

A composição química destas é formada predominantemente por SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 P_2O_5 (75,33 %). Nos fragmentos cerâmicos a concentração total de P e Ca são maiores que no solo (P 0,75 %; Ca 9 % médias) porém com concentrações de P menores quando comparadas com outras cerâmicas da Amazônia, como do Baixo Amazonas. Mineralogicamente as cerâmicas não diferem do solo, denotando uma origem local para a fonte de matéria-prima. Estas são formadas por fases de quartzo, muscovita, calcita, aragonita, anatásio, além de uma fase amorfa de metacaulinita, o que sugere uma queima superior a 550°C. Não foram encontradas fases cristalinas relacionadas ao fósforo. Quando confrontados os dados químicos com a morfologia cerâmica, nota-se que fragmentos com maior capacidade volumétrica, granulometria fina e menor concentrações de conchas moídas na argila possuem maior concentração de P (> 0,70 %), indicando uma possível relação entre os materiais usados na confecção da cerâmica, formas de utilização do recipiente e a assinatura química resultante. Morfologicamente, os resultados enquadram a cerâmica na Tradição Regional Mina, contudo variações no padrão decorativo foram encontradas entre os níveis estratigráficos: a base do perfil apresenta uma ocupação em que as cerâmicas têm formas introvertidas, granulometria fina, engobo vermelho e maior diversidade no uso de antiplásticos, enquanto que a partir da camada 3 uma cerâmica caracterizada por conchas de maior granulometria, pratos com decorações plásticas (incisas, entalhados) e fragmentos muito mais fragilizados com ausência de engobo. Assim, conclui-se que os FCs são fundamentais para a manutenção da fertilidade das TPAs e também, que as dissimilaridades entre química, mineralogia, textura e tecnologia da cerâmica de cada camada delimita três fases de ocupação para o sambaqui: na primeira teriam ocupado um promontório de praia próximo ao rio, com uso dos recursos aquáticos em assentamentos temporários; no segundo um uso permanente da área, intensificação da pesca e do descarte de resíduos orgânicos no solo, resultando na TPA, e por último uma ocupação pós-sambaqui, com menor dependência de recursos aquáticos.

Palavras-chave: Fragmentos Cerâmicos - Fertilidade - Terra Preta Arqueológica.

ABSTRACT

Archaeological Black earth (ABE) are soil stains easily found in archaeological sites. Their dark color and fertility contrasts with adjacent soils, which are usually poor in nutrients. Their formation is related to disposal of organic matter coming from old indian villages, besides the presence of "lítico" artifacts, coal and various ceramic fragments of different styles and traditions. However, researches aimed to evaluate the morphology of the ceramic set, its chemical and mineralogical characteristics and also the assessment of the sambaquis' fertility still rare. These researches may contribute to a great advance in the knowlegde of ABE and its fertility. In addition, they may elucidate some aspects about the living style of the groups involved. This paper aims to advance in this problematic when analysing the ceramic fragments (decorated or not decorated) and the archeo- stratigrafic soil layers (defined by cultural and natural features) from the Sambaqui Jacarequara ABE, in Barcarena, Pará. The samples were submitted to chemical and mineralogical analisis by ICP-MS, ICP-OES, DRX, MEV/EDS, optical microscopy, the assessmente of soil fertility and morfological analises (stylistic and technical aspects) of the sambaqui ceramic set. Regarding to the soils, the obtained data demosntrate and high fertility ($V > 87$ e $SB > 10$), light and strongly basic pH (6,02-8,25), a high concentration of P is avaiable (46,5-818,1 mg/dm³), and the amount of the bases composed predominantly by por Ca e Mg, reflecting the chemical composition of the carbonatic material added. These values are highlighted in the layers 2, 3B and 3A with major availability P and Ca, while these values are reduced considerably in the base (Layer 6). The soils are predominantly composed by SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O e MgO (85, 37 %), which reletcs the mineralogy composed by quartz, calcite, argonite, kaolinite. The concentration of P₂O₅ is considered low (0, 46 %) when compared with the other ABE in the Amazon, possibly presented in amorphous phase. When confrotating with the crustal avarage is visible the slightly high values of SiO₂, CaO, TiO₂, P₂O₅ e MnO. In turn, the ceramics shows basic pH (7, 04-8, 00), high values of sum and base saturation ($SB > 29, 42$; $V > 94, 7$) demosntrating their high fertility level. The P avaiable indicates lower values in the ceramics than in the soil (12-389, 9 mg/dm³) displaying the FCs contribution to the soil fertility. Their chemical composition is composed by SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O, TiO₂ P₂O₅ (75, 33 %).

Mineralogically, the ceramics do not differ from the soil, indicating a local origin to the raw material sources. These ones are composed by quartz phases, muscovite, calcite, argonite, anatase, besides the amorphous phase of metakaolinite, which suggests a burning superior to 550°C. Crystalline stages related to phosphorus were not found. When confronting chemical data with the ceramics morphology, it is possible to notice that fragments with higher volumetric capacity, fined-grained and lower concentrations of grounded shells in the Clay have a higher concentration of P (> 0,70 %), indicating a possible relation between the materials used during the ceramics fabrication, their use and chemical signature. Morphologically, the results qualified the ceramics in the Regional traditional Mina. However, some variations in the decorative patterns were found between the stratigraphic levels: profile's basis, one occupation composed by ceramics of introverted forms, fined grained, red engobes e major diversity in the antiplastic use, while from layer 3 there is some ceramics characterized by shells with higher fined-grained, plates with plastic decorations (incised, hand-carved) and fragments much more with the absence od engobe. Therefore, it is concluded that the FCs are fundamental to the maintainance of the fertility of the ABE and also the dissimilarities among chemistry, mineralogy, texture and technology of the ceramics of each layer. It also defines three phases of occupation to the sambaqui: the first phase indicates they would have occupied a promontory of the beach next to the river with the use of aquatics resources in temporary villages; the second one demonstrates a permanent use of the area and intense fishing activity with disposal of organic matter in the soils resulting in the ABE; while the last one demonstrates a post sambaqui occupation with fewer dependence of aquatic resources.

Keywords: Ceramics Fragments, Fertility, Archeological Black Earth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Mapa de localização do sambaqui Jacarequara	7
Figura 2 – Croqui esquemático do sambaqui.....	9
Figura 3 – Em a) Área de domínio do sambaqui.	10
Figura 4 – Parede Oeste, em que se nota a variação textural e o contato com o montículo de fragmentos cerâmicos a esquerda.....	10
Figura 5 – Planificação das seções (N, E, S, W) mostrando a sucessão estratigráfica	12
Figura 6 – Identificação e localização das amostras na parede sul e sua relação com as camadas e níveis	15
Figura 7 – Em a) Feição de marca de esteio ao centro; b) Desenho esquemático das áreas de coleta da feição de esteio.....	15
Figura 8 – Bordas de FCs selecionadas para análise química e mineralógica	16
Figura 9 – Fluxograma de atividades desempenhadas.....	17
Figura 10 – Fluxograma das atividades de análise morfológica dos FCs.	20
Figura 11 – Seção arqueostratigráfica da seção E-S da quadra E1S1	22
Figura 12 – Representação gráfica dos perfis N - W da quadra E1S1.....	23
Figura 13 – Nível 3B. Perfil S	24
Figura 14 – Detalhe do nível 3A, perfil S.....	25
Figura 15 – Perfil W, camada conchífera do sambaqui Jacarequara	25
Figura 16 – Estratificação da camada 1, seção W.....	26
Figura 17 – Espectros de difração de raios X das amostras de solo dos níveis arqueostratigráficos do sambaqui Jacarequara	27
Figura 18 – Diagramas de dispersão entre CaO – P ₂ O ₅ ; MgO – CaO; Al ₂ O ₃ – P ₂ O ₅ ; P ₂ O ₅ – K ₂ O e K ₂ O – MgO.	30
Figura 19 – Normalização dos solos com a média crustal.....	31
Figura 20 – Normalização dos elementos-traço dos solos com a média crustal	35
Figura 21 – Normalização dos ETR nos solos relativa aos condritos.....	37
Figura 22 – Mapas de isovalores das concentrações dos elementos maiores na seção Sul.	38
Figura 23 – Mapas de isovalores das concentrações dos elementos maiores na seção Sul.	39
Figura 24 – Relação entre a disponibilidade dos elementos no sono e o pH em H ₂ O e CaCl ₂	40
Figura 25 – Mapa de isovalores para pH H ₂ O, pH KCl, MO, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn	43

Figura 26 – Dispersão l P-Ca disponíveis nos solos do sítio Jacarequara	46
Figura 27 – Diagrama de dispersão Zn-Mn disponíveis.....	47
Figura 28 – Base roletada com sobra de carga na junção dos roletes.....	50
Figura 29 – Sequência de confecção da base e paredes a partir dos roletes.	51
Figura 30 – Fragmento cerâmico com conchas trituradas, tamanho > 3 mm observáveis tanto na superfície interna e externa como no interior do fragmento.....	51
Figura 31 – Em a) fragmento com engobo branco e b) fragmento com engobo vermelho.....	52
Figura 32 – Distribuição dos tipos de antiplásticos e da espessura dos FCs segundo os níveis estratigráficos.....	53
Figura 33 – Aspectos de tratamento de superfície, decoração pintada e plástica entre os níveis.	54
Figura 34 – Aspectos de tratamento de superfície, decoração pintada e plástica entre os níveis.	55
Figura 35 – Tipologia das formas identificadas a partir dos FCs.	57
Figura 36 – Espectros de difração de raios X mostrando os principais minerais identificados nos FCs: quartzo (Qtz), muscovita (Ms), calcita (Cal) e aragonita (Arg).....	58
Figura 37 – Fotomicrográfica ópticas de FCs mostrando a abundância de conchas e sua distribuição na pasta (a-d); matiz argilosa com óxidos de ferro (e) e a presença de cariapé (f).....	59
Figura 38 – Fotomicrográfica ópticas de FCs mostrando a abundância de conchas e sua distribuição na pasta (a-d); matiz argilosa com óxidos de ferro (e) e a presença de cariapé (f).....	60
Figura 39 – Diagramas P_2O_5 - Fe_2O_3 - Al_2O_3 e P_2O_5 - MgO - CaO ressaltando a dispersão química dos FCs, principalmente em termos de Fe_2O_3 , Al_2O_3 e CaO	64
Figura 40 – Distribuição das concentrações químicas dos elementos maiores dos FCs normalizados a média crustal.....	65
Figura 41– Os FCs normalizados a média crustal	67
Figura 42 – Os ETRs nos FCs normalizados com aos condritos.....	68
Figura 43 – Comparativo entre as concentrações médias dos elementos maiores e menores e P.F entre FCs e Solos TPAs.....	72
Figura 44 – Comparativo entre os valores médios dos elementos traços (ppm), presentes nos FCs e solos.	74
Figura 45 – Parâmetros de fertilidade de solos e Fcs.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das camadas arqueostratigráficas.....	13
Tabela 2 – Atributos pedológicos das camadas da quadra E1S1.....	14
Tabela 3 – Parâmetros e métodos empregados para a determinação da fertilidade de solos e fragmentos cerâmicos do sítio Jacarequara.....	18
Tabela 4 – Composição química dos solos (%) da seção S.....	29
Tabela 5 – Concentrações dos elementos-traço (ppm) nas amostras de solos.....	33
Tabela 6 – Parâmetros de fertilidade nos solos.....	41
Tabela 7 – Comparativo entre os teores de P, Na, Ca e Mg disponível do sítio Jacarequara e sambaquis.....	44
Tabela 8 – Comparativo entre a concentração média dos micronutrientes Zn, Fe, Mn e Cu entre o sambaqui Jacarequara e os sambaquis.....	47
Tabela 9 – Comparativo entre os valores determinados dos solos da feição de esteio e os valores médios dos níveis arqueostratigráficos.....	49
Tabela 10 – Composição química (%) dos fragmentos cerâmicos.....	63
Tabela 11 – Concentrações dos elementos-traço nos FCs (ppm).....	66
Tabela 12 – Composição química (%) dos FCs.....	70
Tabela 13 – Comparativo entre os teores médios de P disponível entre os FCs estudados na Amazônia.....	70
Tabela 14 – Comparativo entre a mineralogia de FCs e solos.....	71

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iiv
AGRADECIMENTOS	v
EPIÍGRAFE	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
TABELAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 AS TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS	3
3.2 QUÍMICA, MINERALOGIA E O ESTUDO MORFOLÓGICO DE FRAGMENTOS CERÂMICOS (FCs).....	5
4 MATERIAIS E MÉTODOS	7
4.1 ÁREA DE ESTUDO	7
4.2 O SAMBAQUI JACAREQUARA	8
4.3 AMOSTRAGEM	14
4.3.1 Amostras de solo	14
4.3.2 Fragmentos Cerâmicos (FCs)	16
4.4 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	17
4.4.1 Amostras de solo	17
4.4.2 Amostras de Fragmentos Cerâmicos (FCs).....	17
4.5 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	18
4.5.1 Fertilidade	18
4.5.2 Química total	18
4.5.3 Identificação mineralógica	19
4.5.4 Microscopia óptica	19
4.5.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV/EDS)	19
4.5.6 Análise morfológica dos fragmentos cerâmicos	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21

5.1 SOLOS TPA.....	21
5.1.2 Arqueostratigrafia	21
5.1.3 Mineralogia	27
5.1.4 Composição química	28
5.1.4.1. Elementos maiores.....	28
5.1.5 Distribuição dos elementos maiores na seção sul da quadra	37
5.1.6 Fertilidade	39
5.2. FRAGMENTOS CERÂMICOS (FCs).....	50
5.2.1 Arqueostratigrafia, morfometria e tecnologia de produção	50
5.2.2 Mineralogia	57
5.2.3 Composição química	62
5.2.4 Fertilidade	69
5.3 RELAÇÃO FCs e SOLOS TPA	71
5.3.1 Mineralogia	71
5.3.2 Composição Química	72
5.3.3 Fertilidade	75
5.4 RECONSTITUIÇÃO DA POSSÍVEL OCUPAÇÃO DO SÍTIO JACAREQUARA E COMO AS CAMADAS FORAM FORMADAS E MODIFICADAS	77
6 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Estudos atuais apontam que a Amazônia foi ocupada densamente ao longo de sua pré-história. Nesta discussão inserem-se questionamentos não apenas sobre o modo de vida das populações, mas também sua relação com o ambiente circundante, e como elas contribuíram para formar a atual paisagem da Floresta Tropical (Posey & Balee, 1989; Neves et al., 2004; Moraes & Neves, 2012). São vestígios destas ocupações pré-colombianas os fragmentos cerâmicos, artefatos líticos, vestígios ósseos, dentre outros, encontrados em sítios arqueológicos de diversas dimensões, muitas vezes notados por manchas de solo escura, denominadas de Terra Preta de Índio (TPI), Terra Preta Arqueológica (TPA) ou Arqueo-Antrossolos (Kern, 1996; Corrêa, 2007).

As cerâmicas e seus fragmentos são vestígios fundamentais por permitirem inferências acerca do comportamento e mudança nos padrões culturais dos grupos que os produziram (Rice, 1982; Schiffer, 2002). O estudo morfológico (análise da variabilidade do contorno das formas, tratamentos de superfície, decorações e demais atributos) possibilita traçar grupos tipológicos que confrontados com outros dados (datação, estratigrafia, polínicos, etc.) permitem deduzir formas de ocupação e continuidades/rupturas culturais do grupo ceramista que ocupou a área do sítio (Rebellato, 2007; Silva, 2007)

Além dos estudos morfológicos os mineralógicos e químicos dos fragmentos cerâmicos já realizados permitiram identificar matérias primas e principalmente altos teores de fósforo que abrem discussões sobre a origem da fertilidade das TPAs (Costa, et al., 2004; Rodrigues, 2010). Os resultados já obtidos mostram que este elemento e demais associados seja forte indicador da dieta alimentar e uso das vasilhas cerâmicas (Duma, 1972; Cackette et al., 1987; Dannel & Hunt, 1990)

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir para o entendimento de formação do sambaqui Jacarequara a partir da sucessão estratigráfica, dos artefatos cerâmicos neles contidos (morfologia, mineralogia e composição química) e do desenvolvimento dos perfis de solo TPA e avaliar a formação cultural, espacialidade, dieta e condições ambientais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as características tecnomorfológicas dos fragmentos cerâmicos;
- Determinar composição mineralógica e química dos fragmentos cerâmicos visando a identificação de matéria prima e uso dos respectivos vasilhames;
- Determinar a composição mineralógica e química dos solos e possível interação destes, com os fragmentos cerâmicos;
- Avaliar a possível contribuição dos fragmentos cerâmicos para a fertilização dos solos TPA.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AS TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS

Os solos identificados no ambiente amazônico são caracterizados como ácidos e pobres em nutrientes, não propícios ao uso agrícola. Todavia, também ocorrem áreas de solo de coloração escura, comumente associada a vestígios líticos e cerâmicos depositadas por populações indígenas pré-históricas.

Este solo denominado Terra Preta Arqueológica – TPA (Kern & Kämpf, 1989), Terra Preta de Índio (TPI) ou Arqueoantrossolo (Kämpf & Kern, 2005), tem mostrado grande potencial informativo sobre os hábitos e costumes dos grupos pré-históricos da Amazônia, haja vista que estudos diversos creditam sua formação ao intensivo descarte de material orgânico depositado no solo por estes aldeamentos. A adição de materiais como palmeiras, ossos, restos de animais, carvão, fezes, urina, em geral associado a alta densidade de fragmentos cerâmicos (FCs), incorporaram ao solo elementos como Ca, Mg, P, Mn, Zn, Cu e C orgânico, conferindo também a coloração escura e espessamento do horizonte antrópico (Kern, 1996). Tal processo resultou no aumento da fertilidade do solo, em contraste com as áreas adjacentes, geralmente mais pobres.

Os primeiros relatos sobre as TPAs na Amazônia são creditados aos trabalhos de Hartt, (1885), Gourou, (1949) e Hilbert, (1955) em pesquisas realizadas no Baixo Amazonas, Pará. Hartt (1885) chamou a atenção não apenas para existência deste solo escuro, usado pelas populações nativas para o cultivo de subsistência, reflexo do reconhecimento empírico da fertilidade destas, mas também para os vestígios cerâmicos nela depositados. Estas cerâmicas ricamente elaboradas, outrora descritas por Maurício de Heriarte (1874), apareciam sempre associadas a TPA, de sorte que foi um indício importante para associar a formação destes solos á antigas áreas de aldeias indígenas. Tal relação entre a ocorrências dos solos escuros e os fragmentos cerâmicos foi observada também por Orton (1985), Smith (1979) e Derby (1897), os quais, creditaram aos índios pré-históricos a alteração do solo original, incrementando-o (intencionalmente ou não) com restos cerâmicos, alimentares e demais tipos de refugos resultantes de descartes domésticos.

Quanto ao aspecto geológico, Woods & Denevan (2006) apontam os trabalhos realizados por Katzer, (1903) que reconheceram a elevada fertilidade destes solos, similaridades com as áreas sedimentares de antigos igapós, e sua possível origem antrópica. Posteriormente, Gourou, (1949) e Sternberg, (1956) reforçaram a afirmativa em suas pesquisas, aproximando os estudos arqueológicos das pesquisas sobre as TPAs.

O antropólogo alemão Kurt Nimuendajú, (2004), além de contribuir com um profícuo mapa de distribuição etnolinguística do Brasil, também realizou extenso mapeamento de sítios arqueológico com TPA ao longo da década de 50, como cita Kern et al. (2009).

A partir da década de 60, intensificaram-se estudos específicos que procuram analisar a fertilidade destes solos. Cunha & Franco, (1962) e Falesi, (1972) apontaram que as TPAs poderiam ter se originado a partir de eventos geológicos. Ranzani et al. (1962) além de reconhecer a origem antrópica das TPAs também adiciona a possível intencionalidade destes povos em incorporar tais materiais para fertilização, classificando o horizonte A como um “plaggen epipedon”.

Os trabalhos que se seguiram, lançando mão de extensos grids sistemáticos de coleta de amostras, procuraram mapear o comportamento geoquímico da TPA e sua fertilidade. Dirse Kern (1988) foi uma das pioneiras a explorar essa variabilidade em resposta a ocupação humana pretérita, em sítios arqueológicos do município de Oriximiná, Baixo Amazonas. Em trabalhos subsequentes, foram caracterizados a física e química destes solos com vistas a sua classificação pedológica (Kern & Kampf, 1990), e a influência da deposição de materiais orgânicos como palmeiras na formação do horizonte TPA (Kern & Kampf, 1999). De forma mais vasta, o estudo da distribuição geoquímica dos elementos nos sítios arqueológicos foi aplicado por Kern (1996) em sítios de Caxiunã. Os resultados mostraram uma delimitação dos espaços de atividades distintas (refúgio, praça, moradia) marcada por elementos associados a atividade humana, como o Ca, Mg, P, Mn, Zn, Cu, o que permitiu definir uma hipótese para o padrão de assentamento indígena (Kern, 1996; Kern & Costa, 1997; Costa & Kern, 1999; Costa et al, 2003; Kern et al, 2005).

Costa et al. (2013) também obteve resultados semelhantes analisando a distribuição espacial dos elementos químicos nos sítios Terra Preta 1 e Terra Preta 2, no Baixo Amazonas. A assinatura química composta por anomalias positivas de Ca, Mg, P, Mn, Zn, Cu parecem ser uma tendência comum em Terras Pretas Arqueológicas.

Atestada a fertilidade dos solos TPA, estudos paralelos seguiram-se no intuito de desvelar os fatores pedogenicos atuantes na elevada fertilização e resiliência do solo. Em análises geoquímicas realizados com os fragmentos cerâmicos (FCs) associados ao perfil de TPA, foi evidenciada a presença de fosfatos de alumínio, quando não, teores de P relativamente mais elevados que no solo (Costa et al., 1993, 2001, 2004). Este fato suscitou questionamentos importantes como a qual a origem destas concentrações, seus eventos causadores e as possíveis relações com a fertilização da TPA, temas estes que seguem sendo discutidos até o momento.

3.2 QUÍMICA, MINERALOGIA E O ESTUDO MORFOLÓGICO DE FRAGMENTOS CERÂMICOS (FCs)

Os fragmentos cerâmicos (FCs) são uma das principais fontes informativas analisadas pela Arqueologia. No contexto amazônico, as análises com FCs procuraram estabelecer relações entre os atributos decorativos, dispersões regionais e métodos de fabricação e embasaram grande parte do que hoje se sabe da Amazônia pré-histórica. Como discutido anteriormente, além de material orgânico, as TPAs são compostas pelos FCs e fragmentos líticos, por vezes em grande quantidade, como no caso dos sítios extensos do Baixo Amazonas. Além das análises que especificaram as tradições técnico-tipológicas ceramistas dos sítios, questões como a possível participação dos FCs na fertilização da TPA foram levantadas.

Dentre os primeiros, Coelho et al. (1995; 1996) caracterizaram a mineralogia e composição química de FCs oriundas de TPAs de Caxiuanã, no intuito de averiguar a relação entre a composição resultante e o solo. Assim foram identificados os elevados conteúdos de P nas cerâmicas. Trabalhos anteriores como os Duma, (1972), Cackette et al. (1987) e Dunnel & Hunt (1990) já apontavam tal distinção em cerâmicas arqueológicas, contudo enfatizando a variabilidade destas concentrações em razão de usos diferenciados dos vasilhames. Em 1992, James Skibo em trabalhos experimentais também confirmou a alteração da composição química da cerâmica em função do uso doméstico, enquanto Freestone et al. (1994) credita esta variação a fatores geológicos.

Os trabalhos que se seguiram confirmaram uma tendência positiva para a elevação de P nas cerâmicas de TPA, (Costa et al., 2004; 2004a, e 2004b). Os fatores que poderiam estar influenciando na variabilidade química destes FCs, seriam os antiplásticos aditivados para conter a plasticidade da argila (tempero), a origem da matéria-prima do qual a argila foi originada e por último, os usos pelo qual a cerâmico foi destinada.

Silva, (2010), encontrou distinções entre a composição química de cerâmicas de sítios situados em diferentes regiões do estado do Pará e na Amazônia Colombiana, porém os conteúdos de P mostraram-se mais baixos quando comparados com os de Rodrigues, (2010). Este último ao analisar a composição química de cerâmicas dos sítios Jabuti, identificou valores elevados de P, mesmo quando comparados com FCs de outros sítios da Amazônia. Na composição mineralógica, a foram identificados fosfatos na matriz argilosa, o que poderia estar fornecendo ao solo os elevados teores de P.

O modelo hipotético de enriquecimento de P estabelecido por Costa et al. (2004), que estabelece a cocção como causa do enriquecimento da matriz mantém-se atual. A relação dos FCs com a fertilização da TPA sugere que os fosfatos quase sempre presentes na matriz argilosa, ao serem intemperizados gradualmente, liberam componentes químicos, que fixados parcialmente por argilominerais, húmus, e outros materiais orgânicos (biochar) favorecem a fertilidade (Costa, 2009). Apesar dos resultados alcançados, questões a respeito do processo formativo destes fosfatos, origem e relação com a fertilidade da TPA carecem de mais entendimento, procurando-se também extrair informações sobre o modo de vida dos grupos humanos que os fabricaram.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O sambaqui Jacarequara, ao lado do povoado homônimo, está situado na ilha de Trambloca (22M 076288/9844153), município de Barcarena, mesorregião metropolitana de Belém, no contexto da ilha/baía do Marajó (Figura 1).

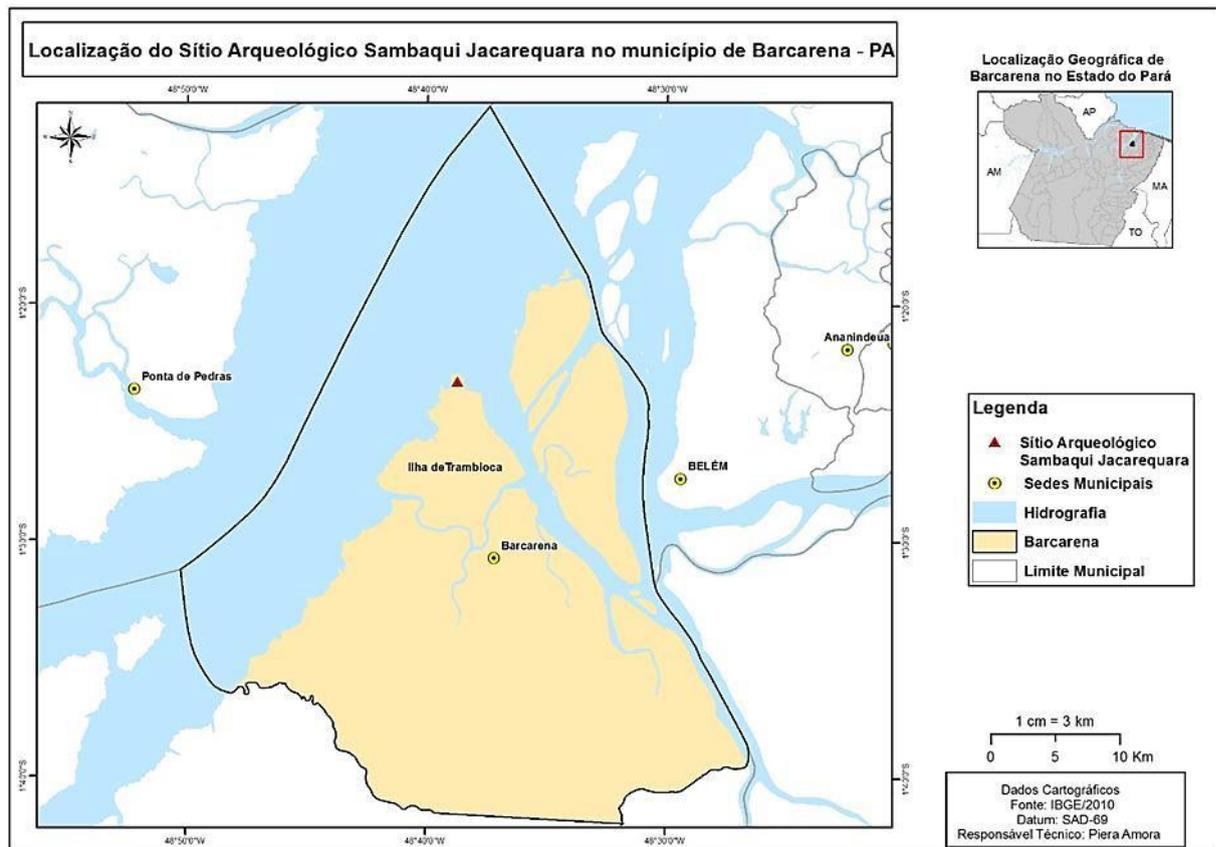


Figura 1– Mapa de localização do sambaqui Jacarequara.

O terreno é plano e baixo, sobretudo nas ilhas, sujeitas, em parte, às inundações (Souza & Lisboa, 2005), típico das Planícies Amazônicas, que inclui planícies aluviais (várzeas), praias e canais fluviais (Ross, 1996; Boulhosa & Mendes, 2007). A ilha de Trambloca com 123,5 km² de extensão, é limitada (norte e nordeste) pela baía do Marajó.

Localiza-se a oeste da área estuarina do rio Amazonas, sendo banhada pelas baías de Carnapijó a leste e de Guajará a oeste e justo ao norte da cidade de Barcarena, respectivamente na outra margem dos rios Mucuruçá ou Barcarena e Aititeua ou Arrozal. A mesma sofre a influência da maré, sendo recortada por micro-bacias de igarapés, furos e por lagos (Simonian, 2006).

O clima na classificação de Köppen é do tipo Am (clima quente equatorial), com temperatura média anual de 27°. A vegetação é composta por florestas de terra firme, capoeiras e matas de várzea. (Amaral et al., 2002).

Os solos predominantes são argissolos amarelos distróficos com textura arenosa/média, fortemente drenados, com baixa suscetibilidade a erosão (EMBRAPA, 2003). Esses solos desenvolveram-se sobre rochas sedimentares da formação Barreiras (depósitos siliciclásticos continentais, como arenitos, conglomerados e argilitos) do Mioceno, que localmente foram sobrepostos em parte por sedimentos do Quaternário como cascalhos, areias e argilas (Ribeiro apud. Oliveira, 2007).

4.2 O SAMBAQUI JACAREQUARA

A identificação do sambaqui Jacarequara ocorreu ao longo das campanhas de prospecção do projeto “Levantamento das Potencialidades Arqueológicas e Históricas na área dos Municípios de Barcarena e Abaetetuba”, coordenadas pelos arqueólogos do Museu Paraense Emílio Goeldi, Dra. Maura Silveira e Dr. Fernando Marques. Os trabalhos de escavação foram desenvolvidos no âmbito do Projeto interdisciplinar Estudos arqueológicos de Sambaquis da Costa do Pará (financiado pelo CNPq- edital universal 2010 - 2012) sob a chancela do Programa de Estudos Costeiros do Museu Goeldi (PEC/MPEG) e do Processo de Formação de Solos com Terra Preta Arqueológica (MPEG-MCT).

O sítio está na área da comunidade Jacarequara. A área escavada assenta-se sobre uma suave elevação em forma de montículo, próxima a área alagável, o que denota ser resultante da deposição intensa de vestígios humanos em área outrora mais baixa (Figura 2).

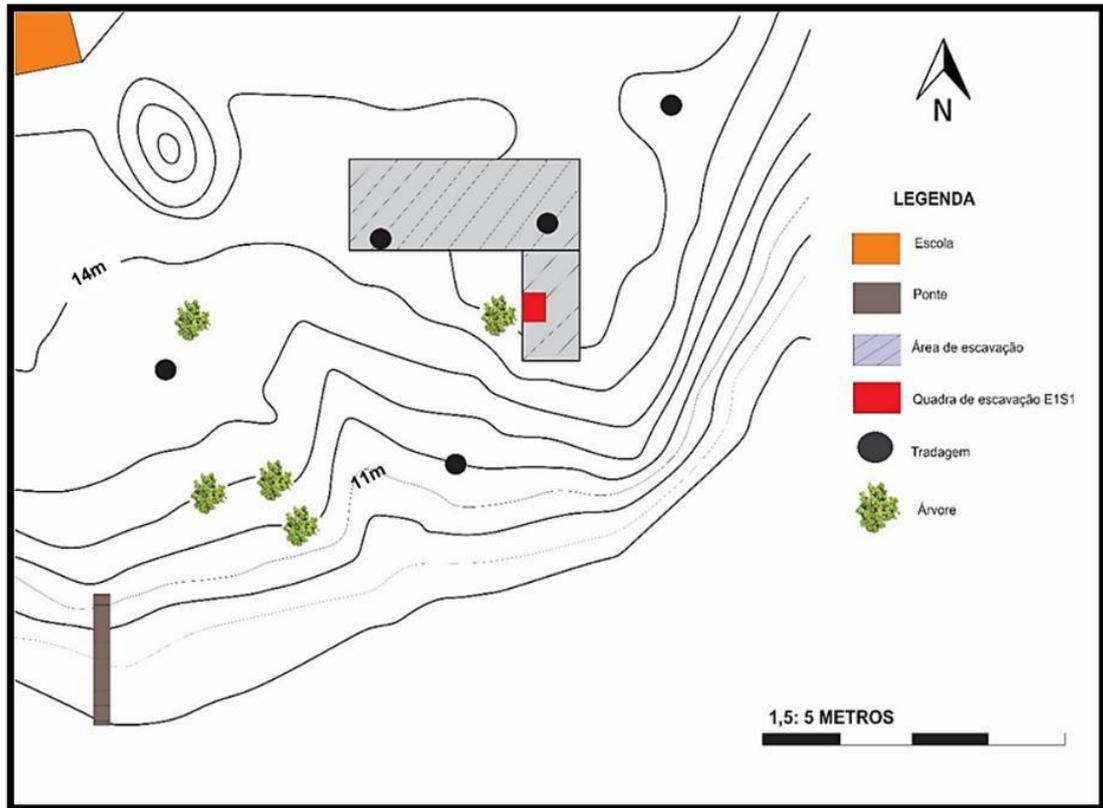


Figura 2 – Croqui esquemático do sambaqui.
 Fonte: Adaptado de Silveira & Marques, (2013).

Segundo Silveira (2014), a escavação foi realizada por decapagem em níveis naturais (arqueostratigráfico). Nesta oportunidade foi selecionada a quadra de 1x1 m (E1S1) (Figura 1) para o presente trabalho por bem representar o sítio. A quadra apresentou grande quantidade de cerâmica, líticos, vestígios ósseos (humanos e de animais), conchas de bivalves, gastrópodes e neritinas, além da camada de terra preta (40 cm). A sucessão estratigráfica compreende 6 camadas (tabela 1), as quais envolvem nove níveis arqueológicos (Figura 3b), a saber: 1, 1B, 2, 2A, 3, 3A, 3B, 4, 5, e 6 (estéril). A amostragem seguiu os níveis arqueo-estratigráficas, envolvendo o solo, fragmentos cerâmicos, artefatos líticos e vestígios orgânicos como ossos e tipologia de conchas (Silveira, et al., 2014; Figuras 3 - 5).



Figura 3 – Em a) Área de domínio do sambaqui. Foto Silveira, (2013); b) Escavação da quadra E1S1. Foto Marques, (2013).



Figura 4 – Parede Oeste, em que se nota a variação textural e o contato com o montículo de fragmentos cerâmicos a esquerda. Fonte: Marques, (2013).

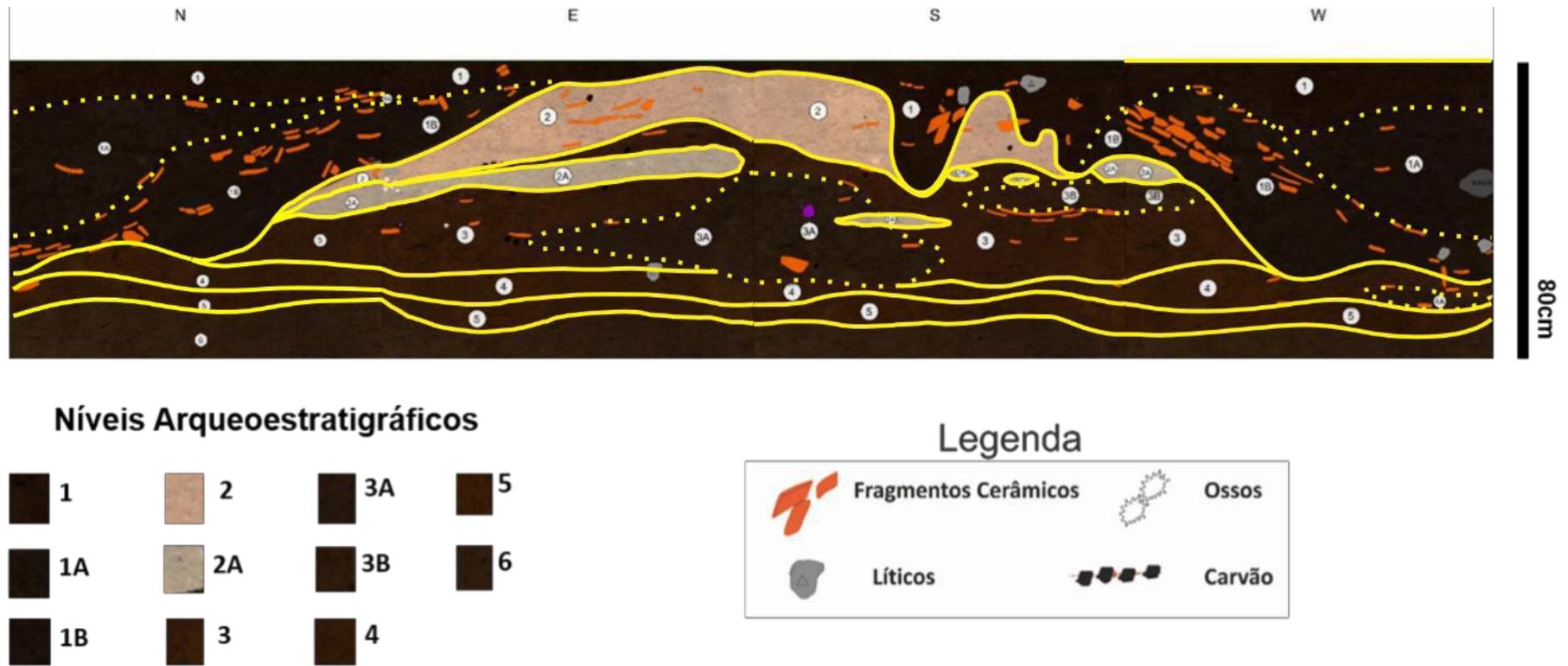


Figura 5 – Planificação das seções (N, E, S, W) mostrando a sucessão estratigráfica.
 Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2014).

O registro da sucessão das camadas da quadra E1S1 demonstra que estas são irregulares e descontínuas até a camada 3, tornando-se mais regulares e horizontais a partir da camada 4. São todas quase franco arenosas, coloração 7.5 YR a 10 YR para o topo, estrutura fraca, em que os fragmentos cerâmicos se adensam para o topo, enquanto os de conchas na zona intermediária (Tabela 1).

Tabela 1– Descrição das camadas arqueostratigráficas

Níveis	Prof. (cm)	Esp. (cm)	Descrição Arqueológica
1	0-35	35	Alta densidade de cerâmica, baixa densidade de conchas, líticos e carvões.
1A	13-58	45	Alta densidade de cerâmica (especialmente bordas), ocorre ao lado da área do montículo nas paredes N e W.
1B	8-60	52	Alta densidade de carvão, raízes e cerâmicas, ocorre como topo do montículo com inclinação para NW.
2	5-20	15	Alta densidade (90%) de conchas bivalves e ossos muito parcialmente decompostos.
2A	35-45	10	Alta densidade (90%) de lentes de bivalves, meritinas e ossos bem preservados.
3	20-60	40	Composta 55% de cerâmicas e conchas. Ocorrem ainda ossos, líticos, otólitos e esporões de peixes.
3A	30-60	30	Composta por concha de neritinas bem preservadas, cerâmicas finas e pequenas, ossos, carvões e artefatos líticos.
3B	30-40	10	Composta por conchas de neritinas, ossos e carvões.
4	55-60	5	Caracteriza-se por poucas cerâmicas, menor frequências de carvões e ossos pequenos.
4A	60-65	5	Mancha escura com muitas cerâmicas e carvões.
5	65-72	7	Diminuição da coloração escura do solo, menor frequência de cerâmicas, carvões e ossos
6	65-80	15	Raros fragmentos cerâmicos, surgimentos de concreções ferruginosas próprias do perfil.

Fonte: Silveira et al, (2014).

Tabela 2 – Atributos pedológicos das camadas da quadra E1S1

Níveis	Coloração	Cerâmica	Conchas	Textura	Estrutura	Transição
1	10YR 2/2	Denso	Poucas	Franco Arenoso	Fraca	Clara/ irregular
1A	10YR 2/1	Denso	Poucas	Franco Arenoso	Fraca	Ligeira
1B	10Y/R 2/1	Densa	Poucas	Franco Arenoso	Fraca	Ligeira
2		Média/Densa	90 %			Difusa/Irregular
2A		Média	90 %			Clara
3	10YR 2/2	Densa	55 %			
3A	7.5YR 2/1		30 %	Franco Arenoso	Fraca	Difusa
3B	7.5YR 3/2	Densa	30 %			
4	10YR 3/3	Poucas	Poucas	Franco Arenoso	Ausente	
4A1	10YR 3/2	Poucas	Poucas			
5	10YR 3/3	Raros	Raros	Areia Franca		
6	10YR 3/2	Raros	Raros	Franco Arenoso	Fraca	

Fonte: Silveira et al, (2014).

4.3 AMOSTRAGEM

4.3.1 Amostras de solo

Foram coletadas 17 amostras de solo na PAREDE SUL da unidade por melhor representar a estratigrafia da área. A identificação e localização das amostras estão representadas na figura 6 e sua descrição na tabela 1. Também foram coletadas 3 amostras de solo das porções superior, interna e da base de uma feição de esteio evidenciada ao longo da escavação (Figura 7). Esta tem por piso original o topo do nível 3 e se estende até a base do perfil (nível 6) conforme Silveira et al, (2014).

4.3.2 Fragmentos Cerâmicos (FCs)

Das amostras de solo coletadas foram extraídos os fragmentos cerâmicos (FCs) com vistas a sua caracterização mineralógica, química e de fertilidade. Para as análises de química total, e mineralógicas foram selecionados 8 fragmentos de bordas com tratamento de superfície elaborado (barbotinas, alisamento, e demais técnicas). A figura 8 ilustra as bordas selecionadas. Para avaliação da fertilidade foi necessário coletar pelo menos 90 g de FCs pequenos, sem decoração, das camadas 1, 2, 3, 3A, 3B, 4 e 5, num total de 7 amostras.

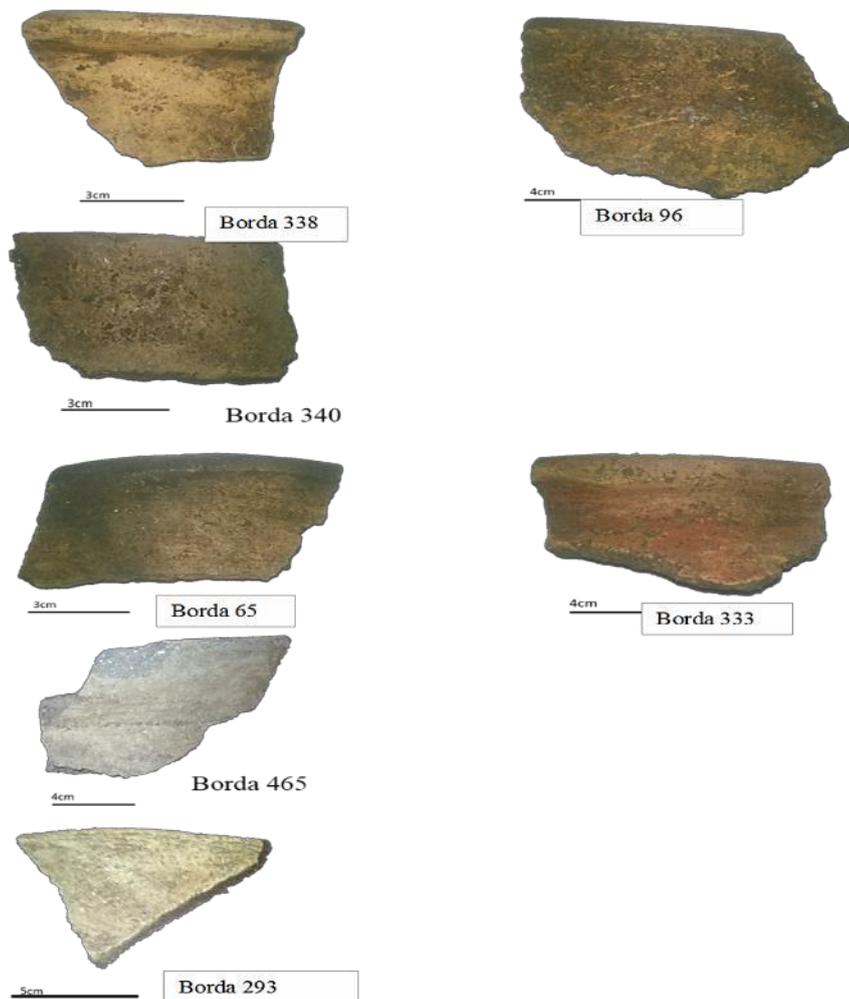


Figura 8 – Bordas de FCs selecionadas para análise química e mineralógica.

4.4 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

4.4.1 Amostras de solo

As amostras de solo foram secas ao ar, desterroadas, peneiradas (< 2 mm), portanto desprovidas de FCs ≤ 2 mm e posteriormente pulverizadas em graal de ágata para a realização de análises químicas, mineralógicas por DRX e de fertilidade.

4.4.2 Amostras de Fragmentos Cerâmicos (FCs)

As amostras de fragmentos cerâmicos foram higienizadas com água corrente e secas ao ar. Nas cerâmicas destinadas a análise morfológica, após a secagem procedeu-se a triagem dos fragmentos entre diagnósticos e não diagnósticos². Fragmentos diagnósticos foram numerados e analisados morfológicamente. FCs de maior tamanho foram selecionados para elaboração de lâmina delgadas e estudos por microscopia ótica, e ainda destes subtraídos um pequeno fragmento ≤ 1 cm para análises com microscopia eletrônica de varredura com sistema analítico de energia dispersiva (MEV/EDS), enquanto as demais foram pulverizadas em graal de ágata para a realização de análises química e mineralógicas por DRX. A figura abaixo ilustra a sequência das análises realizadas.

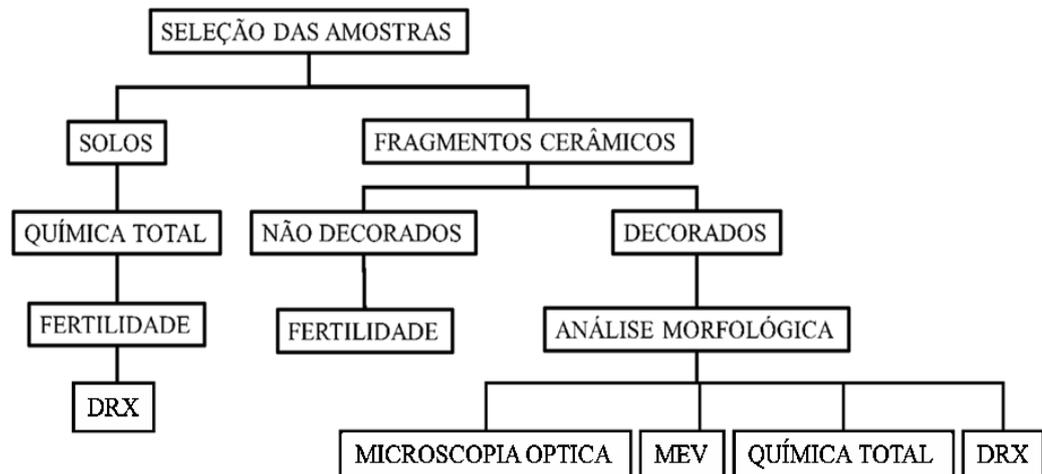


Figura 9 – Fluxograma de atividades desempenhadas.

4.5 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

4.5.1 Fertilidade

As análises de fertilidade foram realizadas nos laboratórios de Ciências do Solo da Universidade Federal de Viçosa-MG e os parâmetros e métodos empregados estão indicados na tabela 3. Os dados obtidos foram interpretados de acordo com os procedimentos de Alvarez et al. (1999). De posse destes dados, foram calculados os índices de fertilidade: capacidade de troca catiônica (CTC), capacidade de troca catiônica efetiva (t), índice de saturação por bases (V), soma de bases (SB), saturação por Al e Na e fósforo remanescente (P-REM).

Tabela 1 – Parâmetros e métodos empregados para a determinação da fertilidade de solos e fragmentos cerâmicos do sítio Jacarequara junto a Universidade Federal de Viçosa.

Análise	Método
pH em H ₂ O e KCL	Relação 1:2,5
P-Na-K-Fe-Zn-Mn-Cu-Cd-Ni-Cr	Extrator Mehlich-1
Ca ²⁺ -Mg ²⁺ -Al ³⁺	Extrator KCL-1mol/L
Matéria Orgânica	Walkley-Black
S	Fosfato Monocálcico em ácido acético
N	Digestão Sulfúrica
Ca-Mg-Al	Extrator KCL-1mol/L
H+AL	Extrator acetato de Cálcio
B	Extrator Água quente

4.5.2 Química total

Foram determinadas as concentrações totais de elementos maiores e traços em cerâmicas e solos. As amostras foram abertas através de fusão com tetraborato e metaborato de lítio, e respectivas pastilhas dissolvidas com ácido nítrico e as leituras por ICP-MS e ICP-OES. A perda ao fogo (PF) foi obtida por calcinação a 1000°C e gravimetria. Estas análises foram realizadas no laboratório comercial da AcmeLabs Ltda., em Vancouver, Canadá.

4.5.3 Identificação mineralógica

Os minerais tanto das amostras de solo como de FCs foram determinados por Difração de Raio-X (DRX) segundo o método do pó. Utilizou-se difratômetro XPERTPRO MPD equipado com goniômetro PW 3040/60 (theta-theta) PANalitical, ânodo de cobre ($\lambda_{CuK\alpha 1} = 1,54060$), filtro $K\beta$ de níquel, gerador de tensão com 40 kV e gerador de corrente com 30 mA. O intervalo de varredura foi de 5° a 75° (2 θ). A identificação mineralógica deu-se pela utilização do software X'PERT HIGHSCORE da PANalitical, através das leituras dos difratogramas e confronto dos resultados com as fichas de identificação mineral presentes no banco de dados do programa PDF (Powder Diffraction Files) fornecidas pelo ICDD (International Center for Diffraction Data). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Caracterização Mineral (LCM) do PPGG do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

4.5.4 Microscopia óptica

Esta técnica foi aplicada para auxiliar a descrição micromorfológica e mineralógica de 5 fragmentos cerâmicos a partir de lâminas delgadas. Empregou-se microscópio Zeiss Axiolab 450910 e lentes de aumento de 10, 20 e 50 vezes no Laboratório de Petrografia do PPGG do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

4.5.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV/EDS)

Esta técnica foi aplicada para complementar os estudos micromorfológicos e mineralógicos dos FCS. Os fragmentos foram metalizados com Au e então submetidos a análises morfológicas através de aquisição de imagens e químicas por EDS.

Empregou-se microscópio eletrônico de varredura modelo LEO 1450VP na voltagem de 17,5 kV, detector de EDS Gresham, equipado com janela de Be e analisador multicanal Q 500, acoplado ao MEV, utilizando software IXRF junto ao Laboratório de Microscopia Eletrônica do Museu Paraense Emílio Goeldi.

4.5.6 Análise morfológica dos fragmentos cerâmicos

Após a higienização, se identificou dois grupos: simples (sem decoração plástica ou pintada), que não foram avaliados (portanto foram guardados) e decorados (fragmentos com decoração plástica ou pintada), portanto apenas diagnósticos, excetuando também menores de 2cm. Os fragmentos decorados foram numerados segundo a sequência de escavação no campo: do topo para a base do setor de escavação. Foram avaliados 474 fragmentos decorados segundo os protocolos de análise de Rice, (1987) e Orton et al. (1993). Buscou-se identificar aspectos que apontassem para a sequência operatória de produção cerâmica, tendo por base teórica os trabalhos de Scheaffer & Skibo (1987, 1987a) e o significado da variabilidade artefactual entre os níveis arqueostratigráficos. Os atributos categorizados na análise correspondem à planilha de análise definida por Silveira & Oliveira, (2007). Para análise do material, mantiveram-se os níveis de procedência na decapagem, ou seja, 8 níveis arqueológicos.

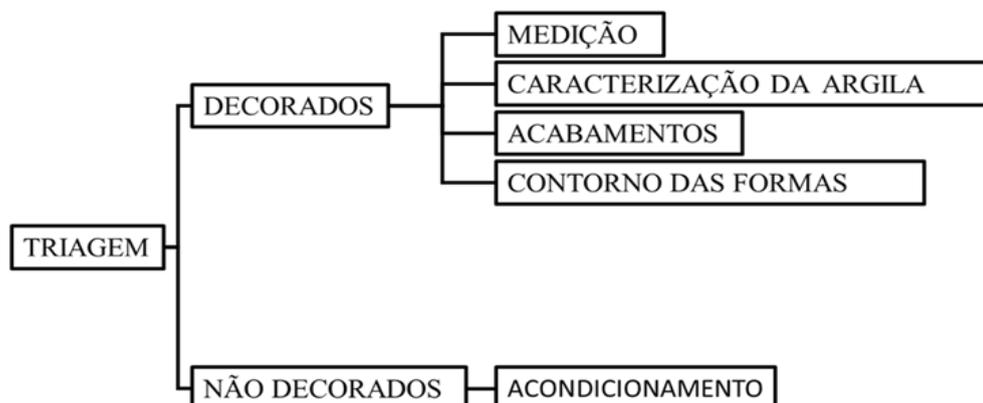


Figura 10 – Fluxograma das atividades de análise morfológica dos FCs.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 SOLOS TPA

5.1.2 Arqueostratigrafia

A arqueostratigrafia foi elaborada com base nos dados de campo (ficha, fotos, croquis e desenhos de perfis) disponibilizados pela área de Arqueologia do Museu Goeldi.

A decapagem da quadra E1S1 revelou camadas compostas por concentrações diferentes de vestígios arqueológicos (cerâmica, líticos, ossos, conchas, carvões, etc.). A transição irregular e descontínua entre as camadas observadas no perfil (Figura 11) é típica de perfis de arqueoantrossolos, causada normalmente por ocupações de diferentes intensidades e natureza de atividades exercidas na área. Villagrán, (2008) abordou este tema em sua pesquisa no sambaqui Jabuticabeira II. A partir das características peculiares de cada camada (compactação, arqueofauna, dispersão dos carvões, cerâmicas, líticos, etc.), determinou-se a cadeia comportamental que possivelmente resultou na formação destes depósitos.

A seção da parede E-S (Figura 11) ilustra as camadas 6,5 e 4 com disposição horizontal e transição ligeiramente ondulada. A camada 3 foi subdividida em 3 níveis, 3, 3A e 3B. O nível 3A é uma mancha irregular de coloração mais escura que os níveis 3 e 3B. O nível 3B, também é uma mancha de solo escuro, porém difere-se do nível 3A pela disposição horizontal, associada a uma concentração de fragmentos cerâmicos. Estes estão relativamente preservados, dispostos na horizontal da porção direita do perfil S. Englobando as duas manchas, o nível 3 possui disposição horizontal com transição ondulada. Sobre a camada 3 ocorrem a camada de amontoamento de conchas (concheiros), dividida em dois níveis, 2 e 2A. O nível 2A ocorre de forma descontínua com maior expressão na seção E. O contato do nível 2 distingue para o nível 1 também é irregular e torna-se descontínuo na seção S, onde também ocorre uma feição de buraco, possivelmente atual.

Nas as seções E-S, a camada 1 está fracamente desenvolvida, representada apenas por 3 níveis, a saber: 1, 1A e 1B, que encontram maior expressão nas seções N-W.

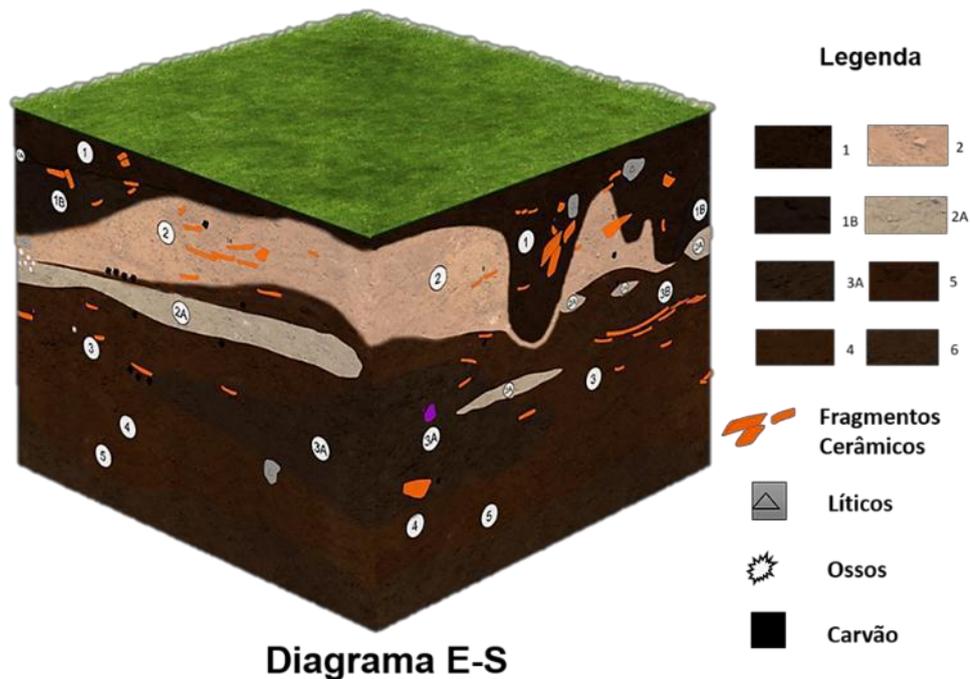


Figura 11 – Seção arqueostratigráfica da seção E-S da quadra E1S1.

Diferentemente do que ocorre nas seções arqueostratigráficas E-S, o diagrama N-W mostra outro cenário (Figura 12). Nas camadas da base da seção (6,5 e 4) não são observadas alterações, permanecendo a disposição horizontal e a transição ligeiramente ondulada. Na passagem entre as seções N e W torna-se aparente o contorno de um montículo composto, em sua maioria, pelo maior adensamento de fragmentos cerâmicos (FCs) e pela camada concheira. Este montículo é estratificado, tendo por base o nível 3, 3B, 2A/2 e no topo o nível 1B. Os FCs do nível 1B assumem contorno de montículo indicando descarte sobre um substrato ondulado ou um acúmulo pontual, pois estão inclinados. Por outro lado, os FCs do nível 3B, na estão em posição horizontal e ocupam a base do montículo.

A lateral do montículo é ocupada pelo nível 1A, camada de solo tipo TPA pouco mais escura que o nível que do topo da escavação, o nível 1.

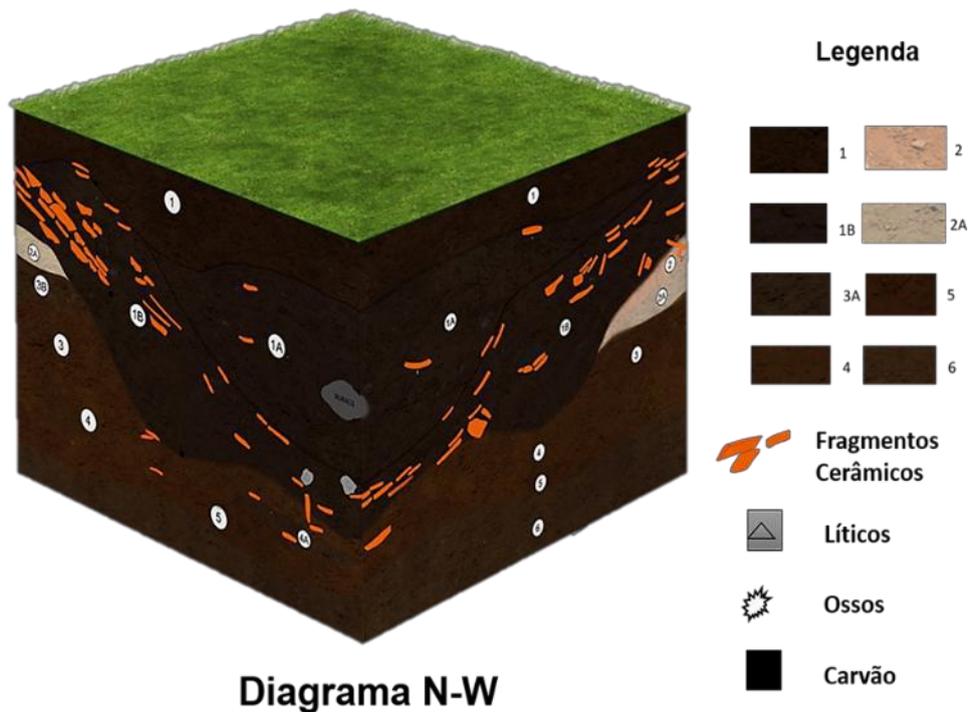


Figura 12 – Representação gráfica dos perfis N - W da quadra E1S1.

As camadas arqueostratigráficas propostas, a saber: 1, 2, 3, 4, 5 e 6, e seguem descritas abaixo com base na descrição de Silveira et al, (2014).

Camada 6

Camada estéril, raros fragmentos cerâmicos. Coloração escura (10YR 3/2) textura franco arenosa e estrutura fraca.

Camada 5

Nesta, maior número de cerâmicas, ossos e carvões, coloração escura (10 YR 3/3), porém, sem alteração no aspecto textural.

Camada 4

Estratificada em 2 níveis. O nível 4 é composto por poucas cerâmicas, baixa quantidade de carvões e ossos pequenos. Textura franco-arenoso, estrutura fraca, coloração 10YR 3/3. O nível 4A é uma pequena mancha de solo um pouco mais escura (10YR 3/2) com muitas cerâmicas e carvões.

Camada 3

Estratifica-se em 3 níveis: 3, 3A e 3B. O nível 3 é composto por cerâmicas e conchas em número similar. Ocorrem ossos, otólitos e esporões de peixes. Possui coloração semelhante ao nível 1 (10YR 2/2), densa quantidade de cerâmicas, textura franco-arenosa e estrutura fraca. O nível 3A é composto por conchas de gastrópodes (neritina zebra) bem preservadas, cerâmicas finas e pequenas, ossos, carvões e artefatos líticos. Sua coloração é mais escura que as demais (7.5YR 2/1), textura franco-arenosa, estrutura fraca, transição difusa (Figura 13). O nível 3B é composto por ossos, conchas (neritinas) e carvões. As cerâmicas encontram-se bem preservadas em fragmentos grandes orientados horizontalmente (Figura 14). Nos demais aspectos não difere-se do nível 3A.

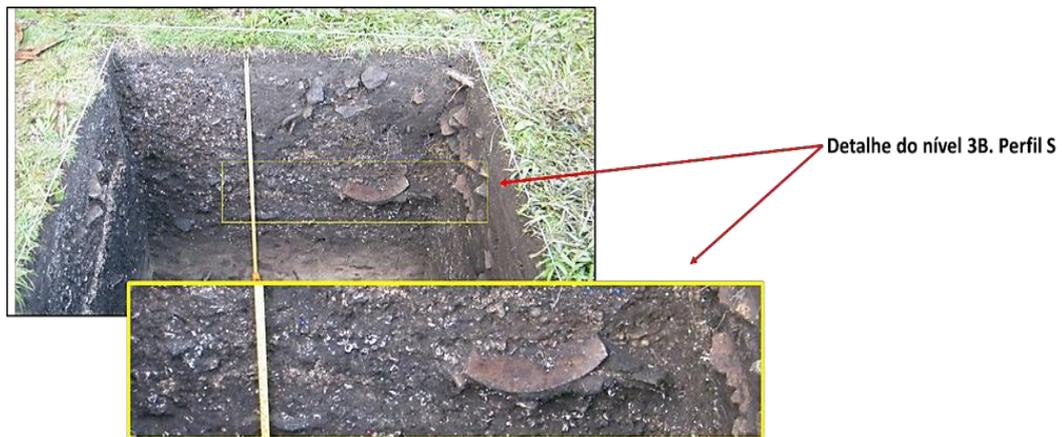


Figura 13 – Nível 3B. Perfil S.
Fonte: Marques, (2013).



Figura 14 – Detalhe do nível 3A, perfil S.
Fonte: Marques, (2013).

Camada 2

Estratificada em 2 níveis (2 e 2A). Trata-se da camada conchífera do sambaqui. O nível 2 é com posto predominantemente por conchas (bivalves e gastrópodes/neritinas zebra), alguns ossos no perfil W e FCs. Estes mostram-se parcialmente descompostos. Por sua vez, o nível 2A é composto em maior número de neritinas e alguns ossos bem preservados (Figura 15).

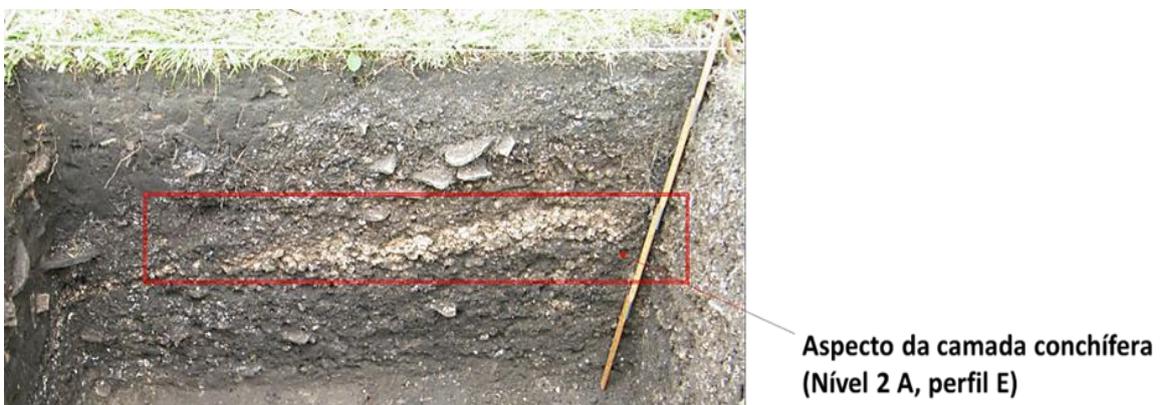


Figura 15 – Perfil W, camada conchífera do sambaqui Jacarequara.
Fonte: Marques, (2013).

Camada 1

É a camada do topo da quadra, logo, a última a ser formada. Estratifica-se em 3 níveis: 1, 1A, 1B (Figura 16). O Nível 1B é o topo do montículo, com FCs fortemente inclinados para a base. Não se diferencia na coloração da camada 1A (10YR 2/1), possui poucas conchas, textura franco-arenosa, estrutura fraca, transição ligeira. O nível 1A preenche as laterais do montículo, possui alta densidade de FCs, principalmente bordas, também com baixíssima presença de conchas e líticos. É franco-arenoso, estrutura fraca, transição ligeira, coloração escura (10YR 2/1). Nível 1 é composto por muitas cerâmicas, principalmente em superfície, porém, baixas ocorrências de conchas, líticos e carvões. Possui textura franco-arenosa, transição clara/irregular, estrutura fraca e coloração escura (10YR 2/2).



Figura 16 – Estratificação da camada 1, seção W.
Fonte: Marques, (2013).

5.1.3 Mineralogia

A seção S é formada por quartzo (predominante), calcita, aragonita e traços de caulinita (Figura 20). O nível 1B é dominado por quartzo com de caulinita. Nos níveis medianos (3 e 3A) além do quartzo, foram encontradas calcita e aragonita, o que remete a abundância de conchas neles contidos, além e traços de caulinita

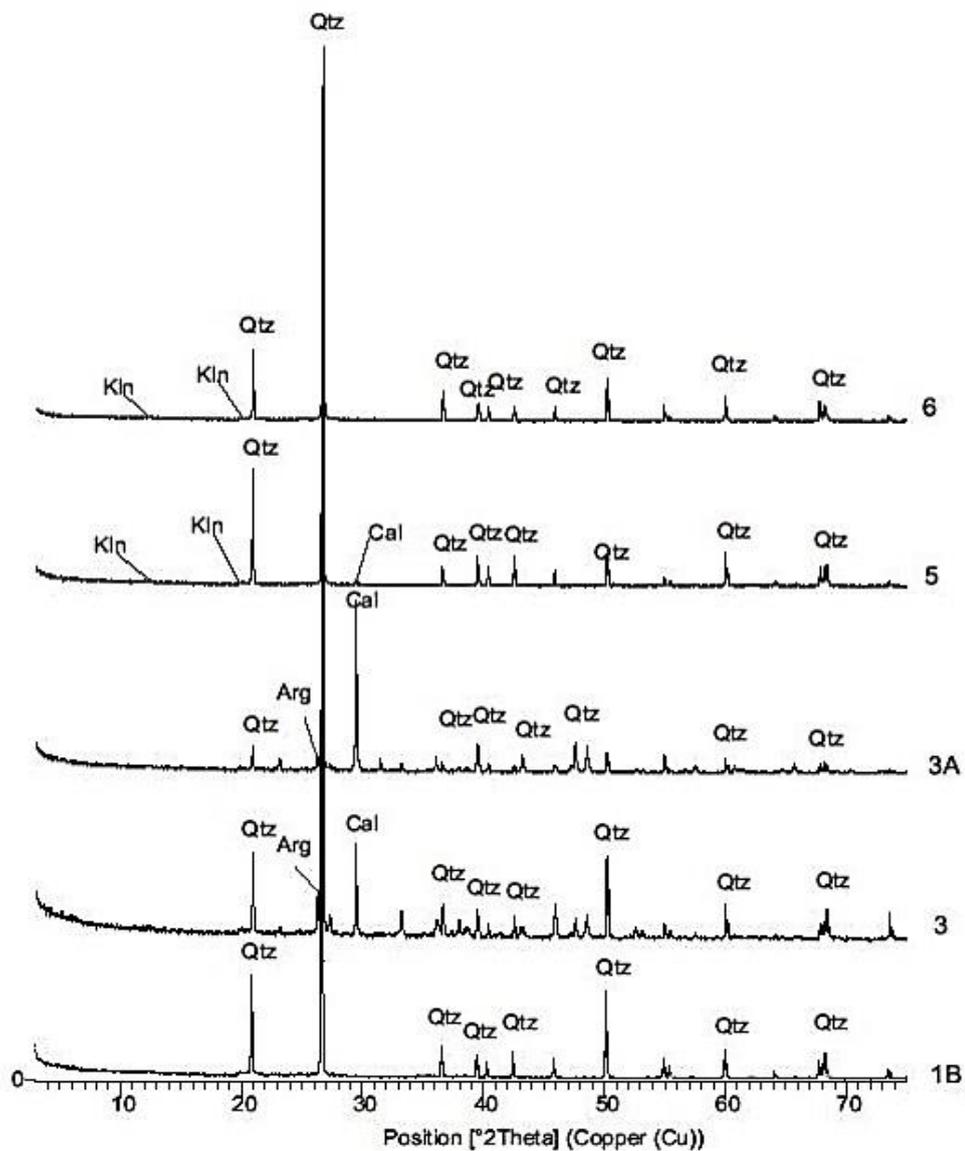


Figura 17 – Espectros de difração de raios X das amostras de solo dos níveis arqueostratigráficos do sambaqui Jacarequara.

O domínio de zona arenosa na base das camadas arqueostratigráficas formada essencialmente de quartzo sugere que os povos do sambaqui Jacarequara ocuparam um promontório de praia e nela foram se instalando e acumulando fragmentos de conchas, que respondem pela calcita e aragonita. A presença de aragonita mostra que os carbonatos do sítio não são muito antigos, pois este mineral é muito instável, principalmente a pedogênese (Martin et al., 1986).

5.1.4 Composição química

5.1.4.1. teores maiores

Como mostrado na tabela 4, os solos são compostos predominantemente por SiO_2 , Al_2O_3 e CaO (Tabela 4) que juntos correspondem a 83,27 % em médias das concentrações totais. Os altos teores de SiO_2 (53,88 % a 91,88 %) e Al_2O_3 (3 a 6,8 %) demonstram o domínio de quartzo e os valores variáveis de caulinita. Os valores de CaO com grande variação (0,18 a 15,36 %), retratam a calcita e aragonita, em quantidade muito variável ao longo da sequência, atingindo concentrações mais baixas nas camadas de base (4, 5 e 6), em concordância com a descrição arqueostratigráfica que aponta as camadas 2 e 3 como mais adensadas em material carbonático aliado aos fragmentos de conchas.

Os teores de P_2O_5 variam de 0,07 a 0,99 %, portanto, atingindo valores comparativamente elevados, que estão principalmente nas camadas 2 e 3. Não foram identificados por DRX minerais de fósforo, mas estudos de TPA (Silva et al., 2012; Costa et al., 2013, Costa et al., 2004) mostram que podem ocorrer fosfatos de alumínio, e no caso específico, em que restos de ossos foram delimitados, provavelmente, esteja como apatita, principal componente de ossos. A correlação positiva e significativa $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ (Figura 18) sugere a presença de apatita e a falta de correlação de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ a ausência de fosfatos de Al. As camadas 4, 5 e 6 possuem menores teores de P_2O_5 , porém ainda altos para solos. Os teores de Fe_2O_3 , que variam de 0,68 a 2,35 %, não se refletiram em nenhuma fase mineral identificada por DRX, mas admite-se, como é normal nestes solos, que estejam na forma de goethita, correspondendo a no máximo 2,6 %, teor este de difícil identificação por DRX. Os teores de TiO_2 variam de 0,58 a 0,78 %, na faixa normal de muito solos TPA, se traduzem como anatásio, e o teor é independente das camadas.

Tabela 2 – Composição química dos solos (%) da seção S.

Camada	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	P.F
1	76,37	5,1	1,8	0,18	1,04	0,04	0,24	0,7	0,22	0,17	13,9
2 CENTRO	76,08	5,61	1,93	0,18	0,98	0,06	0,27	0,74	0,22	0,19	13,5
2A	60,36	5,13	2,33	0,23	9,28	0,07	0,32	0,58	0,65	0,2	20,6
2	68,93	5,33	2,12	0,24	3,89	0,04	0,27	0,65	0,48	0,19	17,6
1B	60,37	6,17	2,56	0,31	8,94	0,06	0,32	0,64	0,99	0,27	19,1
3B TOPO	79,9	5,93	2	0,17	1,28	0,01	0,22	0,78	0,24	0,19	9,0
3 BASE	53,88	4,38	1,78	0,21	15,36	0,06	0,25	0,52	0,92	0,24	22,2
3B CENTRO	77,32	6,79	2,35	0,19	1,04	0,04	0,26	0,75	0,18	0,23	10,6
3A TOPO	77,99	6,86	2,35	0,2	1,03	0,04	0,26	0,77	0,2	0,22	9,8
3A CENTRO	74,28	5,78	2	0,19	4,1	0,04	0,25	0,68	0,45	0,2	11,8
3A BASE	68,38	5,46	1,85	0,21	6,9	0,05	0,26	0,66	0,78	0,23	15,0
3 TOPO	68,28	6,01	1,85	0,21	6,62	0,05	0,26	0,69	0,74	0,23	14,8
3 CENTRO	82,15	4,9	1,31	0,14	2,22	0,03	0,21	0,76	0,3	0,11	7,6
3 SW	64,62	5,67	1,88	0,23	8,88	0,05	0,29	0,67	0,83	0,24	16,4
4	81,64	5,99	1,91	0,16	0,82	0,03	0,23	0,82	0,18	0,17	7,8
5	87,92	4,22	1,05	0,1	0,75	0,02	0,15	0,77	0,16	0,07	4,6
6	91,88	3,28	0,68	0,06	0,18	0,01	0,09	0,74	0,07	0,03	2,7
Média	73,44	5,47	1,86	0,19	4,36	0,04	0,24	0,70	0,46	0,19	12,8
Desvio Padrão	9,90	0,89	0,47	0,05	4,21	0,02	0,05	0,08	0,30	0,06	
CTS¹	64,9	14,6	4,4	2,24	4,12	3,46	3,45	0,52	0,15	0,07	

¹Média Crustal Wedepohl (1995).

A correlação positiva K₂O x MgO (Figura 18) sugere a presença de muscovita, que pelos teores está em baixa concentração, com valores mais elevados nas camadas superiores. Os seus baixos valores justificam a não detecção por DRX. Os teores de MnO se encontram entre 0,03 e 0,27 %. Os valores mais altos estão nas camadas 2 e 3, da mesma forma que P₂O₅, e abaixo de limite crustal nas camadas 4 e 5. Pode ser um constituinte dos fosfatos, da MO e de calcita e/ou aragonita. Por sua vez, os valores de MgO são < 0,27 % e devem fazer parte de calcita e/ou aragonita, pois estão quase ausentes nas camadas 5 e 6, enquanto os valores de Na₂O são muito baixos (< 0,07 %), principalmente nas camadas 5 e 6.

Pelo exposto constata-se, como já demonstrado pela mineralogia, que as camadas basais, 5 e 6, são dominadas por SiO_2 e Al_2O_3 , ou seja, quartzo dominante e caulinita acessória, o que realmente vai ao encontro com a interpretação de que seriam areia de praia.

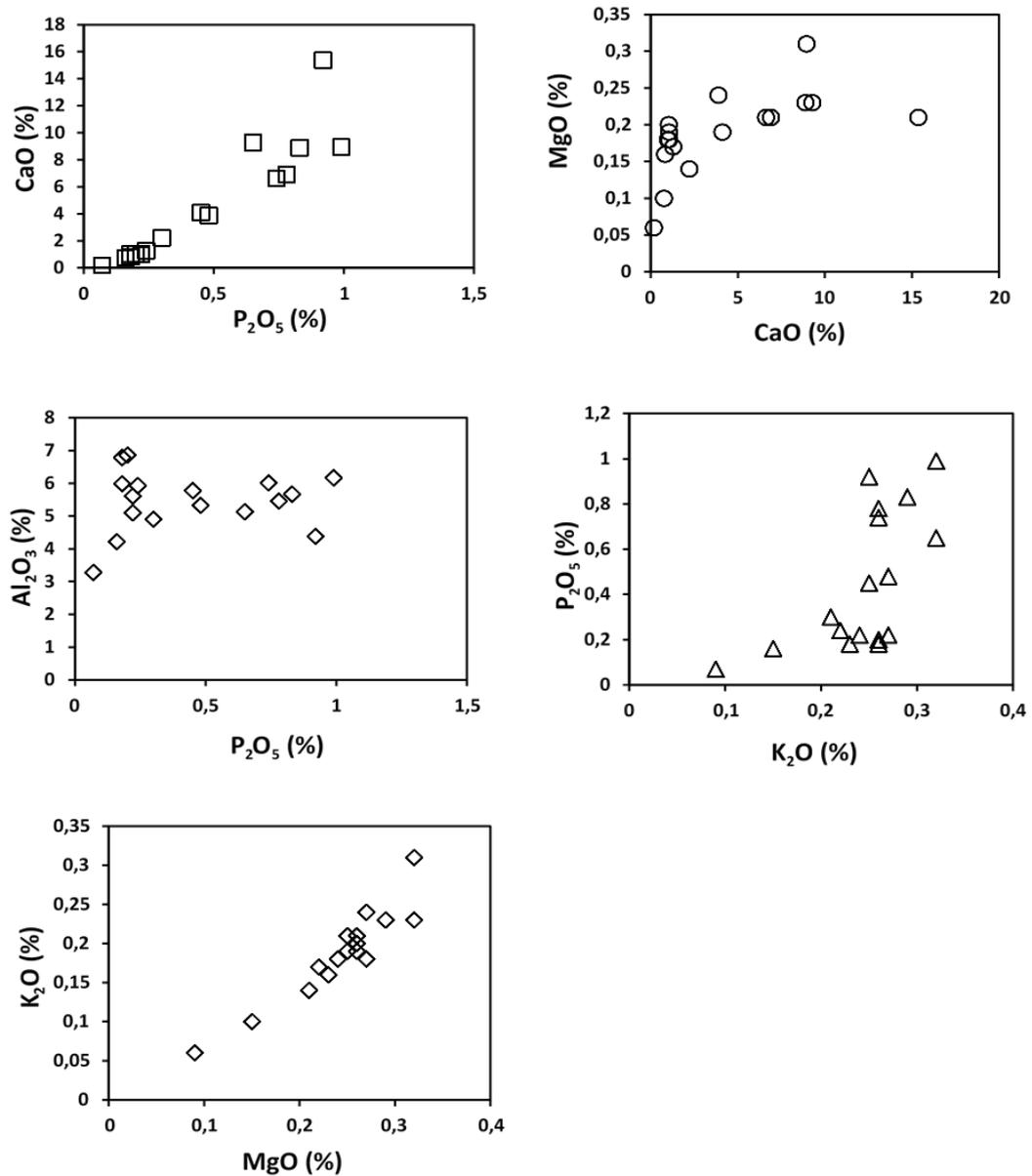


Figura 18 – Diagramas de dispersão entre CaO – P_2O_5 ; MgO – CaO; Al_2O_3 – P_2O_5 ; P_2O_5 – K_2O e K_2O – MgO.

Quando confrontados com a média crustal (Wedepohl, 1995), apenas algumas amostras de solos estão enriquecidas em SiO_2 , CaO , TiO_2 , P_2O_5 e MnO , enquanto todas elas estão empobrecidas em Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O (Figura 19). O enriquecimento de CaO , P_2O_5 e MnO deve ser creditado a incorporação de material orgânico em geral. Portanto a composição química é coerente com material arenoso ao qual através de atividade humana incorporou-se CaO (conchas) e P_2O_5 e MnO (ossos, alimentos diversos). A dissimilaridade química entre as camadas é dada de forma mais contundente pela maior amplitude dos teores de CaO e P_2O_5 (Figura 19), o que corresponde as grandes variações de calcita e/ou aragonita e apatita, constituintes dos materiais incorporados pelo homem (conchas e ossos, respectivamente).

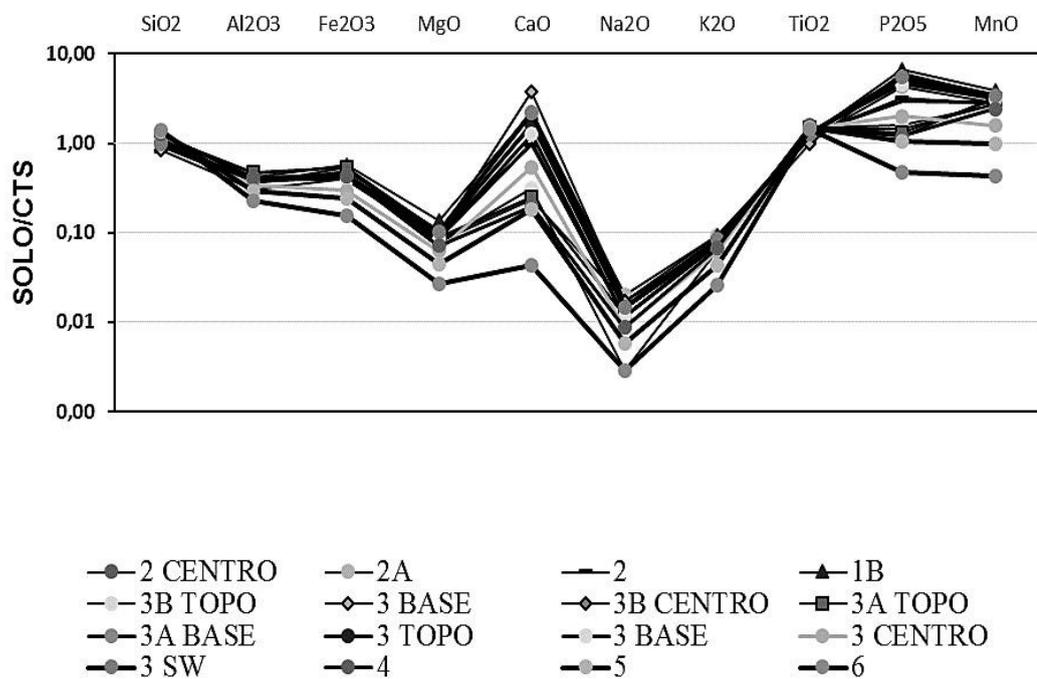


Figura 19 – Normalização dos solos com a média crustal de Wedepohl, (1995).

5.1.4.2 Elementos-traço

Os solos quando normalizados a média crustal (Figura 20) através do conteúdo dos elementos-traço estão empobrecidos na maioria dos elementos analisados, exceto Cu-(Zn)-Se-(Cd, Sb, Hg) - Zr-Hf-Pr-Eu-Er-Yb-Lu (Figura 20). Cu-Zn-Se, além de Cd-Sb-Hg, estão relativamente muito elevados e são elementos que constituem uma associação geoquímica comum em solos TPA e sua origem pode ser explicada principalmente pela incorporação materiais vegetais, seja como alimento seja como materiais de construção (Kern., 1996; Lima et al., 2002; Costa., 2011), bem como de ossos e tecidos carnosos. Por sua vez, Zr-Hf- Pr-Eu-Er-Yb-Lu representa o acúmulo do mineral pesado e resistente zircão, em solos arenosos e areias, um fato comum nestes depósitos, portanto sem relação com o assentamento (Costa et al., 2011). As correlações positivas Zr-ETR (Figura 24) reforçam afinidades com este mineral.

Tabela 5 – Concentrações dos elementos-traço (ppm) nas amostras de solos. (Continua)

Elemento/ Amostra	1	2 CENTRO	2A	2	1B	3B TOPO	3 BASE	3B CENTRO	3A TOPO	3A CENTRO	3A BASE	3 TOPO	3 BASE	3 CENTRO	3 SW	4	5	6	Média	CTS[1]	COND[2].
Be	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2	0,1	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,31	3	-
Sc	5	5	5	5	6	6	4	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5	4	5,17	7	-
V	36	34	32	33	31	37	25	41	39	36	34	32	35	36	39	45	29	30	34,67	53	-
Co	2,9	3,1	3	3,6	5,6	3,7	3,2	3,6	4,1	3	3,6	3,4	3,3	2	2,9	2,5	1,8	1,3	3,14	11,6	-
Ni	4,8	4,8	9,7	6,8	9,3	5,1	8,8	5,9	5,3	7,4	7,2	6,6	5,7	2,9	7,1	4,4	2,1	0,7	5,81	19	-
Cu	54,6	59,4	123,4	85,8	127,5	66,7	130,7	76,4	78,1	86,6	104	95,7	90,9	40,4	115,6	55,2	26,4	10,6	79,33	14,3	-
Zn	71	72	130	100	158	70	121	78	78	96	92	90	83	35	90	58	23	11	80,89	52	-
Ga	8,6	8,2	8,7	7,1	7,4	7,6	5,9	8	7,8	6,4	5,9	7	7,3	5,5	6,3	6,6	4,8	3,5	6,81	14	-
As	1,9	1,9	2,9	2,6	2,6	1,7	2,6	2	2,1	1,9	1,4	3,1	2	1,3	1,9	1,9	1	0,5	1,96	2	-
Se	0,6	0,9	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,55	0,1	-
Rb	23	25,1	25,7	27,3	24,8	21	17,6	23,6	21,4	19,8	19,2	19,9	18,5	15,7	20	19,4	12,5	9,1	20,2	110	-
Sr	39	39,7	229,9	106	315,8	57,9	421,4	50	52,4	132,6	205,8	223,4	175,2	75,1	315,6	42,6	35,6	17,6	140,87	316	-
Y	18,7	22,9	18,8	19,6	19,6	20,3	13,6	20,1	22,4	18,5	18	18,6	19,1	20,7	19,9	22,6	20	21,1	19,69	20,7	-
Zr	870,3	867,4	662,9	814,4	761,5	991,1	566,3	793,2	838,9	713,7	743,8	792,3	793	980,6	768	990,5	1059	1137	841,31	237	-
Nb	15,7	14,1	11,3	12,1	11,9	14	9,6	13,9	13,4	13,8	12,3	13,1	12,8	13,9	12,4	14,5	13,6	13,4	13,1	26	-
Mo	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,18	1,4	-
Ag	n/d	n/d	0,1	0,1	0,1	n/d	0,1	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,07	0,055	-
Cd	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	n/d	0,2	0,1	n/d	n/d	0,15	0,102	-
Sn	3	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1,61	3	-
Sb	0,1-	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	snd	-
Cs	2,6-	2,7	2,8	2,8	2,8	2,7	1,9	3	3,3	2,6	2,5	2,8	2,6	2	2,7	2,5	1,8	1,4	2,53	5,8	-
Ba	167	193	287	239	334	200	294	215	207	229	265	283	266	156	304	183	109	60	221,72	668	-

(Conclusão)

Elemento/ Amostra	1	2 CENTRO	2A	2	1B	3B TOPO	3 BASE	3B CENTRO	3A TOPO	3A CENTRO	3A BASE	3 TOPO	3 BASE	3 CENTRO	3 SW	4	5	6	Média	CTS[1]	COND[2].	
La	13,1	14,7	15,4	15,1	16,3	15,6	11,4	17,2	17,6	14,5	12,5	14,9	14,5	12,5	13,7	15,2	10,8	9,3	14,13	32,3	0,6	
Ce	26	28,5	27,9	30	34,9	31,2	23,9	35,3	36,2	29,5	26,6	29,9	28,8	22,3	29,1	29,8	21,5	18,3	28,32	67,5	0,2	
Pr	12,7	16,1	9,9	13,6	7,3	8,6	6,1	9,9	8,1	8,4	6,6	7	6,3	5,5	6,6	6,9	4,2	3,2	8,17	6,3	0,1	
Nd	10,3	11,8	12,8	12,1	14,1	12,8	9,7	14,8	14	12,1	9,9	11,2	11,6	9,9	10,8	11,9	8,4	7,1	11,41	25,9	0,5	
Sm	1,94	2,32	2,48	2,23	2,85	2,42	1,87	2,59	2,72	2,3	1,99	2,03	2,12	1,94	2,15	2,28	1,66	1,41	2,18	4,7	0,15	
Eu	2,23	2,49	2,12	2,12	2,24	2,39	1,64	2,19	2,44	2,12	2	2,14	2,11	2,26	2,38	2,61	2,27	2,33	2,23	0,95	0,058	
Gd	2,17	2,56	2,56	2,45	2,85	2,37	2	2,71	2,75	2,36	2,13	2,45	2,26	2,05	2,36	2,57	1,83	1,81	2,35	2,8	0,204	
Tb	0,43	0,5	0,47	0,48	0,52	0,5	0,36	0,49	0,53	0,44	0,42	0,46	0,44	0,48	0,47	0,53	0,42	0,39	0,46	0,5	0,04	
Dy	2,6	2,7	2,8	2,8	2,8	2,7	1,9	3	3,3	2,6	2,5	2,8	2,6	2	2,7	2,5	1,8	1,4	2,53	2,9	0,3	
Ho	0,62	0,77	0,76	0,71	0,73	0,75	0,54	0,75	0,73	0,67	0,63	0,68	0,68	0,76	0,72	0,78	0,68	0,72	0,7	0,62	0,1	
Er	2,23	2,49	2,12	2,12	2,24	2,39	1,64	2,19	2,44	2,12	2	2,14	2,11	2,26	2,38	2,61	2,27	2,33	2,23	0	0,17	
Tm	0,34	0,44	0,36	0,37	0,35	0,4	0,26	0,37	0,39	0,35	0,34	0,36	0,36	0,37	0,37	0,42	0,6	0,38	0,38	0	0,03	
Yb	2,47	2,86	2,51	2,56	2,36	2,7	1,76	2,49	2,67	2,38	2,22	2,55	2,47	2,73	2,54	2,93	2,83	2,73	2,54	1,5	0,2	
Lu	0,45	0,48	0,37	0,43	0,42	0,46	0,33	0,41	0,44	0,38	0,39	0,41	0,41	0,44	0,4	0,49	0,5	0,47	0,43	0,27	0,03	
Hf	21,8	21,7	16,3	19,7	18,4	25,2	13,6	19,8	20,6	17,6	18,6	19,6	19,4	24,3	19,3	24,3	27,4	28,4	20,89	3,4	-	
Ta	1,1	1	0,7	0,9	0,8	1	0,7	1	1	1,6	0,9	0,8	0,9	0,9	1	1,1	0,9	0,9	0,96	1,5	-	
W	1,2	1,2	1,1	0,9	0,5	1,6	0,9	0,9	1	0,9	1	1,1	0,7	1,6	1	1,3	1,3	0,9	1,06	1,4	-	
Au	s/n	s/n	2,7	1,8	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	0,8	1,1	s/n	1,6	0	-	
Hg	0,08	0,13	0,08	0,08	0,07	0,1	0,05	0,1	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,04	0,08	0,04	0,02	0,07	0,06	-	
Tl	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	0,75	-
Pb	12,7	16,1	9,9	13,6	7,3	8,6	6,1	9,9	8,1	8,4	6,6	7	6,3	5,5	6,6	6,9	4,2	3,2	8,17	17	-	
Bi	0,1	0,1	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	0,1	0,123	-	
Th	7,1	8,1	6,5	7,5	7,3	8,6	5,8	7,5	8,7	7,3	6,8	7,6	7,5	7,5	7,2	8,4	7,1	7,3	7,43	10,3	-	
U	2,1	2,3	1,9	1,9	2,1	2,4	1,5	1,8	2,1	2	2	2	2,1	2,2	2,1	2,4	2,5	2,1	2,08	2,5	-	

⁴Wedepohl, (1995) e ⁵Evensen et al, (1978).

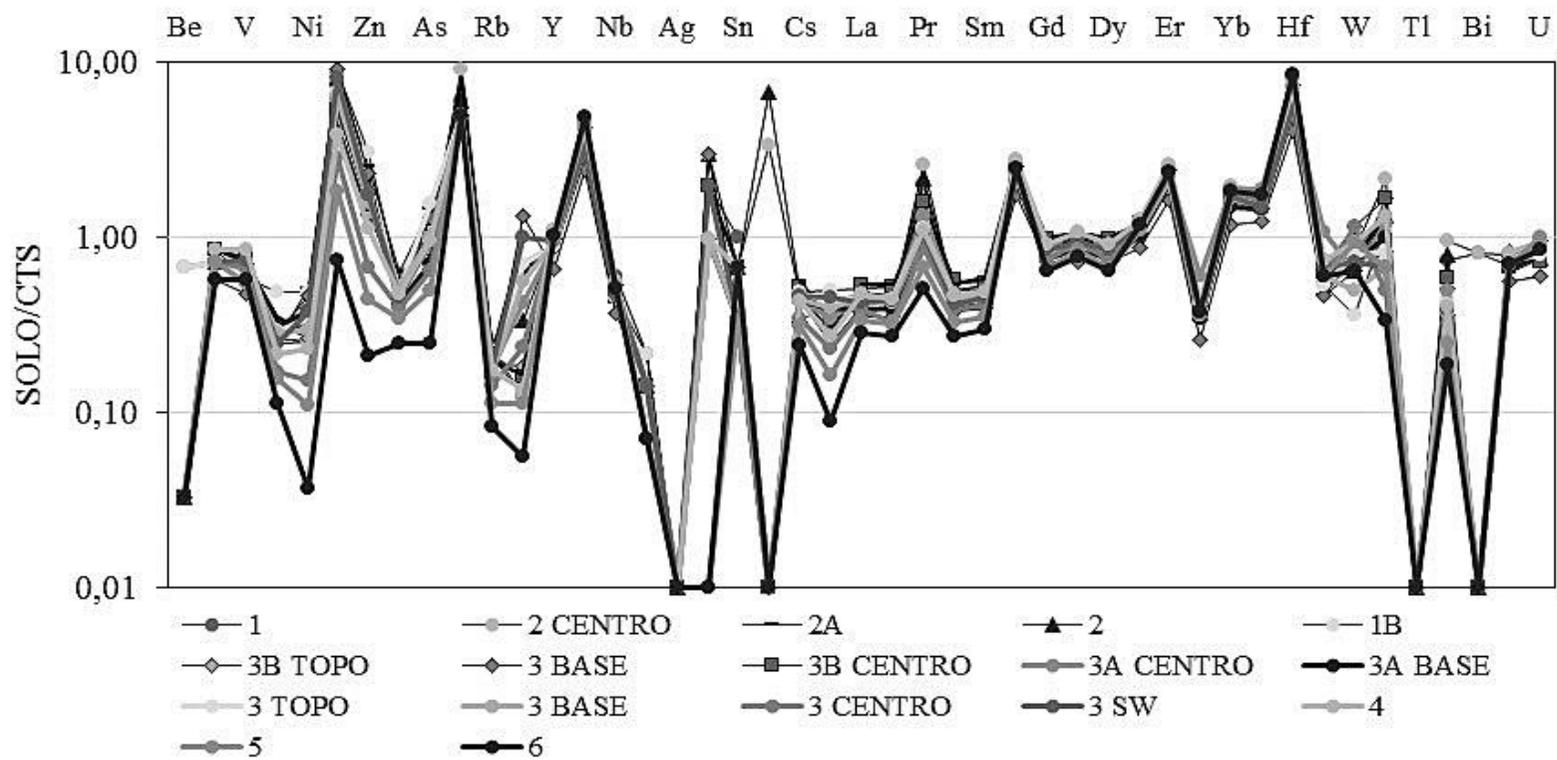


Figura 20 – Normalização dos elementos-traço dos solos com a média crustal (Wedepohl, 1995).

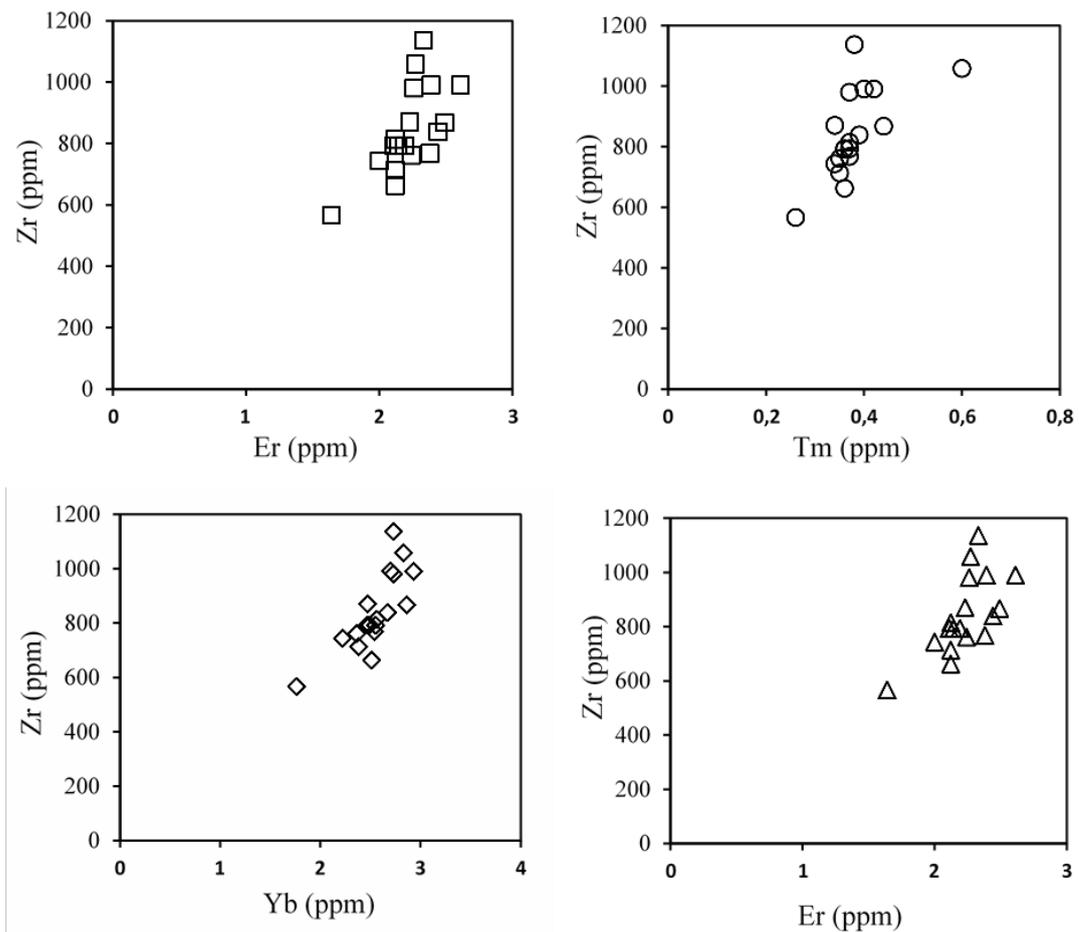


Figura 21 – Diagramas de dispersão Zr-ETRP.

Todas as amostras apresentaram o mesmo padrão de distribuição quando normalizados aos condritos (Figura, 22). Essa grande similaridade sugere que os ETR provavelmente estejam ligados a uma única fase mineral, principalmente ao zircão. As curvas de distribuição mostram empobrecimento relativo nos ETRL (exceto Ce, Pr e Eu), com destaque para os enriquecimentos relativos em Ce e Eu, com nítidas anomalias positivas, nas quais, a primeira é observada em solos (Costa et al., 2011), e ligeira tendência ao enriquecimento em ETRP.

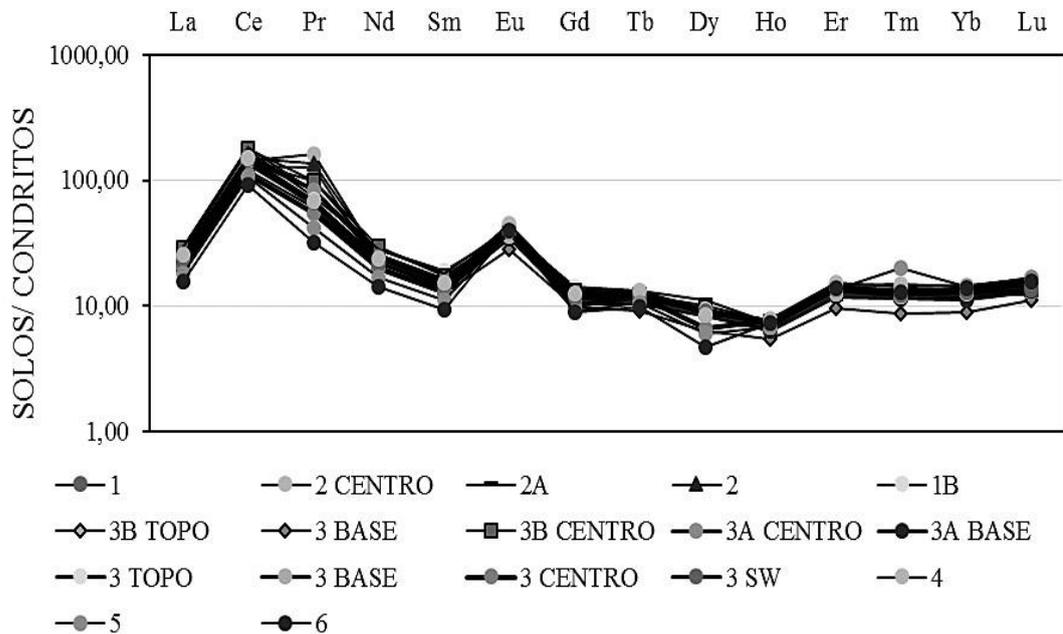


Figura 21 – Normalização dos ETR nos solos relativa aos condritos (Evensen et al., 1978).

5.1.5 Distribuição dos elementos maiores na seção sul da quadra.

A distribuição das concentrações dos elementos maiores na seção sul mostra forte dependência com as principais camadas estratigráficas (Figura 22). Os teores mais elevados de SiO_2 e TiO_2 ressaltam obviamente as camadas de base do perfil (4 e 5), já identificadas como arenosa a base de quartzo e porções 3A e 3B da camada 3. Os valores mais elevados de Al_2O_3 destacam os níveis 1B, 2 e 3A (a sudeste) e 3B (a sudoeste), em que os minerais de argila, como caulinita, se concentram, enquanto Fe_2O_3 , MnO , MgO e K_2O discriminam as camadas mais superficiais (1 e 2), refletindo em parte os oxi-hidróxidos de Fe, que não foram identificados por DRX e, ainda prováveis traços de muscovita e matéria orgânica. Os teores de Fe_2O_3 , MnO , K_2O e em parte Al_2O_3 e MgO apresentam padrão de distribuição similar entre si, concentrando-se nas camadas superiores (domínio da Terra Preta) com ligeiro acúmulo de caulinita, enquanto SiO_2 e TiO_2 nas camadas intermediárias e basais (camadas arenosas), base do assentamento, dominadas por areias quartzosas.

CaO e P₂O₅ tem distribuição restrita a pontos isolados nos níveis 3 e 3A, indicando o acúmulo de conchas e fragmentos de ossos, maior densidade de lixeiras. Na₂O ocupa o mesmo padrão de CaO e P₂O₅, porém, também se adensa a nordeste da seção, de igual forma a K₂O e MgO.

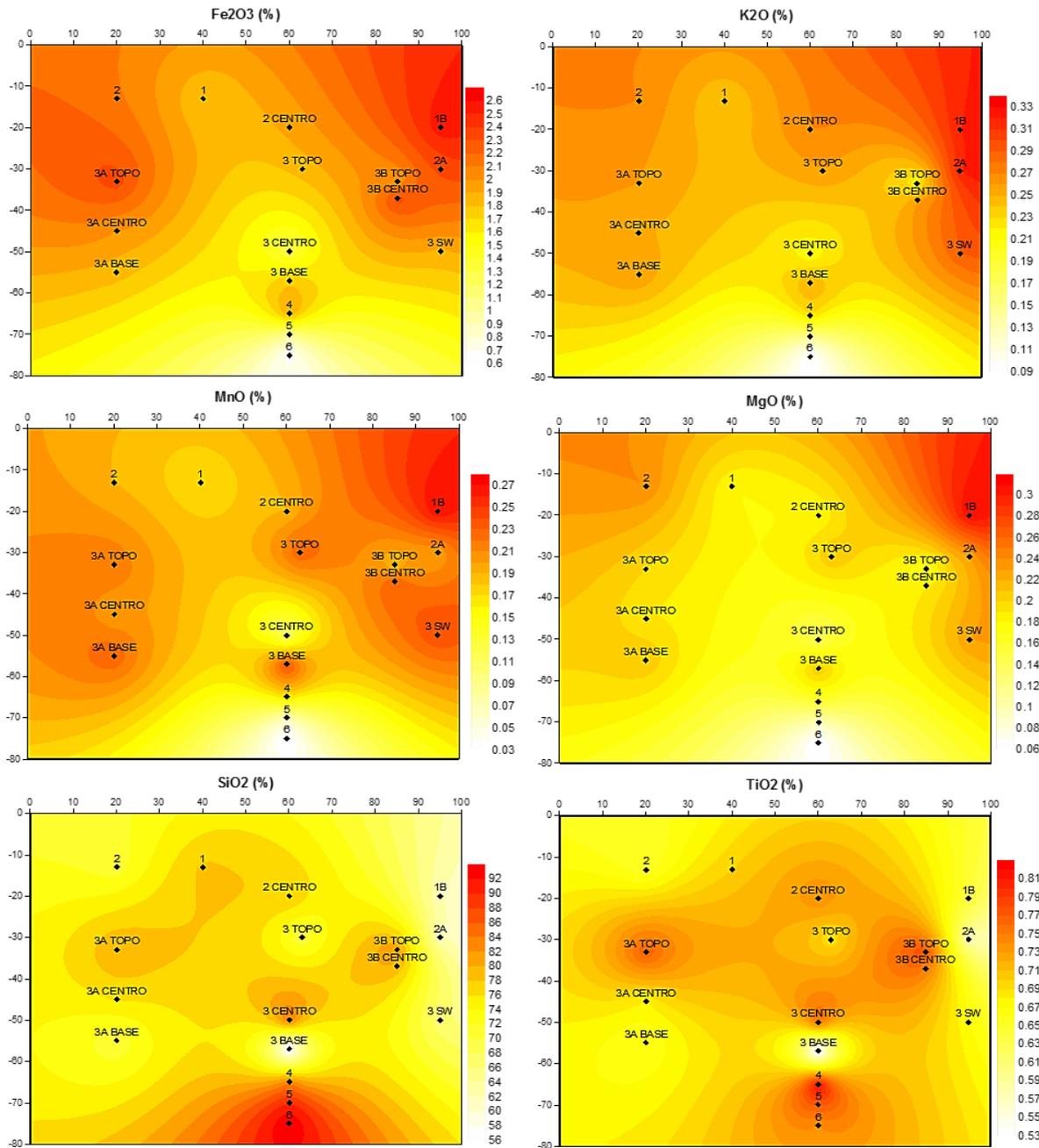


Figura 22 – Mapas de isovalores das concentrações dos elementos maiores na seção Sul.

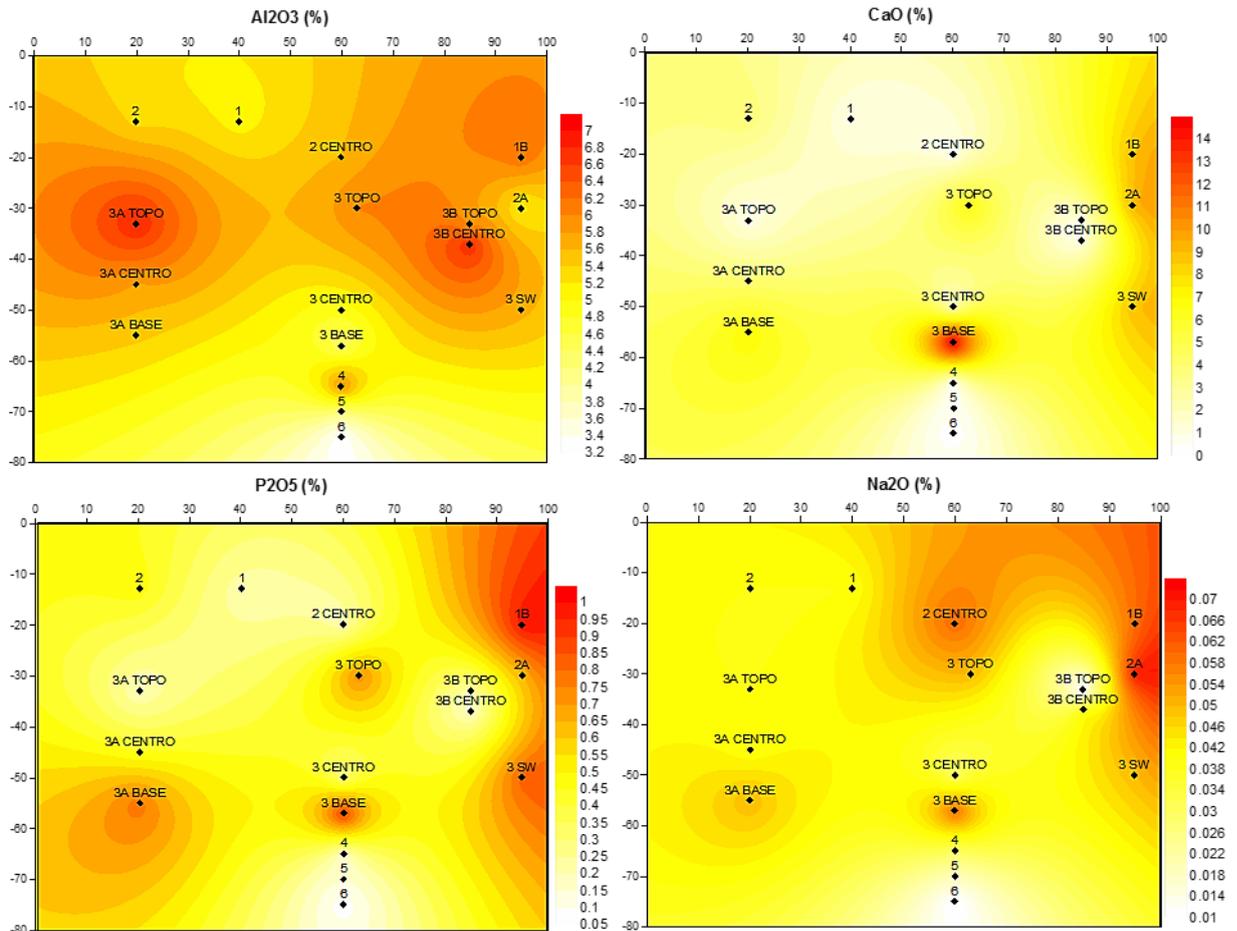


Figura 23 – Mapas de isovalores das concentrações dos elementos maiores na seção Sul.

5.1.6 Fertilidade

Os valores de pH em H₂O e KCl se estendem de ácido a básico, mas com o predomínio do básico. A natureza ácida restringe-se a algumas camadas superficiais. As camadas 1 (1, 1OBJ⁶ e 1B) apresentaram + D pH (pH H₂O < pH KCl), ao contrário das camadas inferiores (ver tabela 6), - D pH (pH H₂O > pH KCl), o que indica predominância de cargas negativas, e nesses casos o solo retém mais cátions (como o cálcio) do que ânions. Quando pH H₂O é menor que pH KCl predominam cargas positivas e o solo retém mais ânions do que cátions.

Portanto, a maioria dos solos investigados nesta pesquisa tem capacidade para adsorção de cátions. As condições de pH observadas mostram a tendência a fixação do P nos compostos de Ca e Mg e baixa disponibilidade do mesmo (Figura 23).

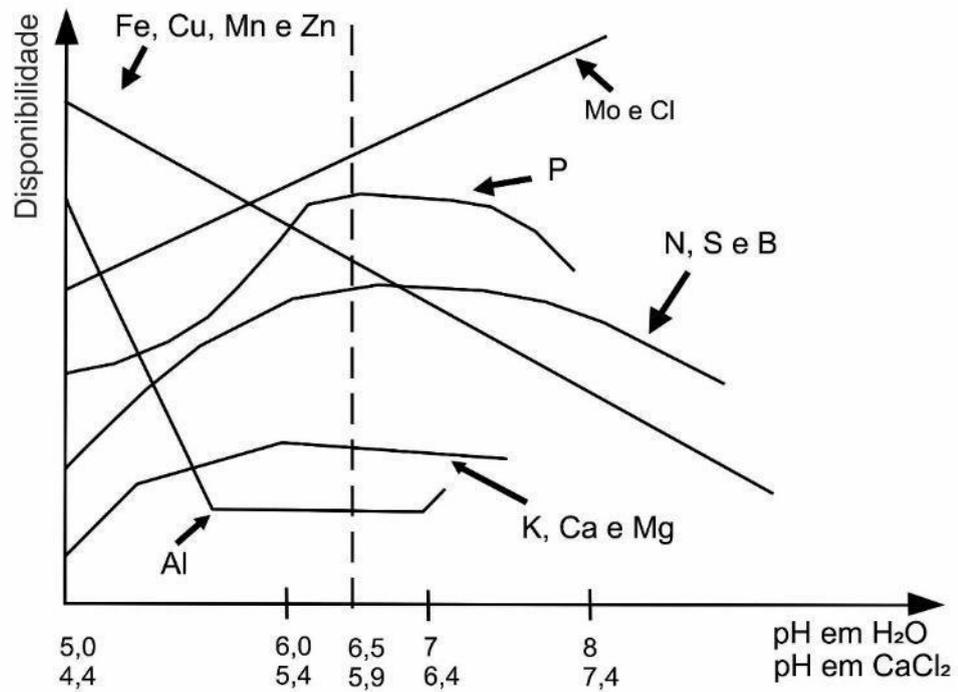


Figura 24 – Relação entre a disponibilidade dos elementos no solo e o pH em H₂O e CaCl₂.

Fonte: Moreira et al, (2007).

Tabela 6 – Parâmetros de fertilidade nos solos.

Nível/ Parâmetros	1	1 OBJ	1B	2	2A	3 TOPO	3A TOPO	3A BASE	3 CENTRO	3B BASE	3B OBJETO2	3B OBJETO3	3B TOPO	4 TOPO	4 BASE	5	6
pH H₂O	6,02	8,06	7,7	6,8	7,4	7,54	8,04	7,8	6,9	8,1	8,07	8,25	8,1	8,18	7,48	8,15	7,83
pH KCl	6,04	9,02	7,08	5,95	8,72	6,99	6,87	7,03	6,71	7,13	7,14	7,47	7,27	7,54	7,32	6,91	6,49
MO (dag/kg)	7,75	4,84	7,75	6,78	5,81	4,84	4,2	5,17	4,52	2,26	4,2	2,91	4,52	3,88	5,17	1,42	0,39
P-Rem (mg/L)	38,9	14,6	22,9	32,8	20,4	24,8	14,7	15,1	24,9	20,5	15,5	11,8	17,7	12,3	26,7	34,6	44,7
P (mg/dm³)	46,5	595,5	223	818,1	302,3	62,4	605,8	437,9	110,2	551,3	567,2	302,3	652	348,7	58,9	220,2	36,5
K (mg/dm³)	37	13	20	29	13	15	14	15	9	16	14	12	15	7	12	11	7
Na (mg/dm³)	18,7	85,3	74,3	19,7	65,4	15,7	87,2	76,3	15,5	56,4	94,2	74,3	68,4	54,5	12,7	17,7	3,8
Ca²⁺ (cmolc/dm³)	18,14	17,12	15,9	17,4	16,42	15,21	17,92	19,24	19,49	12,82	18,94	14,82	17,89	15,47	12,23	10,16	4,21
Mg²⁺ (cmolc/dm³)	0,94	0,07	0,41	0,7	0,29	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,03
Cu (mg/dm³)	1,18	0,4	0,32	1,42	0,28	2,1	0,44	0,23	2,14	1,01	0,28	0,21	0,72	0,2	2,1	1,46	1,48
Mn (mg/dm³)	212,6	9,8	22,1	213,4	17,9	63,4	9,5	8,6	63,3	34,6	15,3	2,4	14,4	4,5	78,1	25,1	25,2
Fe (mg/dm³)	6,7	0,9	0,4	6,4	0,5	5,4	1,9	0,2	5,7	4	1,3	0	2,6	0,1	5,2	5,3	8,2
Zn (mg/dm³)	10,95	3,86	2,82	10,34	2,36	4,98	3,07	1,84	4,17	4,5	2,53	0,22	3,39	0,73	4,59	2,84	2,18
Al³⁺ (cmolc/dm³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H+Al (cmolc/dm³)	4,0	0,2	0,3	2,8	0,3	1,5	0,3	0,7	1,7	0,2	0,2	0,3	0,3	0	1,7	0,5	0,5
SB (cmolc/dm³)	19,26	17,59	16,7	18,26	17,03	15,4	18,4	19,69	19,66	13,18	19,44	15,23	18,29	15,78	18,39	10,33	4,27
t (cmolc/dm³)	19,26	17,59	16,7	18,26	17,03	15,4	18,4	19,69	19,66	13,18	19,44	15,23	18,29	15,78	18,39	10,33	4,27
T (cmolc/dm³)	22,06	17,79	17	21,06	17,03	16,9	18,7	20,39	21,36	13,38	19,64	15,53	18,59	15,78	20,09	10,83	4,77
V (%)	87,3	98,9	98,2	86,7	98,03	91,1	98,4	96,6	92	98,5	99	98,1	98,4	100	91,05	95,4	89,5
m (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ISNa (%)	0,37	2,08	1,9	0,41	1,64	0,4	2,03	1,63	0,32	1,83	2,09	2,08	1,6	1,5	0,27	0,71	0,35

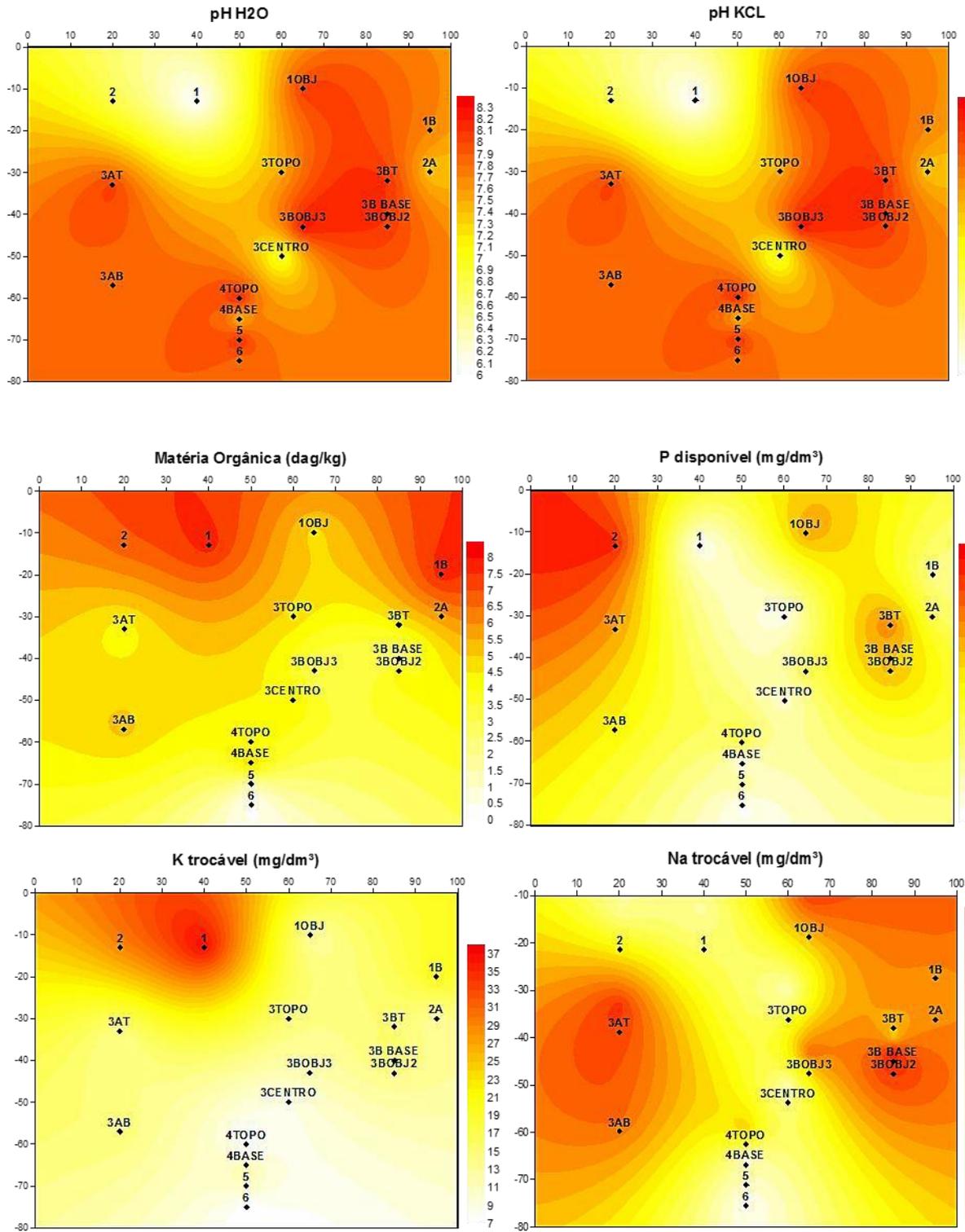


Figura 25 – Mapa de isovalores para pH H₂O, pH KCl, MO, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn.

Continuação

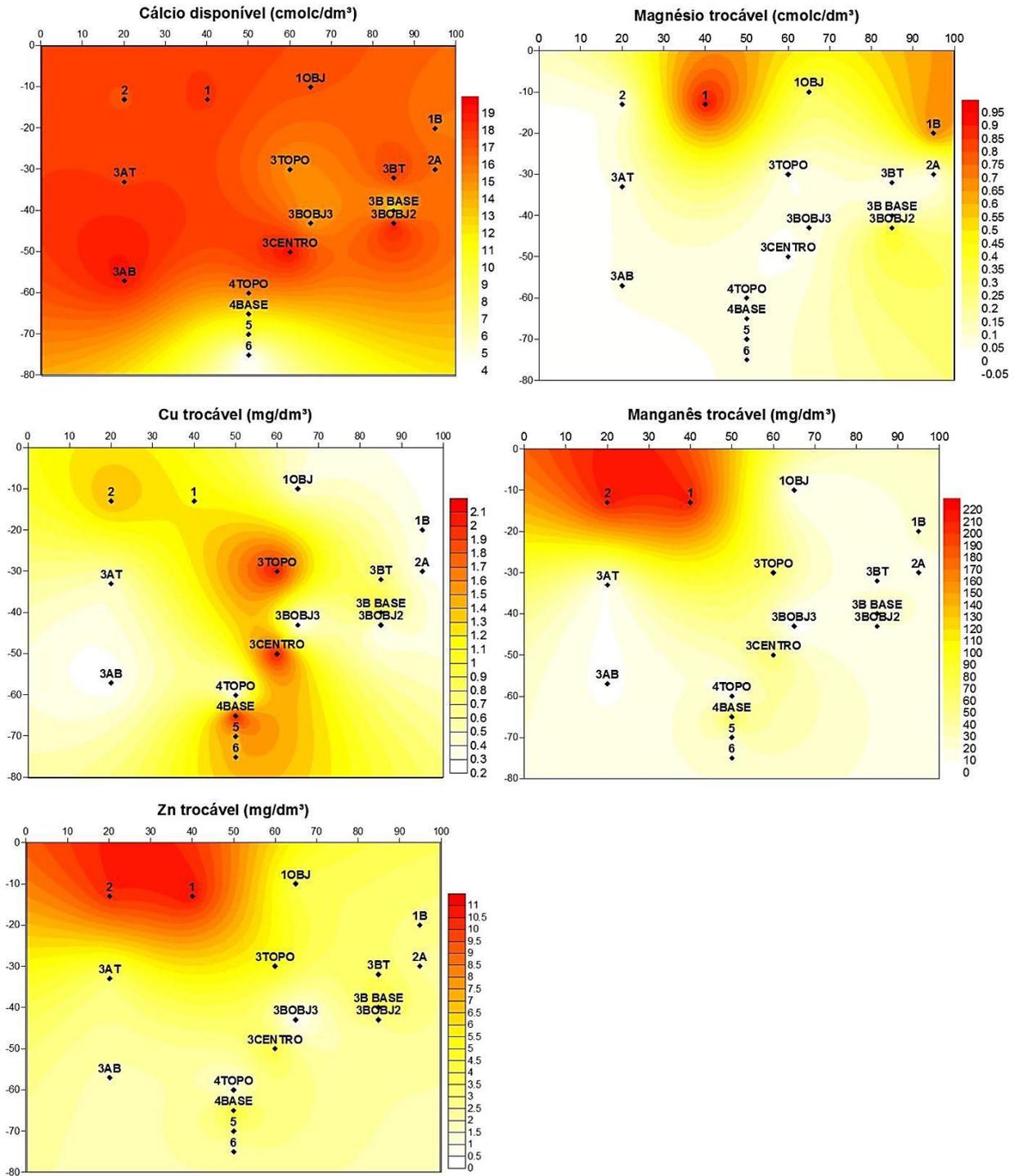


Figura 25 – Mapa de isovalores para pH H₂O, pH KCl, MO, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn.

A matéria orgânica (MO) apresenta estoques superiores a 5 dag/kg nas camadas de topo até 50 cm de profundidade (níveis 1, 1OBJ, 1B, 2, 2A, 3A TOPO e 3TOPO). Nos níveis abaixo de 50 cm até a base observa-se diminuição gradual das concentrações. A concentração de MO nas camadas até 50 cm de acordo com Alvarez et al, (1999) podem ser classificadas como bom e muito bom, enquanto as camadas abaixo de 50cm até a camada 4 com concentrações de 2,5-5 dag/kg como média, enquanto que as camadas inferiores (70-80 cm), com <2,5 dag/kg), como baixas. Os valores elevados de MO provavelmente refletem o acúmulo de restos de alimentos, ossos, material vegetal diverso, como é comum em sítios arqueológicos tipo TPA (Kern, 1996).

O P disponível, variando de 46 a 818 mg/dm³, independe das camadas e por conseguinte profundidade, mas mostra sutil tendência a valores mais constantes e altos com a profundidade (veja na Tabela 6), exceto na camada 6. A concentração mais alta foi encontrada na camada 2. Em termos de fertilidade os valores de P disponível se classificam como muito bom. Ainda assim, esses valores são inferiores aqueles determinados em outros sambaquis no Brasil (Tabela 7).

Tabela 7–Teores de P, Na, Ca e Mg disponível do sítio Jacarequara e em outros sambaquis estudados por Correa, (2007).

Sambaqui	P disponível	Na	Ca	Mg
	mg/dm ³	cmolc/dm ³		
Jacarequara	818,1	0,16	18,49	0,94
Ilha do Cabo Frio	415,3	0,60	5,38	0,65
Condomínio do Atalaia	7554,5	3,70	11,81	6,67
Boqueirão	3336,7	1,99	14,20	3,11
Usiminas	3688,5	8,44	12,98	5,39

De acordo com Alvarez et al, (1999) os teores de P disponível devem ser interpretados consoante a concentração de argila das amostras ou do teor de P-Rem (fósforo remanescente). P-Rem inferiores a 20 mg/L indicam que a amostra possui alta capacidade de adsorver fósforo.

Rodrigues, (2010) afirma que, para além do P disponível extraído pelo Mellich-1, os dados de P-Rem podem ser utilizados para avaliar a capacidade de disponibilização do P para o ambiente, uma vez que, a eficiência de extração do método citado sofre grande influência da capacidade tampão. Segundo este critério, as amostras dos níveis contidos na camada 3 destacam-se com maior capacidade de adsorver fósforo que as demais (Tabela 6).

Como é tipo dos arqueoantrossolos, a variação irregular das concentrações de P disponível deve estar refletindo a irregularidade do acúmulo de matéria orgânica oriunda de atividade distintas (lixo doméstico, refugos primários, secundários) da ocupação pré-histórica, como mostram Kern & Kampf, (1989), Kern & Costa, (2007), quando o P é o principal indicador por estar presente na urina, tecidos orgânicos, vegetais e nos ossos (Woods, 2003).

Como demonstrado em Jacarquara parte dos resíduos orgânicos está representada por ossos, fragmentos de conchas diversos e pelos próprios FCs que contem aditivos orgânicos, que se distribuem de forma irregular entre as camadas. Os valores de P disponível não parecem depender do acúmulo de conchas, pois P disponível máximo (818,1 mg/dm³), da camada 2 rica em conchas com se reflete na camada 2A rica em conchas e apenas 302,3 mg/dm³ de P. A camada 3B (na base do montículo cerâmico), com coloração mais escura, apresenta valores elevados de P disponível (em média 500 mg/dm³), o que podem estar relacionados a presença de matéria orgânica decomposta de uma atividade específica, como enterramentos, que envolve ossos.

A camada 3A também mostrou variação entre topo e base da camada (605,8 mg/dm³ e 437,9 mg/dm³, respectivamente), todavia, diferentemente da camada 3, o maior valor está no topo ao invés da base. Esta camada é formada 30 % por conchas de neritinas bem preservadas e pequenos FCs e líticos. As demais camadas tendem a diminuição do P disponível com o aumento da profundidade (camadas 4, 5 e 6), correspondendo às camadas não ocupacionais. O K disponível apresenta valores máximos no nível 1 (37 mg/dm³), diminuindo em direção a camada 6, com ligeiras variações entre os níveis da camada 3. Esta concentração é considerada baixa agronomicamente (Alvarez, 1999). O Na disponível apresenta valores acentuados nos níveis da camada 3, com variação de 15,7-94,3 mg/dm³ nesta camada, excetuando o nível 1OBJ da camada 1, com 85,3 mg/dm³. No geral, tende ao decréscimo até a camada 6.

O Ca disponível apresenta valores máximos entre os níveis da camada 3 (19,49 cmolc/dm^3 para o nível 3CENTRO e 19,24 cmolc/dm^3 no 3A BASE) tendendo a diminuição com o aumento da profundidade. Reflete assim, a presença de calcita/aragonita dos fragmentos de conchas dos níveis da camada 3, que se dissolve gradualmente liberando as concentrações de Ca. A ligeira tendência a correlação positiva entre Ca e P disponíveis, também pode ser indicativo da contribuição de apatitas provenientes do descarte de resíduos ósseos (animais e humanos), importantes na fertilização das TPAs, como discorrem Kern, (1996), Kampf et al, (2003) e Costa, (2004).

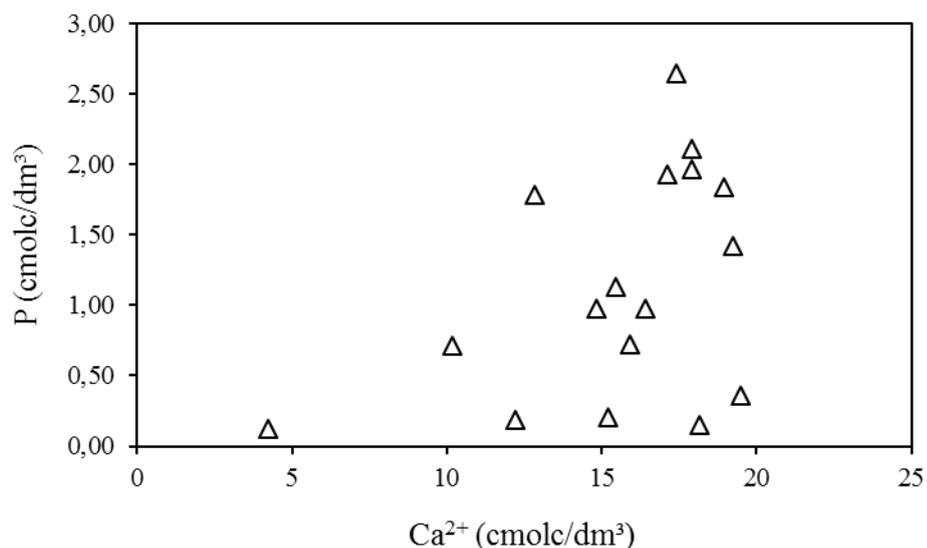


Figura 26 – Dispersão I P-Ca disponíveis nos solos do sítio Jacarequara.

O Mg disponível apresenta maior concentração na camada 1 (nível 1, 0,94 cmolc/dm^3) e diminui com a profundidade a camada 6. Estes valores classificam esses solos como bons agronomicamente (Alvarez, 1999).

Os micronutrientes Cu, Mn, Fe e Zn, estão muito enriquecidos, quando comparados com os dados de Correa, (2007) (Tabela 8). Zn trocável e Mn trocável apresentam padrão de distribuição de valores semelhantes entre si, concentrados nas mesmas camadas 1 e 2, a oeste, respectivamente 10,34 e 213,4 mg/dm^3 .

Tabela 8 –Concentração média dos micronutrientes Zn, Fe, Mn e Cu no sambaqui Jacarequara e os sambaquis estudados por Correa, (2007).

Sambaqui	Zn	Fe	Mn	Cu
	mg/dm ³			
Condomínio do Atalaia	23,39	38,90	32,07	0,56
Boqueirão	4,62	8,23	14,90	0,50
Ilha do Cabo Frio	0,55	1,60	2,45	0,27
Unisinos	0,71	1,79	17,23	0,41
Jacarequara	3,8	3,2	48,2	0,93

A dispersão linear entre eles, é positiva e significativa (Figura 27). As concentrações de Zn e Mn os classificam como muito boa em termos de fertilidade. As concentrações de Zn e Mn nas camadas 2 e 1 refletem a maior concentração de MO, que pode ser interpretada como proveniente de ossos e fezes (Woods, 2003) e/ou da decomposição de tecidos vegetais (Kern, 1996), como de palmeiras.

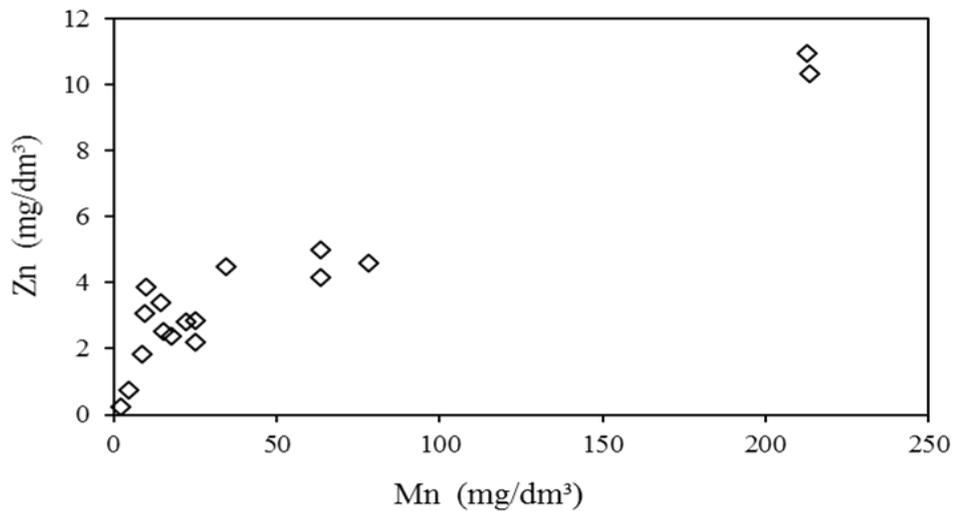
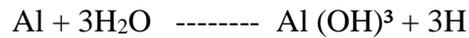


Figura 27 – Diagrama de dispersão Zn-Mn disponíveis.

Os valores de Cu disponível são baixos, 2,31- 0,32 mg/dm³, mas superiores aos encontrados em outros sambaquis (Tabela 8) e se concentram no centro da seção, sem qualquer relação areal com os demais elementos. Em todas as amostras a acidez trocável é igual a zero, e isto decorrente do pH básico. Da mesma forma, a saturação por alumínio e os teores Al³⁺ são nulos. Braga (2012) aponta que em solos com pH >5,5 não existe mais alumínio tóxico devido à sua precipitação na forma de hidróxido de alumínio expresso pela equação:



Corrêa, (2007) encontrou os mesmos índices nulos para alumínio nos sambaquis do Rio de Janeiro, explicando-os pelo alto pH e concentração de MO atuando com complexante do Al³⁺, restringindo sua atividade. A acidez potencial (H+Al³⁺) teve faixas consideradas entre muito baixa a média com valores maiores no topo do perfil (0-2,8). Quando considerados os índices de saturação por Al (m), os resultados também são nulos.

A soma de bases (SB) e valores da CTC efetiva (t) permitem classificar os solos de Jacarequara como não ácidos, classificando-se como muito bons em todas as camadas, diminuindo para bom na base do perfil. A maior parte dos altos valores de SB correspondem aos teores Ca disponível e ao Mg disponível, marcando a importante contribuição da calcita (CaCO₃) para a fertilidade do solo, estando nas formas disponíveis exatamente nas camadas com pH mais baixo (1, 2 e 3). Todas as camadas apresentaram CTC a pH 7 (T) considerados bons, ratificando boa capacidade de armazenar cátions trocáveis. Braga, (2012) relaciona valores de CTC a pH 7 acima de 7. A saturação por bases (V) permite classificar os solos de Jacarequara como muito bons, do tipo eutrófico, ou seja, fértil (EMBRAPA, 1988).

Feijão de Esteio

Segue exposto na tabela 9 os resultados apresentados pelas amostras de feijão de esteio em comparação com os solos.

Tabela 9 – Comparativo entre os valores determinados dos solos da feição de esteio e os valores médios dos níveis arqueostratigráficos.

Parâmetro/Amostra	Superior	Interno	Base	Média	Média (Níveis Arqueostratigráficos)
pH H₂O	7,90	8,00	7,79	7,90	7,78
pH KCl	7,32	7,22	6,58	7,04	7,23
MO dag/kg	4,2	4,2	3,1	3,83	4,29
p mg/dm³	372,6	215,6	91,9	226,70	368,28
P-Rem mg/L	19,2	25,7	32,6	25,83	22,13
K mg/dm³	8	11	9	9,33	13,88
Na mg/dm³	54,5	21,7	11,7	29,30	51,34
Ca²⁺ cmol_c/dm³	16,08	16,18	12,14	14,80	15,33
Mg²⁺ cmol_c/dm³	0,05	0,04	0,05	0,05	0,14
Cu mg/dm³	0,75	1,57	1,73	1,35	0,92
Mn mg/dm³	22,9	108,8	32,6	54,77	37,98
Fe mg/dm³	3	6	5,4	4,80	3,01
Zn mg/dm³	3,44	6,05	3,22	4,24	3,40
Al³⁺ cmol_c/dm³	0	0	0	0,00	0,00
H+Al cmol_c/dm³	0,3	0,5	0,7	0,50	0,72
SB cmol_c/dm³	16,39	16,34	12,26	15,00	16,10
t cmol_c/dm³	16,39	16,34	12,26	15,00	16,10
T cmol_c/dm³	16,69	16,84	12,96	15,50	16,80
V %	98,2	97	94,6	96,60	95,62
m %	0	0	0	0,00	0,00
ISNa %	1,42	0,56	0,39	0,79	1,30

A tabela acima demonstra comportamento semelhante entre os solos dos níveis arqueológicos e a marca de esteio, apenas com ligeira diminuição entre os valores de MO e macro nutrientes. O P disponível também é menor (226,70 mg/dm³), com igual decaimento até a base. O índice de P-Rem indica baixa capacidade de retenção e cátion (Alvarez, 1999).

Entre os micronutrientes Cu, Mn, Fe e Zn, nota-se um comportamento homogêneo, no que consiste em valores mais altos na porção interna da marca de esteio (Tabela 9). Quando comparados com os valores médios dos solos dos níveis arqueostratigráficos, nota-se que os solos contidos na feição de esteio estão mais enriquecidos nestes micronutrientes do que os próprios níveis. Tal anomalia positiva pode refletir a decomposição do material vegetal que outrora preencheu a marca, ratificando, assim, a origem desta feição como uso de esteio.

A CTC a pH7, por sua vez, reflete o mesmo comportamento, devido aos fatores citados. A saturação por bases (V) é classificada como muito boa, ligeiramente maior que nos solos dos níveis. Igualmente ao que ocorre nos demais solos do sambaqui, a saturação por Al é nula. Assim, estes solos associados a feição de esteio caracterizam-se por acentuados valores de micronutrientes (Cu, Mn, Fe e Zn) denunciando alta compostagem de material vegetal.

5.2. FRAGMENTOS CERÂMICOS (FCs)

5.2.1 Arqueostratigrafia, morfometria e tecnologia de produção

Dentre os 454 fragmentos diagnósticos analisados, a técnica de fabricação dos vasos cerâmicos é predominante acordelada. Nos fragmentos cerâmicos (FCs) como escolha de estilo técnico, notou-se uma tendência em não obliterar junções de roletes entre lábio, bojo e base dos fragmentos, a exemplo da base da figura 28, cuja manufatura é expressa na figura 29.



Figura 28 – Base roletada com sobra de carga na junção dos roletes.

Confecção da bolacha de argila para base

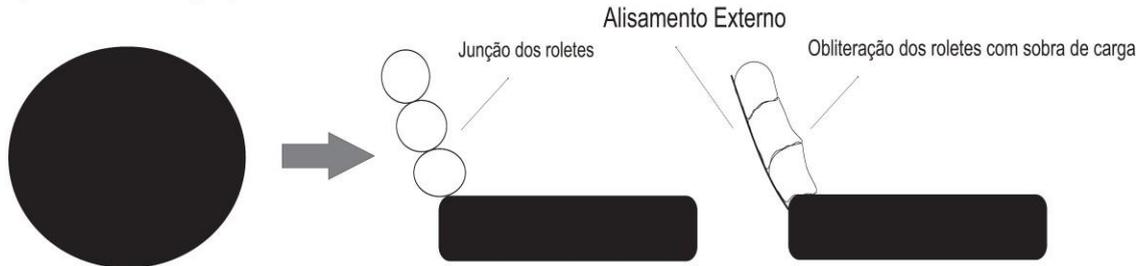


Figura 29 – Sequência de confecção da base e paredes a partir dos roletes.

Atributos como antiplástico, sua origem mineral ou orgânica e espessuras (mm) são primárias na análise tipológica do material cerâmico (Arnold, 1988; Arnold et al., 1991). A escolha do tempero reflete o conhecimento técnico, simbólico e a disponibilidade ambiental da matéria-prima, permitindo também inferência sobre a ambiente no seu todo.

Os FCs na seção arqueostratigráfica mostra que nos 3 primeiros níveis do topo para a base tem nas conchas trituradas o principal tempero (80 % em média), com aditivos minerais e carvão (Figura 30) engobos e pintura (figura 31). A espessura preferencial é de até > 1 mm no nível 1 (80 %), passando para 1-2 mm no nível 2 (90 %), e aparecendo novamente a < 1 mm no nível 3, às vezes > 3 mm (Figura 32). Como já discutido anteriormente, o tipo e espessura dos temperos implicam em variações na forma de uso e percepção simbólica dos materiais empregados. Essa variação entre níveis pode interpretada como reflexo de mudanças no padrão técnico/cultural dos grupos humanos que habitaram a área (Schaan, 2005).



Figura 30 – Fragmento cerâmico com conchas trituradas, tamanho > 3 mm observáveis tanto na superfície interna e externa como no interior do fragmento.

Os níveis de 4 a 7 são marcados pela maior diversidade de antiplásticos, em que a associação de conchas com areia, carvão e cariapé é mais recorrente (40 % no nível 6), assim como, escolha do carvão associado a outros (10 % no nível 5) e antiplástico unicamente inorgânico, como areia e óxidos de ferro (Figura 32). Nestes níveis o tamanho dos fragmentos dos antiplástico é mais variável, de fino e médio (80 % em média, Figura 32).

O tratamento de superfície aplicado foi alisamento em ambas as faces dos fragmentos (65 % em média) em todos os níveis arqueológicos. Barbotina, polimento e bruniduras foram observados com maior frequência os entre os níveis 3 e 6, onde as peças receberam acabamento mais diversificado (Figura 33). A barbotina além de esconder as imperfeições do alisamento (temperos expostos, ondulações, etc.) confere impermeabilidade a peça, tornando-a mais eficaz como reservatório de líquidos. A brunidura e o polimento são técnicas ligadas ao melhoramento do recipiente como reservatório, além do aspecto estético.

No Jacarequara domina o engobo branco, que ocorre em ambas as faces do fragmento, ou apenas na face externa. Os níveis com maior frequência destes então entre 3 e 6.

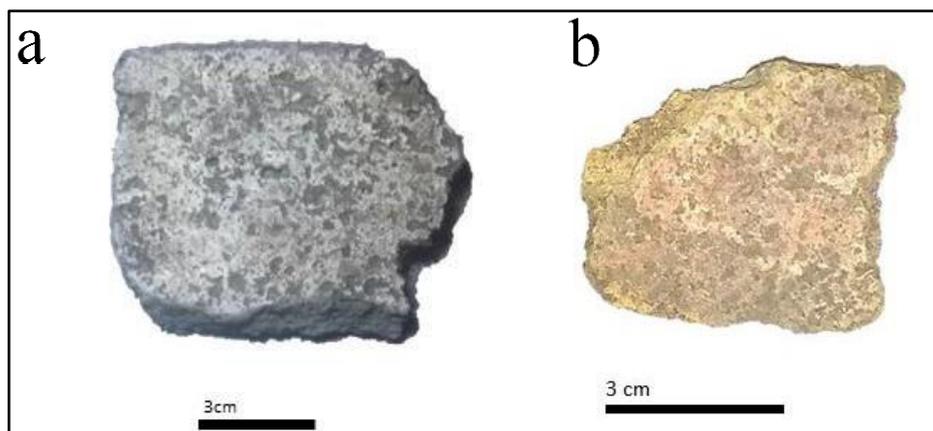


Figura 31 – Em a) fragmento com engobo branco e b) fragmento com engobo vermelho.

Os FCs não apresentam variação significativa na coloração de queima, com predomínio da tonalidade cinza muito escuro, indicando queimas em ambientes redutores e baixa temperatura (Colton, 1939).

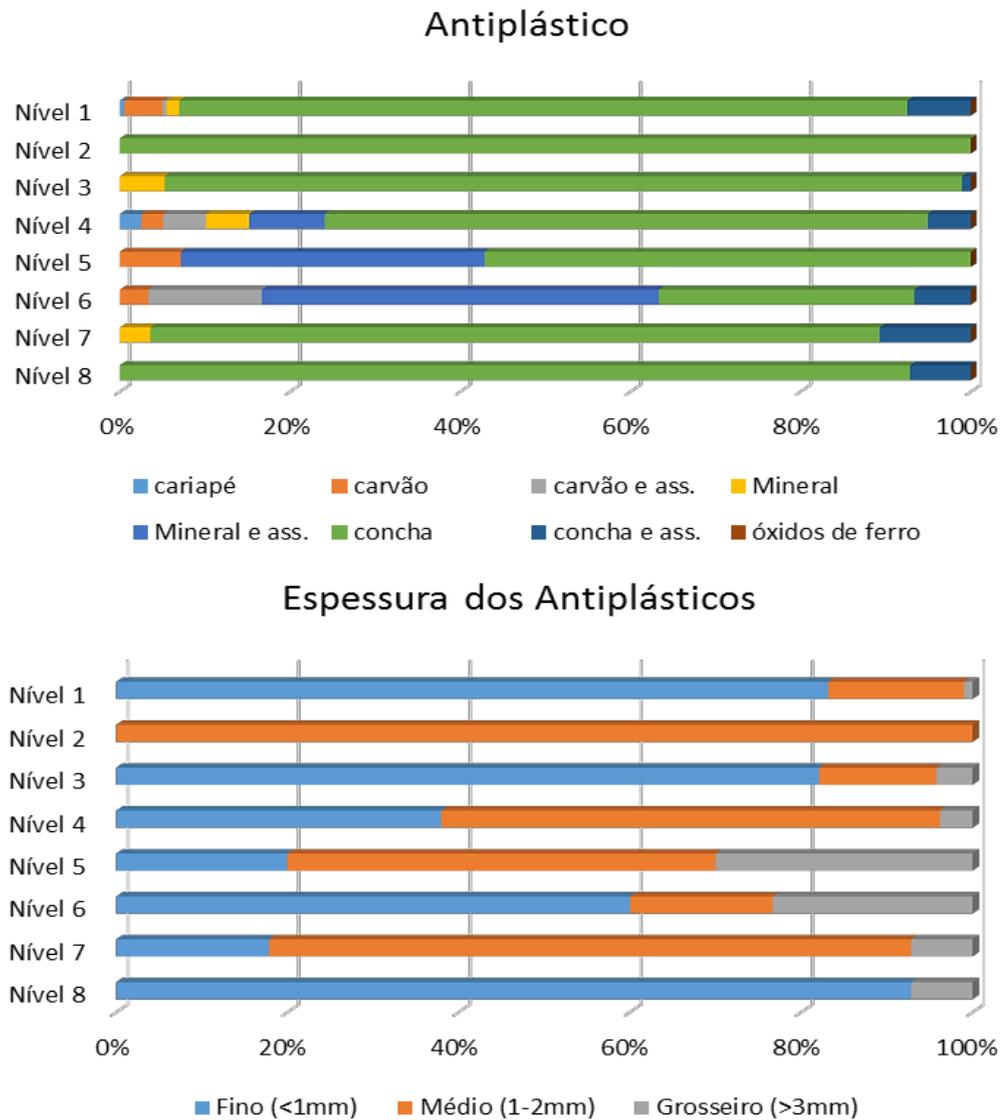
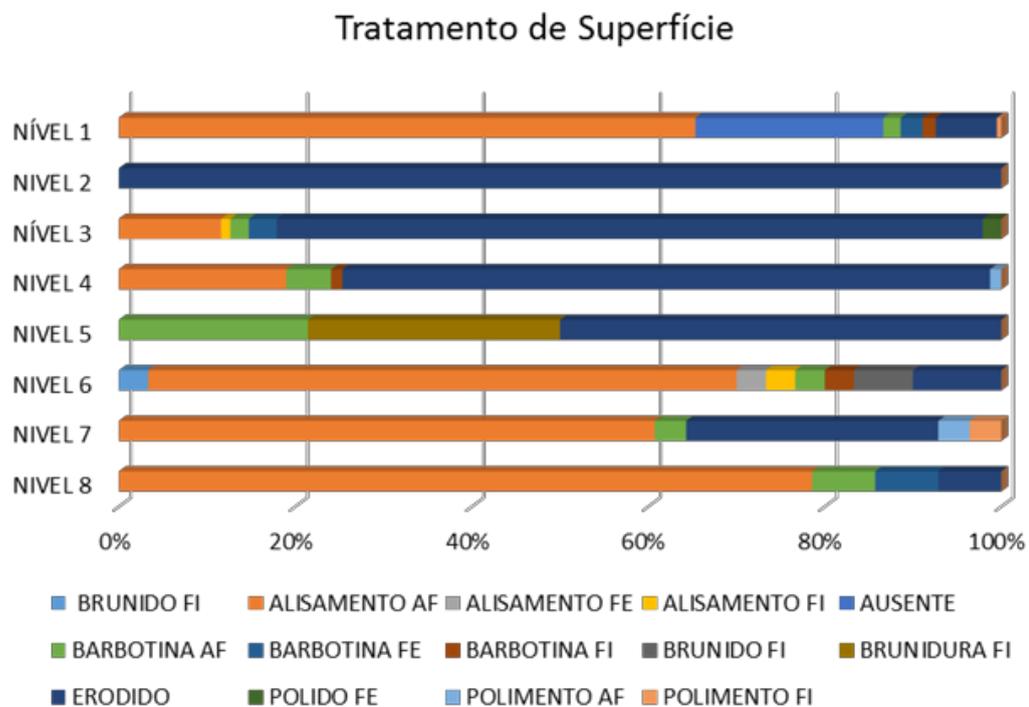


Figura 32 – Distribuição dos tipos de antioplásticos e da espessura dos FCs segundo os níveis estratigráficos.

Destacam-se as decorações plásticas sobre as pintadas que envolvem incisões, incisos zonados com motivos que lembram carapaças de moluscos, e ainda, a ocorrência mais representativa do sítio, as decorações escovadas. O escovado, em geral, recobre todo o corpo do fragmento, do lábio até o bojo, sendo comum ocorrer em bordas de pratos.

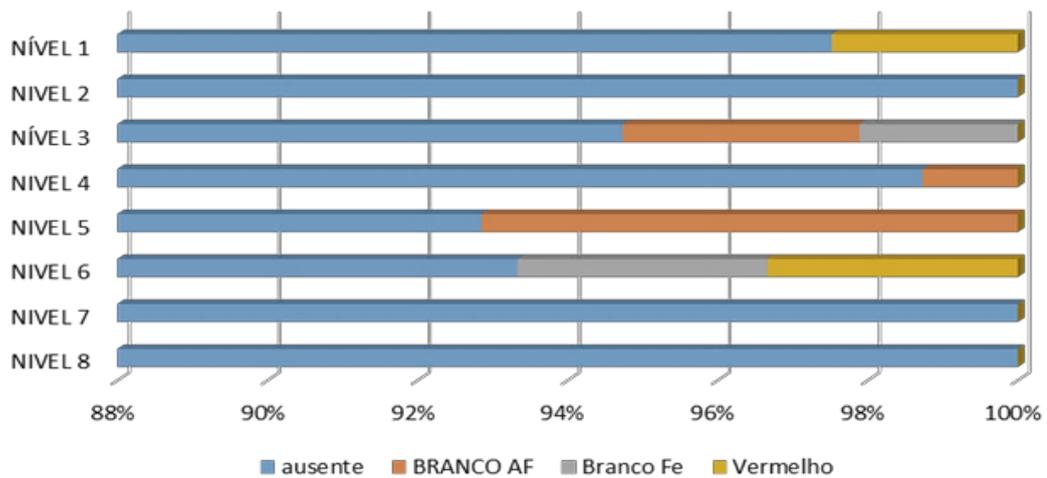
As direções incluem paralelo inclinado esquerdo (30 %), paralelo escovado direito (60 %) e paralelo vertical (10 %). Até o nível 2 é mais comum o escovado na face externa. Os níveis subsequentes sofrem aumento gradual do nível de diversificação das decorações plásticas aplicada, como mostra a Figura 34. Os níveis com decorações mais complexas são entre 4 e 6, concordando com as mudanças de padrão mostradas para os outros atributos.

Para refino da análise, foram quantificados também os locais das ocorrências destas decorações nos FCs, indicadas como face interna (FI), face externa (FE) ou em ambas as faces (AF), como mostra a Figura 34.



Engobo

Figura 33 – Aspectos de tratamento de superfície, decoração pintada e plástica entre os níveis.



Decoração Plástica

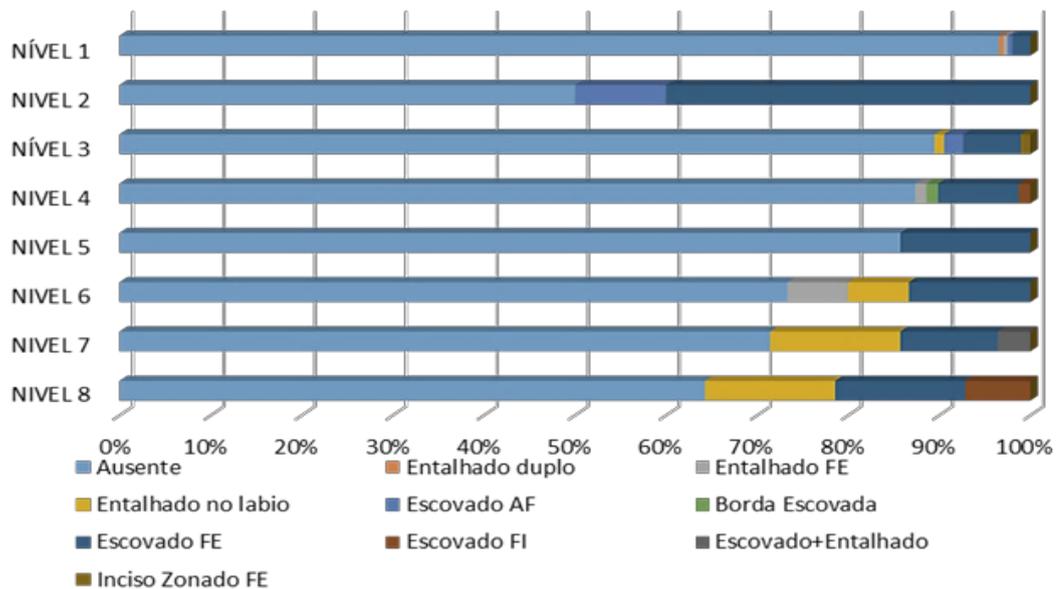
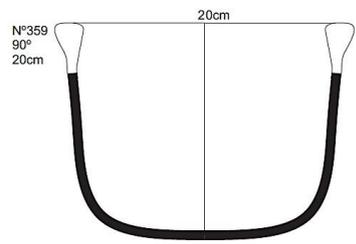
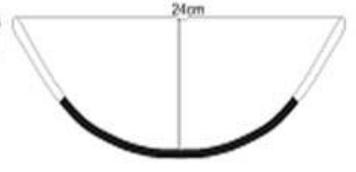
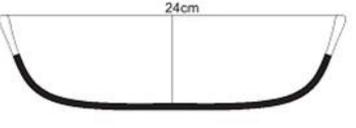


Figura 34 – Aspectos de tratamento de superfície, decoração pintada e plástica entre os níveis.

Os atributos morfológicos dos contornos das formas identificadas estão representados por formas simples e pouco variáveis. Em sua maioria, ocorrem bordas extrovertidas (82 %) com inclinação externa (86 %), o que resulta em formas de contorno irrestrito (78 %) ou irrestrito infletido (20 %). As projeções obtidas apontam para panelas (72 %) seguindo-se de tigelas (20 %) e pratos (8 %) (Figura 35).

(Continua)

FORMA	GRUPO	DESCRIÇÃO
	1- Decoradas	Formas variadas que mostram que não existe uma correlação concreta entre forma e atributo decorativos. Ao todo, pode-se projetar 12 formas de bordas decoradas.
	2	Composto por 10 formas, são painéis de contorno simples irrestrito, algumas ocorrendo leve inflexão no bojo superior. Os diâmetros variam de 22 a 46 cm com bases planas
	3	Composto por 15 formas. São tigelas e painéis e meia calota com base plana ou arredondada, diâmetro de boca no intervalo de 17 a 40 cm. Possuem lábio apontados retos, com inclinação externa
	4	Composto por 9 formas. Representam pratos e alguidares (assadores) com pouca variação no diâmetro de boca (22-26 cm). Possuem paredes espessas (0,9-1,2 cm), os lábios e borda são variados: apontados, arredondados, reforço externo e reto
	5	Composto por 9 formas. Representam pratos e alguidares (assadores) com pouca variação no diâmetro de boca (22-26 cm). Possuem paredes espessas (0,9-1,2cm), os lábios e borda são variados: apontados, arredondados, reforço externo e reto.

(Conclusão)

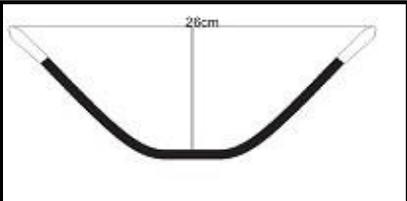
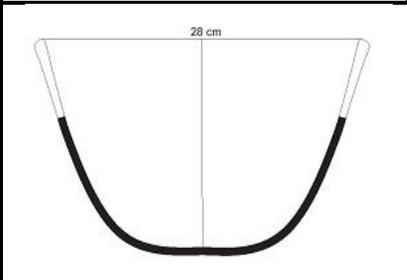
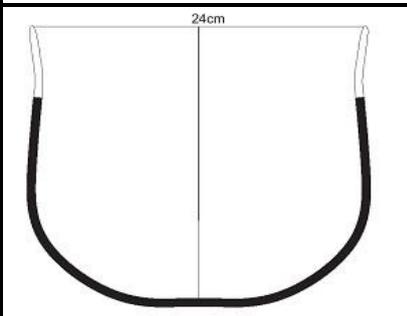
	6	Composto por 10 formas. São vasilhas de contorno cônico e base plana. O diâmetro varia de 18 -28 cm, e os lábios são variados: apontados, reforço externo e arredondados.
	7	Composto por 2 formas. São vasilhas de contorno semi-cônico e base arredondada. São formas transicionais entre os formatos cônicos e esféricos. O diâmetro varia de 28-30 cm e os lábios são apontados.
	8	Composto por 3 peças. São formas de exceção que representam contornos particulares divergentes das demais tendências do sítio

Figura 35 – Tipologia das formas identificadas a partir dos FCs.

5.2.2 Mineralogia

Os FCs são constituídos fundamentalmente por quartzo, sempre abundante, a fase amorfa metacaulinita, calcita e aragonita em quantidade variável e muscovita e anatásio como acessórios. (Figura 36). Essa composição mineral se assemelha a maioria dos FCs de TPA investigados na Amazônia (Costa et al., 2009 e Costa et al., 2014). Portanto os FCs representam vasilhas cerâmicas confeccionadas provavelmente a partir da mesma matéria prima argilosa a base quartzo, caulinita (deu origem a metacaulinita) e illita/muscovita, com adição dos mesmos materiais carbonático, os fragmentos de conchas. São sedimentos encontrados no entorno do sítio tanto na Formação Barreiras como nos sedimentos do Quaternário.

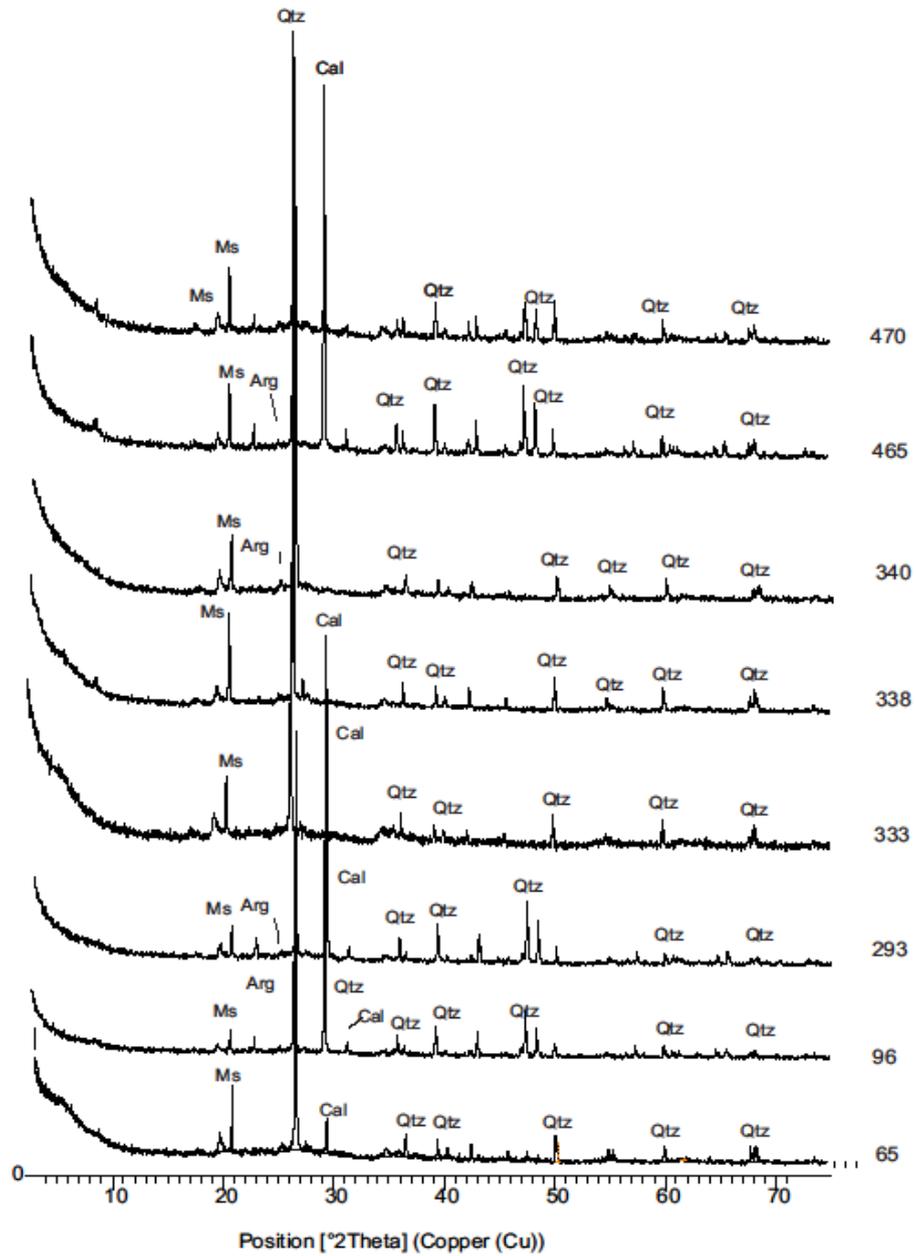


Figura 36 – Espectros de difração de raios X mostrando os principais minerais identificados nos FCs: quartzo (Qtz), muscovita (Ms), calcita (Cal) e aragonita (Arg).

Os FCs temperados com concha possuem matriz argilosa, tipo metacaulinita, de coloração escura de aspecto criptocristalino. Os fragmentos de conchas apresentam formato lamelar com tamanhos variados, semi-orientados na matriz, resultado possivelmente da obliteração e alisamento da confecção correspondentes a gastrópodes e aparecem. Nas laterais das placas de conchas não foram identificadas bordas de reação com a argila envolvente, o que sugere uma queima em temperaturas abaixo de 800°C (Cultrone et al., 2001).

Nos FCs temperados com areia, carvão e outros materiais a coloração a matriz de metacaulinita é mais clara de textura mais compacta que a matriz com conchas. Embora não identificados por DRX os óxido-hidróxidos de Fe foram nitidamente observados nas lâminas, também foi possível observar a presença restrita de cariapé.

(Continua)

na pasta (a-d); ma

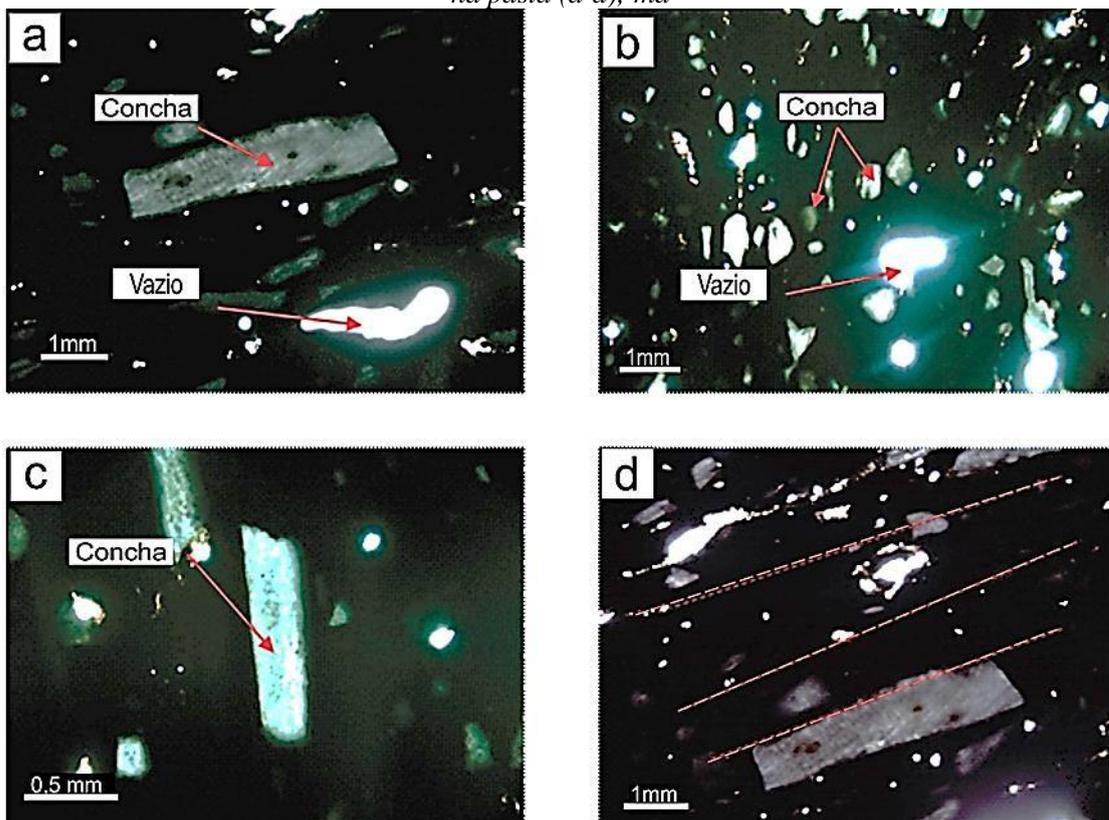


Figura 37 – Fotomicrográfrica ópticas de FCs mostrando a abundância de conchas e sua distribuição na matriz argilosa com óxidos de ferro (e) e a presença de cariapé (f).

(Conclusão)

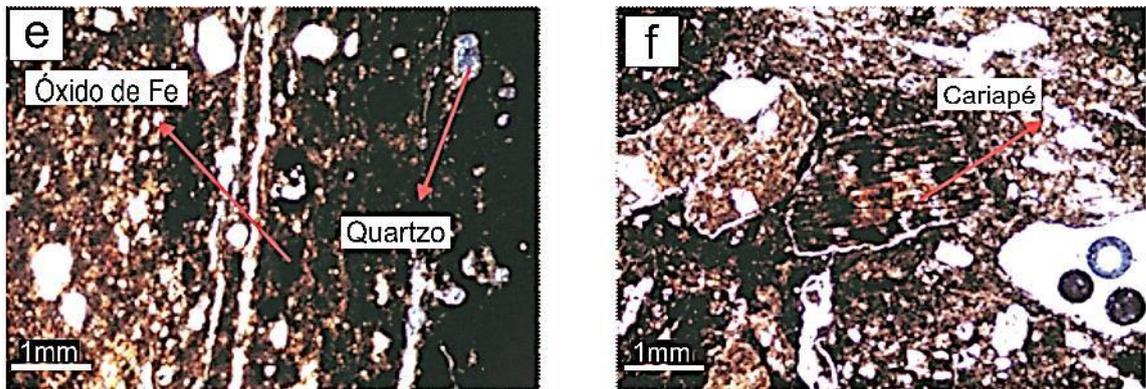


Figura 38 – Fotomicrográfrica óptica de FCs mostrando a abundância de conchas e sua distribuição na pasta (a-d); matriz argilosa com óxidos de ferro (e) e a presença de cariapé (f).

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (Figura 39) permitiram identificar as inclusões de carvão ainda com aspecto fibroso e avaliar os fragmentos de conchas evidências de alteração dada pelos “bolsões” de contorno laminar como evidência de dissolução parcial, que deixou uma impressão negativa na argila.

As análises químicas semiquantitativas com MEV/EDS (Figura 39) mostraram valores variáveis de fósforo, de 0,8 a 6,5 % em que os valores mais altos estão na matriz argilosa. Os teores de Ca muito altos representam os fragmentos de conchas

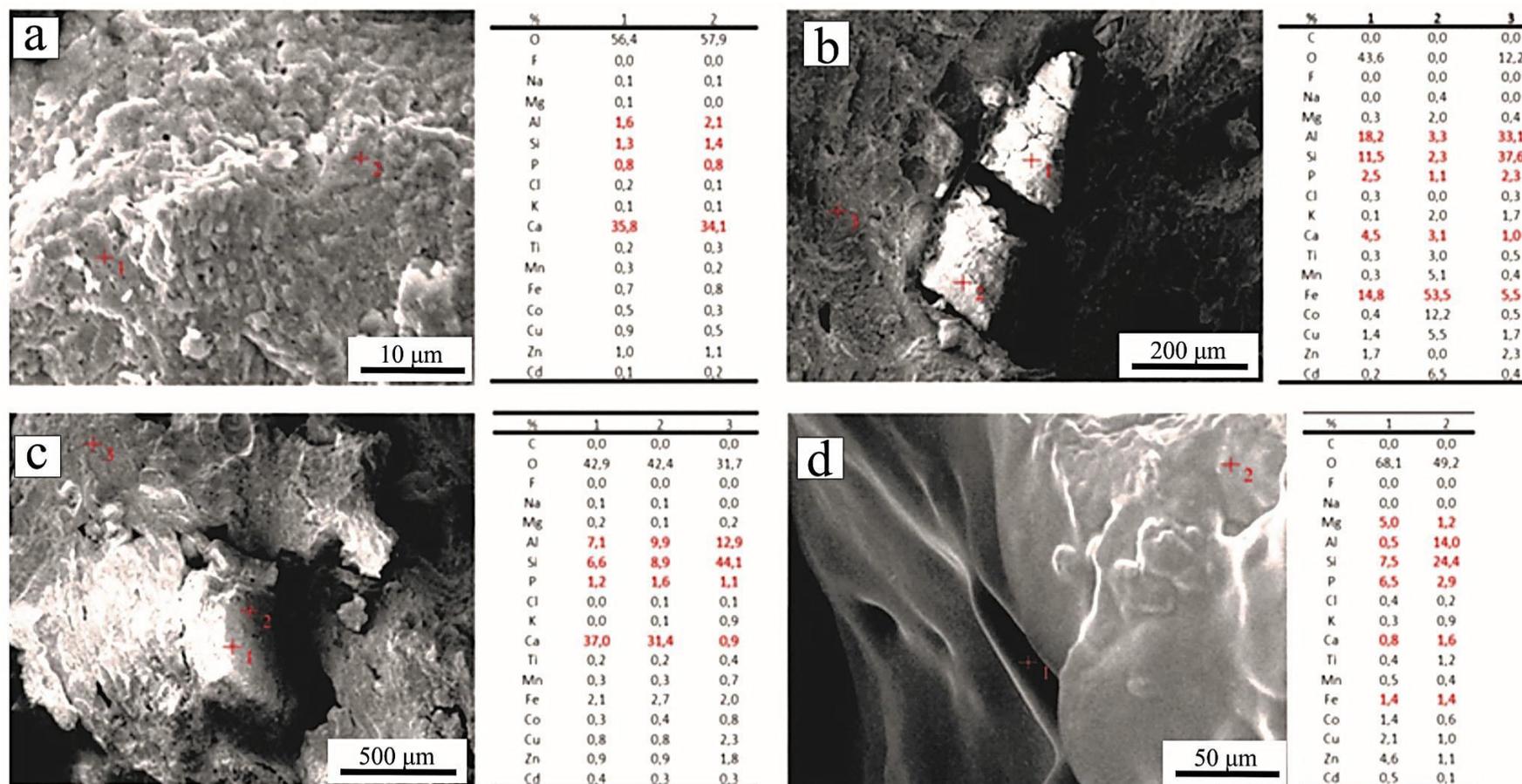


Figura 39 –Microanálises químicas semiquantitativas com sistema de energia dispersiva (EDS) acoplado a microscopia eletrônica de varredura.

5.2.3 Composição química

5.2.3.1 Elementos Maiores

Os FCs são constituídos predominantemente por SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e CaO , em quantidades muito variáveis (Tabela 10). Os teores de SiO_2 variam de 31 a 50 %, os de Al_2O_3 de 14 a 21 %, Fe_2O_3 de 1,9 a 10,8 e CaO de 1 a 19,6 %. Destacam-se ainda K_2O de 1,0 a 1,4 %, TiO_2 de 0,7 a 1,1 % e P_2O_5 de 0,5 a 1,2 %. Os valores elevados e variáveis de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e CaO (Figura 39), retratam a composição mineralógica principal e seus teores variáveis representada por quartzo, metacaulinita, calcita e aragonita. Os valores de K_2O correspondem a muscovita, como acessório e TiO_2 como anatásio, também um acessório. O conteúdo de P_2O_5 obtido é ligeiramente inferior a maioria dos FCs de TPA da Amazônia como Quebrada Tacana - QT e Manduquinha – MAN (1,34 e 1,31 % respectivamente) estudados por Silva, (2010) e Coelho et al, (1996). Da mesma forma que na maioria destes sítios, em Jacarequara não foi identificada qualquer fase fosfática. Na maioria dos sítios arqueológicos o fósforo presente nos FCs quando cristalino é representado por fosfatos de alumínio (Costa et al., 2009). Os teores relativamente mais baixos de P_2O_5 nos FCs podem refletir o uso menos frequente ou menos demorado para fins de preparação de alimentos, ou uso de alimentos mais pobres em fósforo (Costa et al., 2004).

Tabela 10 – Composição química (%) dos fragmentos cerâmicos.

Nº do FC.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	P.F
65	47,92	18,83	4,11	0,74	4,21	0,22	1,42	1,01	0,52	0,02	20,8
96	32,25	14,51	6,37	0,3	17,8	0,18	1,05	0,72	0,52	0,03	26,0
293	31,09	15,44	2,22	0,25	19,58	0,19	1,19	0,76	0,56	0,01	28,5
333	41,54	20,67	10,79	0,55	1,02	0,24	1,3	1,03	0,88	0,03	21,7
338	50,26	19,46	3,87	0,54	1,2	0,28	1,3	1,09	1,18	0,03	20,6
340	45,36	20,96	5,78	0,38	0,91	0,19	1,4	1,12	0,56	0,03	23,1
465	37,09	13,99	1,9	0,24	17,75	0,15	1,05	0,76	0,76	0,01	26,0
470	41,84	17,44	2,93	0,43	10,45	0,25	1,3	0,92	0,75	0,02	23,4
Média	40,92	17,66	4,75	0,43	9,12	0,21	1,25	0,93	0,72	0,02	23,8
Desvio Padrão	7,007	2,75	2,908	0,173	8,288	0,043	0,143	0,16	0,23	0,008	-
Jabuti ¹	41,59	19,48	5,26	0,58	1,28	0,16	0,74	1,13	7,75	0,02	-
Cachoeira da Porteira ²	65,55	16,37	5,79	0,63	0,43	0,69	0,9	0,86	2,37	0,01	-
Quebrada Tacana ³	56,53	17,36	3,43	0,42	0,04	0,06	1,27	1,01	1,34	0,01	-
Manduquinha ⁴	71,35	8,6	4,54	0,26	0,19	0,98	0,59	0,4	1,31	0,01	-
CTS⁵	64,9	14,6	4,4	2,24	4,12	3,46	3,45	0,52	0,15	0,07	-

⁷ Rodrigues, ⁸ Costa et al.(2004), ⁹ Silva, (2010), ¹⁰ Coelho et al. (1996) e ¹¹ Wedephol, (1995).

Os diagramas ternários (Figura 39) atestam o domínio do Al₂O₃ e o Fe₂O₃ sobre o P₂O₅, possivelmente denotando óxido-hidróxidos de ferro presentes na pasta, enquanto CaO, MgO e P₂O₅ mostram ligeira correlação positiva, possível resultado da presença de apatita e carbonatos.

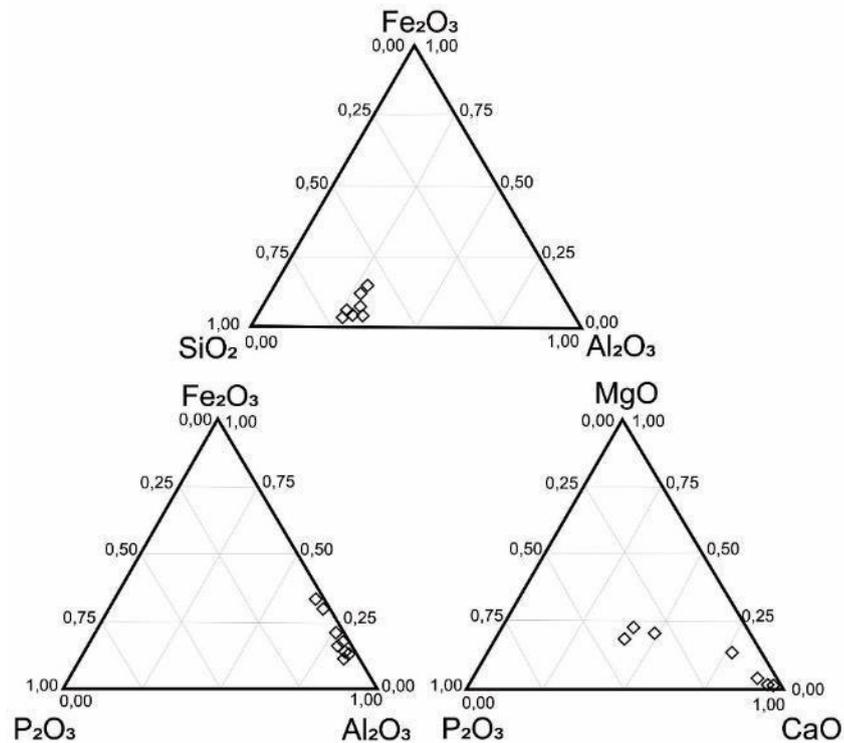


Figura 39 – Diagramas P_2O_5 - Fe_2O_3 - Al_2O_3 e P_2O_5 - MgO - CaO ressaltando a dispersão química dos FCs, principalmente em termos de Fe_2O_3 , Al_2O_3 e CaO .

Quando confrontados com a média crustal (Wedepohl, 1995), os FCs estão enriquecidos em Al_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 e parcialmente em Fe_2O_3 e CaO (Figura 40), estes desde empobrecidos a enriquecidos; estão, no entanto empobrecidos em SiO_2 , MgO , Na_2O e MnO . Isto demonstra o emprego de argilas normais, nas quais foram inseridos de forma muito aleatória teores de CaO via fragmentos de conchas. Os teores de P_2O_5 , certamente por conta do uso cotidiano para preparação de alimento, como demonstrado por Costa et al, (2004), Costa et al, (2004a), Costa et al, (2004b) e Rodrigues et al, (2014).

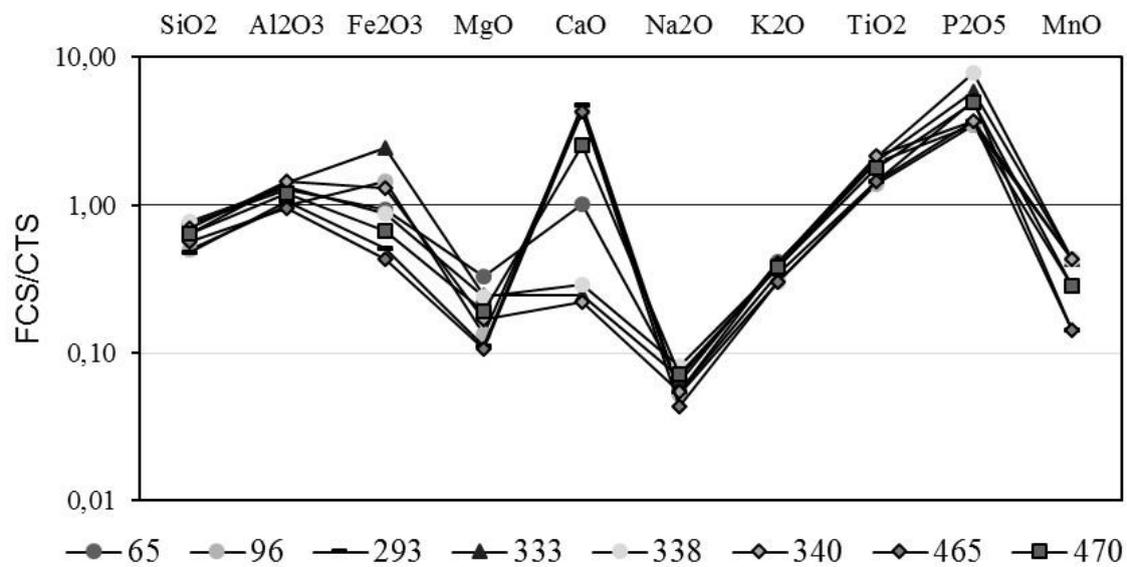


Figura 40 – Distribuição das concentrações químicas dos elementos maiores dos FCs normalizados a média crustal de Wedepohl, (1995).

5.2.3.2 Elementos-traço

Dentre os elementos traços, os FCs apresentam enriquecimento nos teores de Sc, V, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Sr, Y e Zr (Tabela 11), quando comparados com a média crustal. Os teores dos elementos terras raras (ETR) praticamente se equivalem entre si, mostrando assim homogeneidade na matéria prima empregada para a confecção dos vasos cerâmicos, ou que o mineral portador de ETR não sofreu grande variação. Quando os teores são comparados com a Média da Crosta Terrestre Superior (Figura 41), os ETRL se equivalem enquanto os ETRP tendem a ligeiro enriquecimento. Esses teores também estão na margem de variação daqueles observados em outros FCs investigados em TPA da Amazônia (Rodrigues, 2010).

Tabela 11 – Concentrações dos elementos-traço nos FCs (ppm).

(Continua)

Elemento	Número dos Fragmentos Cerâmicos								Média	CTS[1]	COND[2].
	65	96	293	333	338	340	465	470			
Be	2	0,1	0,1	2	0,1	3	0,1	2	1,18	3	-
Sc	15	13	12	19	17	17	11	14	14,75	7	-
V	104	95	77	148	93	136	70	91	101,75	53	-
Co	4,4	3,7	2,3	4,9	6,6	4,2	2,5	4,5	4,14	11,6	-
Ni	0,2	0,2	0,2	26	28	30	0,2	0,2	10,63	19	-
Cu	23	20,7	16,3	34,9	20,2	37,2	11,6	20,1	23	14,3	-
Zn	51	54	31	109	45	131	30	41	61,5	52	-
Ga	19,1	13,6	15,2	23	19,1	22,8	13,8	17,8	18,05	14	-
As	3,5	7,1	1,2	7,7	2,5	6,4	1,6	1,7	3,96	2	-
Se	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	-
Rb	103,2	54	64,3	90,4	82,3	84,1	54,4	82,1	76,85	110	-
Sr	196,4	516,6	463,9	72,4	91	61,9	698	368,3	308,56	316	-
Y	20,5	16,1	19	22,9	26,8	22,7	22,7	20,6	21,41	20,7	-
Zr	283,4	140,4	123,9	184,8	279,1	281,3	203,6	198,6	211,89	237	-
Nb	17,8	13,2	13,8	19	20,9	21,4	14,7	17,6	17,3	26	-
Mo	0,3	0,6	0,1	0,4	0,1	0,9	0,1	0,1	0,36	1,4	-
Ag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,055	-
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,102	-
Sn	3	3	3	4	3	4	3	3	3,25	3	-
Sb	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,03	-
Cs	7,5	4,6	5,7	7,3	6	6,6	4,8	6,8	6,16	5,8	-
Ba	939	736	491	887	894	782	840	1024	880,3	668	-
Hf	7,8	3,8	3,5	5	7,6	7,4	5,3	5,5	5,74	3,42	-
Ta	1,2	1	1	1,4	1,4	1,5	1,1	1,5	1,26	1,5	-
W	2,4	1,1	1,4	2,1	1,9	1,9	1,3	2,4	1,81	1,4	-
Hg	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,02	0,056	-
Tl	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,11	0,75	-
Pb	22	18,5	12,4	26,3	19,7	19,6	11,8	14,6	18,11	17,0	-
Bi	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,25	0,123	-
Th	16,4	14	11,9	17,7	17,5	17,8	11,5	15,3	15,26	10,3	-
U	2,5	2,4	1,6	3	3,3	3,1	1,9	2,3	2,51	2,5	-

(Conclusão)

Elemento	Número dos Fragmentos Cerâmicos								Média	CTS[1]	COND[2].
	65	96	293	333	338	340	465	470			
La	36,1	33,7	36,5	40,9	40	30,9	36,9	35,2	36,2	32,3	0,6
Ce	68,9	66,4	73,4	82,2	81,7	57,8	76,3	66,4	71,64	67,5	0,2
Pr	7,25	7,26	8,11	9,33	8,97	6,75	9,1	7,41	8,02	6,3	0,1
Nd	25,2	25,8	29	33,6	33,8	25,6	35,4	26,6	29,38	25,9	0,5
Sm	4,69	4,75	5,53	6,15	6,14	4,72	6,57	5,06	5,45	4,7	0,15
Eu	0,97	0,92	1,02	1,15	1,24	0,94	1,24	0,95	1,05	0,95	0,058
Gd	3,83	3,94	4,42	5,11	5,46	3,81	5,41	4,19	4,52	2,8	0,204
Tb	0,63	0,58	0,64	0,77	0,88	0,67	0,8	0,67	0,71	0,5	0,04
Dy	4,02	3,41	3,76	4,24	5,06	3,98	4,44	3,62	4,07	2,9	0,3
Ho	0,74	0,67	0,69	0,83	1,02	0,77	0,83	0,78	0,79	0,62	0,1
Er	2,28	1,89	2,03	2,41	2,75	2,36	2,35	2,26	2,29	n.d	0,17
Tm	0,36	0,29	0,28	0,39	0,42	0,38	0,36	0,34	0,35	n.d	0,03
Yb	2,42	1,99	1,93	2,48	2,99	2,58	2,31	2,36	2,38	1,5	0,2
Lu	0,38	0,28	0,3	0,37	0,44	0,4	0,37	0,34	0,36	0,27	0,03

[1] Média Crustal de Wedepohl, (1995) e [2] condritos de Evensen et al, (1978).

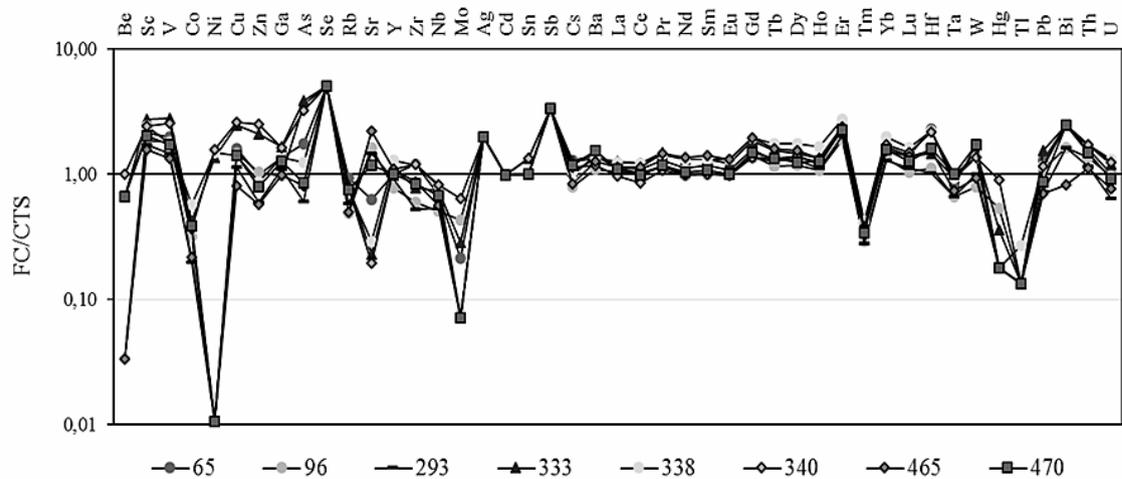


Figura 41– Os FCs normalizados a média crustal de Wedepohl, (1995).

Quando normalizados aos condritos (Figura 42) verifica-se o empobrecimento em ETRL e tendência suave a estabilização nos ETRP somente a partir do Er. É nítida a forte anomalia positiva de Ce e suave a anomalia negativa de Eu. A primeira é encontrada comumente em materiais provenientes de solos e a segunda em feldspatos, e foram observadas em outros FCs da Amazônia (Rodrigues, 2010). Essas curvas também ressaltam a homogeneidade composicional dos FCs. Os FCs mostram o mesmo comportamento do solo (Figura 42).

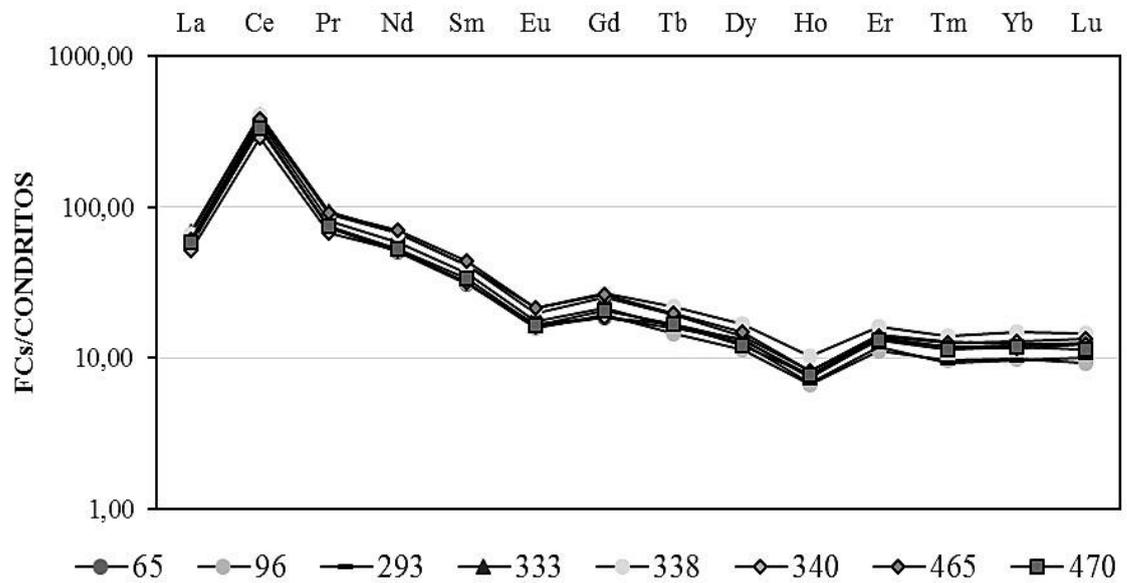


Figura 42 – Os ETRs nos FCs normalizados com aos condritos (Evensen et al, 1978).

5.2.4 Fertilidade

Os valores de pH dos FCs são altos a muito altos (6,72-8,55 para KCl; 7,4-8 para H₂O), cuja variação não independe da camada hospedeira e os valores se comparam com aqueles dos sambaquis do Rio de Janeiro descritos por Corrêa, (2007). Em termos de pH os FCs se apresentariam com fertilidade desfavorável na classificação de Alvarez et al., (1999).

Divergem por exemplos dos FCs do sítio Jabuti investigados por Rodrigues, (2010) com pH na faixa de 5,84 a 5,86, valores esses potencialmente férteis. Essas diferenças retratam em primeiro o elevado conteúdo de fragmentos de conchas que representam carbonatos de cálcio (calcita + aragonita) empregados como aditivos tanto em Jacarequara como no solo dos sambaquis do Rio de Janeiro, que tamponam o pH, que embora empregados nos de Jabuti, os mesmos foram transformados em crandallita-goyazita (Rodrigues et al., 2015).

A MO mostra maior estoque no FC do nível 1 (2,26 dag/kg), que é baixo, diminuindo com a profundidade. Os valores de P disponível estão na faixa de 12 a 389,9 mg/dm³, muito variáveis, ligeiramente abaixo dos solos das camadas que os contém, e muito abaixo da faixa encontrada nos FCs também temperadas com concha, porém sem carbonatos e ricas em fosfatos estudadas por Rodrigues, (2010), com valores entre 1112,1 a 872,9 mg/dm³, (Rodrigues, 2010). Contudo Silva, (2010) mostra valores de P disponível, variáveis de sítio para sítio (Tabela 12). Associado a esses valores de P disponível, os FCs também apresentam P-Rem em concentrações abaixo de 20 mg/L, fato que favorece a retenção de cátions segundo Alvarez, (1999). K disponível apresenta valores de baixo a muito baixo, repetindo assim a mesma deficiência do solo, como já discutido. Na trocável varia de 50,5 a 16,7 mg/dm³. Independe do nível arqueológico. Ca disponível mostra valor máximo de 70,45 cmolc/dm³ no nível 3, em valores acima do encontrado no solo, sendo igualmente muito variável, independe do nível arqueológico, com tendência a relacionar-se com aqueles ricos em CaCO₃ em decorrência de fragmentos de conchas.

Entre os micronutrientes, o Cu encontra-se concentrado no FC do nível 2 (0,87 mg/dm³) com forte variação, independentemente do nível de origem. Os mesmos comportamentos apresentam Mn e Fe (Tabela 13), ao contrário do Zn que mostra forte dependência com a profundidade, diminuindo em direção a base o que reflete fortemente a ação antrópica, que segundo as escavações aumentou em direção a superfície.

Tabela 12 – Composição química (%) dos FCs

Parâmetros	Número do Fragmento Cerâmico							Média
	65	96	293	333	338	340	465	
pH _{H₂O}	7,80	7,60	7,47	7,40	7,71	7,92	8,00	7,70
pH _{KCl}	8,55	6,77	6,72	6,97	7,12	7,13	7,15	7,20
MO (dag/kg)	2,26	1,29	1,29	1,42	1,68	1,16	1,29	1,50
P (mg/dm ³)	175,10	131,50	389,90	56,90	48,20	12,00	80,10	127,70
P-Rem (mg/L)	11,60	9,00	8,10	7,30	7,20	6,60	6,70	8,10
K (mg/dm ³)	25,00	35,00	17,00	15,00	13,00	5,00	9,00	17,00
Na (mg/dm ³)	50,50	31,60	25,60	16,70	33,60	38,60	30,60	32,50
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	64,90	63,39	29,14	29,98	70,45	31,75	63,94	50,50
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	1,37	0,82	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11	0,40
Cu (mg/dm ³)	0,29	0,87	0,79	0,71	0,41	0,20	0,34	0,50
Mn (mg/dm ³)	10,80	17,10	11,40	12,70	10,00	2,80	6,80	10,20
Fe (mg/dm ³)	7,90	48,10	47,90	57,30	15,10	0,40	3,50	25,70
Zn (mg/dm ³)	2,31	2,29	2,46	1,80	1,11	0,16	0,83	1,60
Al ³⁺ (cmolc/dm ³)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H+Al (cmolc/dm ³)	1,50	1,70	3,10	1,70	1,80	0,70	0,70	1,60
SB (cmolc/dm ³)	66,59	64,44	29,42	30,20	70,74	32,04	64,21	51,10
t (cmolc/dm ³)	66,59	64,44	29,42	30,20	70,74	32,04	64,21	51,10
T (cmolc/dm ³)	68,09	66,14	32,52	31,90	72,54	32,74	64,91	52,70
V (%)	97,80	97,40	90,50	94,70	97,50	97,90	98,90	96,40
m (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ISNa (%)	0,32	0,21	0,34	0,23	0,20	0,51	0,20	0,30

Tabela 13 – Comparativo entre os teores médios de P disponível entre os FCs estudados na Amazônia.

Sítio	Teor médio P disponível (mg/dm ³)
Jacarequara	127,67
Jabuti	965,6
Raimundo	9
Quebrada Tacana	149
Jurutí	1364
Barcarena 8	3

5.3 RELAÇÃO FCs e SOLOS TPA

5.3.1 Mineralogia

Pelo exposto anteriormente constata-se que os FCs e os solos do ponto de vista da composição mineralógica se assemelham, apenas pelo domínio de quartzo, calcita e aragonita, mas divergem obviamente pela matriz de metacaulinita, que primariamente anterior à queima, deveria representar a caulinita, presente nos solos da TPA apenas como traço, pela muscovita e anatásio acessórios dos FCs e não identificado nos solos. A composição mineral dos FCs (Tabelas 14) sugere assim, que os vasos cerâmicos dos quais derivaram foram elaborados a partir de matéria prima argilosa com mica e anatásio como acessórios, a qual foi adicionada fragmentos de conchas que representam calcita e aragonita, disponíveis em grande quantidade no próprio sítio, pela abundância nos solos. A matéria prima argilosa deve ter provinda das camadas argilosas da Formação Barreira que aflora na região, enquanto os solos TPA com textura arenosa, pobres em argila e ricos em quartzo, além de calcita e aragonita como conchas desenvolveram sobre substrato arenoso, sugestivo de domínio de praia.

Tabela 14 – Comparativo entre a mineralogia de FCs e solos.

Mineral	Fragmentos Cerâmicos								Solos				
	65	96	293	333	338	340	465	470	1b	3	3a	5	6
Quartzo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Calcita	x	x	x	n.i	n.i	n.i	x	x	n.i	x	x	x	n.i
Aragonita	n.i	x	x	n.i	n.i	x	x	n.i	n.i	x	x	n.i	n.i
Muscovita	x	n.i	x	x	x	x	n.i	x	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i
Anatásio	x	x	x	x	x	x	x	x	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i
Caulinita	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i	x	x	x	x	x
Metacaulinita*	x	x	x	x	x	x	x	x	n.i	n.i	n.i	n.i	n.i

*caulinita calcinada

n.i (não identificado)

5.3.2 Composição Química

Se do ponto de vista mineralógico FCs e solos se mostram muito distintos, o que não seria uma surpresa, porquanto a origem de cada um, a composição química dos mesmos também é muito distinta (Figura 43), principalmente no que concerne aos teores dos componentes químicos. Os FCs caracterizam-se por teores muito elevados de Al_2O_3 e Fe_2O_3 , além de Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 e MnO , que se mostram alto, principalmente quando comparados com os solos. Os teores de CaO apresentam ampla variação nos dois materiais, e atingem valores muito altos. Os solos destacam-se através dos altos teores de SiO_2 , que obviamente, refletem a grande abundância de quartzo como granulometria silte e areia. Os teores relativamente elevados nos FCs. Isto deve-se, como discutido por Costa et al., (2004), ao meio hidrotermal a qual o vasilhame cerâmico é submetido quando é empregado para cozer alimentos, o que favorece a adsorção de elementos como P, Ca, entre outros, presentes nos alimentos de origem animal, principalmente.

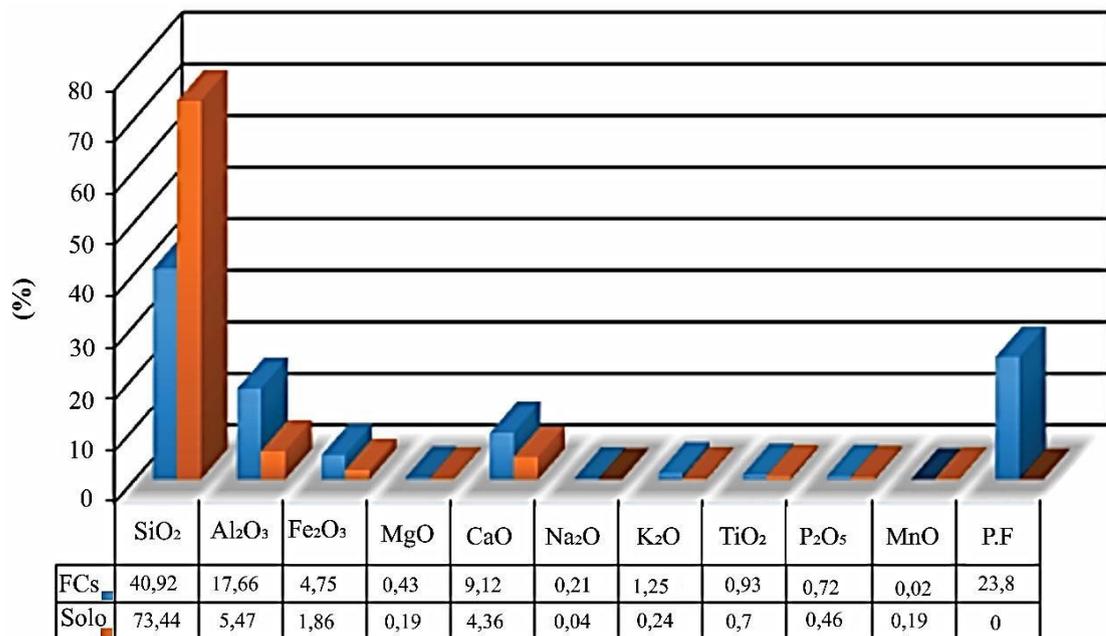


Figura 43 – Comparativo entre as concentrações médias dos elementos maiores e menores e P.F entre FCs e Solos TPAs.

A figura 44 mostra que em termos de concentrações dos elementos-traço também observa grandes contrastes entre FCs e solos TPA, em que os primeiros se destacam pelas concentrações mais elevadas de Sc, V, Sr, Ba, Ce, La, Pb e Th, enquanto Mn, Cu, Zn, Zr e Hf se concentram nos solos. Mn, Cu e Zn se apresentam sempre como associados à TPA nos mais diversos sítios já investigados (Kern, 1996; Costa et al., 2004, Costa et al, 2005; Costa et al, 2009), enquanto Zr e Hf retratam certamente a maior presença do mineral pesado zircão, que se concentram em materiais arenosos, como é o caso de Jacarequara, em que areias de praia foram o substrato do sítio, como já demonstraram os mais diversos dados. Os demais elementos-traços apresentaram concentrações similares entre FCs e solos

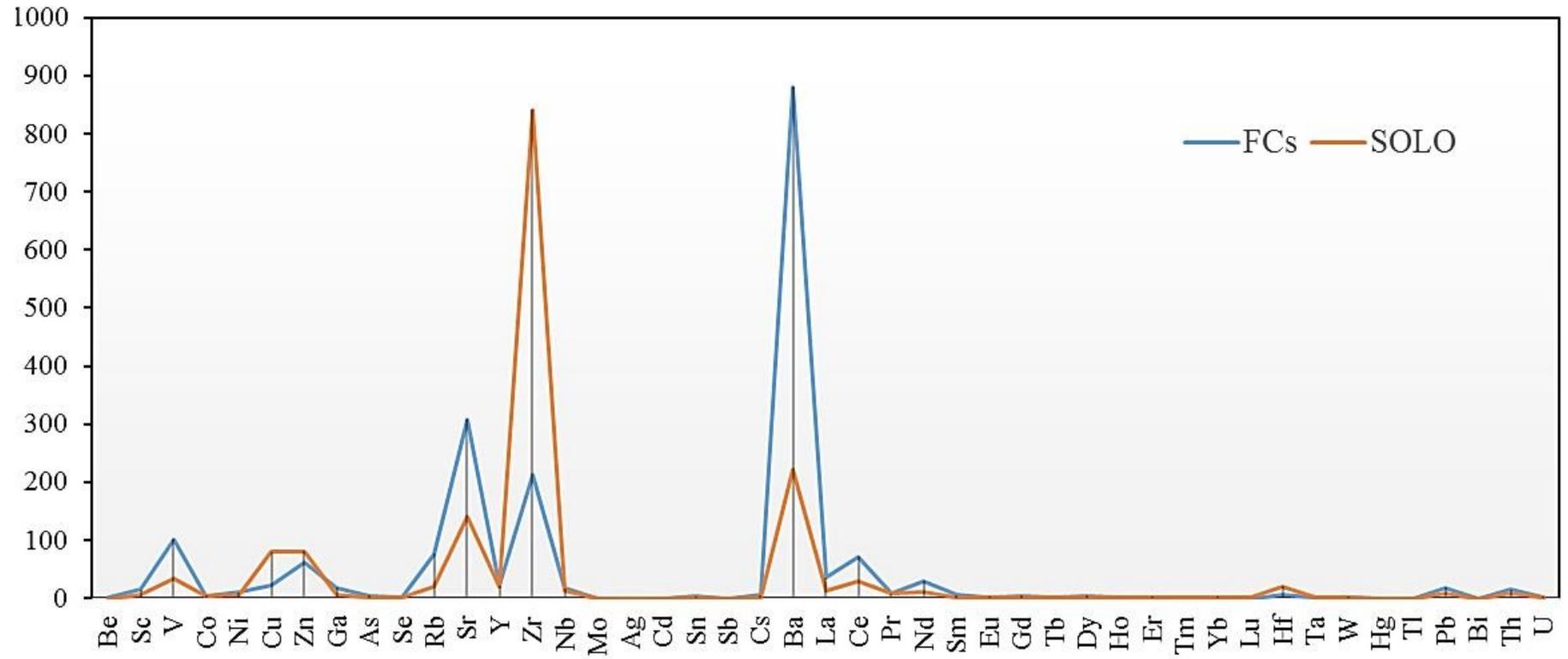


Figura 44 – Comparativo entre os valores médios dos elementos traços (ppm), presentes nos FCs e solos.

5.3.3 Fertilidade

Se por outro lado os FCs e solos divergiram de forma acentuada em termos de composição mineralógica e química, do ponto de vista dos parâmetros de fertilidade eles demonstram muita afinidade entre si. Os valores de pH (H₂O e KCl) nos dois materiais se equivalem e os valores elevados de pH em H₂O mais elevados do que em KCl é uma tendência que se mantem. Esses valores de pH em ambos os classificam de alto a muito alto, o que inviabilizaria do ponto de vista agrônômico diversos cultivos. Isto é facilmente explicado pela abundância de CaCO₃ tanto nos FCs como nos solos TPA. O estoque de MO é maior nos solos que nos FCs e solos de esteio, mas se enquadram como valores considerados bons na classificação de Alvarez, (1999). As concentrações de P disponível são satisfatórias tanto nos FCs como nos solos, todavia os valores elevados são encontrados nos solos (368, 28 mg/dm³). Esta divergência é facilmente explicada pelo fato de que os teores de P nos solos tem origem em restos de ossos, enquanto nos FCs devem estar como fosfatos de Al, de baixa solubilidade, ao contrário de apatita, que é o principal componente dos ossos. Os valores mais baixos de P disponível nos FCs favorecem a premissa que os mesmos estejam alimentando também parte dos P disponível dos solos, defendido por Costa, (2009) e Rodrigues, (2010). Os valores de P-Rem são mais elevados nos FCs (> 20 mg/L) do que nos solos. Os valores de K (17,0 mg/dm³), Ca (50,5 cmolc/dm³) e Mg (0,14 mg/dm³) estão mais elevados nos FCs do que nos solos estratigráficos e do esteio, ao contrário do Na mais elevado nos solos TPA. Esses dados ressaltam a importância dos FCs, muito abundantes no sítio, para enaltecer a fertilidade dos solos. Os valores de Cu, Mn e Zn se destacam nos solos de esteio. Os parâmetros calculados como a acidez ativa (Al³⁺) mantiveram nulos tanto nos FCs como nos solos. A acidez potencial (H + Al), por sua vez, é maior nos FCs, possivelmente retratando o domínio de minerais ricos em alumínio, como metacaulinita e muscovita. SB, que se equivale a CTC, é drasticamente maior nos FCs (51,1 nos FCs, 16,1 cmolc/dm³), nos solos e 15 nos solos de esteio). A CTC a pH 7 também destaca a capacidade de fertilização dos FCs em detrimento das demais. A saturação de bases revela que FCs e solos TPA se equivalem e são fortemente eutróficos com saturação por Al nula indistintamente. O índice de saturação por sódio (ISNa) é maior nos solos (1,3) que nos FCs e esteio. Pelo exposto os FCs tem grande capacidade para se constituir em fonte contínua para fertilização dos solos envolventes, como defendido por Costa et al. (2004) há muito tempo.

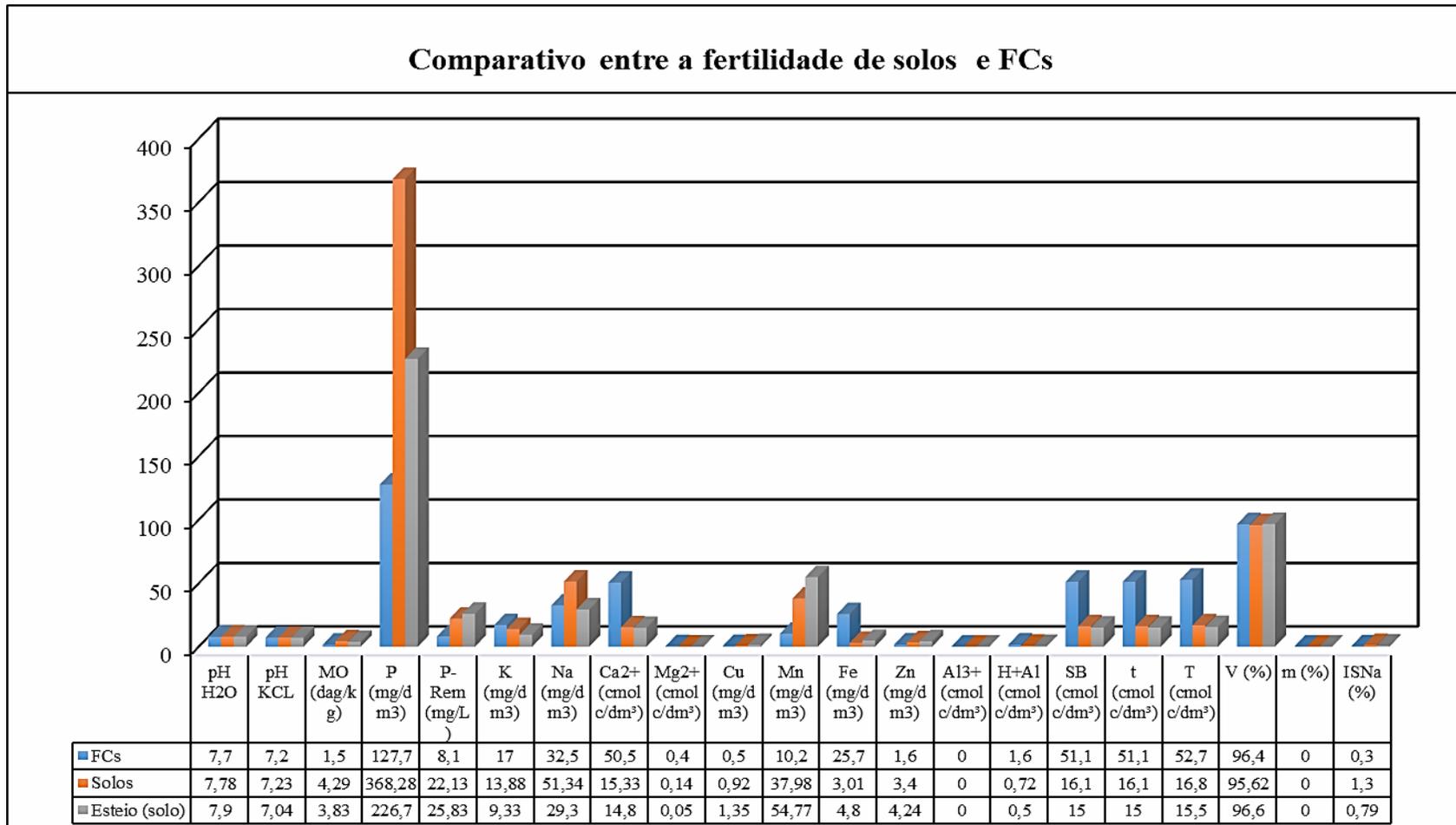


Figura 45 – Parâmetros de fertilidade de solos e Fcs.

5.4 RECONSTITUIÇÃO DA POSSÍVEL OCUPAÇÃO DO SÍTIO JACAREQUARA E COMO AS CAMADAS FORAM FORMADAS E MODIFICADAS

As camadas e os níveis arqueostratigráficos, seu conteúdo de fragmentos cerâmicos (FCs) e suas características texturais, estruturais, morfométricas, funcionais, mineralógicas e químicas permitiram identificar três sucessões fases de ocupação da área, que levaram ao surgimento do sítio no seu todo (Figura 46), aqui simplesmente denominadas de: primeira fase, segunda fase e terceira fase.

Primeira Fase (Camadas 6, 5 e 4)

É o início da ocupação (camadas 6, 5 e 4), que se dá diretamente sobre banco de praia, provavelmente raramente alcançado pelas marés, mas próximo dos alimentos do estuário, dos manguezais e dos rios, pois há presença de consumo de moluscos (gastrópodes e bivalves estuarinos) e peixes, além de outros animais e vegetais. Os vasos cerâmicos eram raros, provavelmente (baixa densidade de FCs), provavelmente desprovidos de decoração, mas com conchas como tempero, o que leva a pensar que fossem principalmente coletor-caçador-pescador, pois a pouca quantidade de material orgânico de FCs e P, sugerem que permaneciam pouco tempo no local do sítio (acampamento ceramista coletor).

Segunda Fase (Camadas 3, 2 e 1B);

O homem ocupa de fato o local e parece dedicar grande parte de sua jornada diária ao mesmo. Isto é demonstrado pela grande abundância de FCs que correspondem a vasos que incluem tecnologias diversificadas, intenso uso de fragmentos de conchas como tempero, com decorações e pinturas, bem como técnicas de cozimento. A abundância de carvões reforça o uso do fogo e certamente ao lado dos FCs e seus elevados teores de P, o preparo de alimentos nos respectivos vasos. A quantidade bem maior de MO também reforça a permanência e o uso de vegetais e animais na dieta alimentar. Parte desta MO está representada por conchas que formam montículos expressivos, os quais ressaltam a lida diária no local, que adicionou muito Ca e em parte Mg nas camadas, da mesma forma como os otólitos. Espinhas e ossos respondem pelos teores relativamente altos de P e Ca.

Foi talvez a fase mais pródiga de ocupação do sítio, que contribuiu para a riqueza mineralógica e química dos solos que se formaram, ao incorporar os FCs, os restos de conchas em grande profusão, de ossos diversos e os resíduos orgânicos destes e de vegetais e frutos, demonstrados pelos teores de Mn, Zn e Cu.

Terceira Fase (Camadas 1);

Representa a última fase pré-histórica e a população parece ter sido pós-sambaqueira, pois as camadas são pobres em conchas. Os FCs embora ainda muito abundantes seus respectivos vasos perderam a riqueza de decorações da fase anterior, mais persistem com o tempero a base de conchas finas. Provavelmente a população que ocupou o local se dedicou mais a pesca e em parte a coleta de moluscos. Talvez isto seja uma decorrência das mudanças ambientais, que levaram a menor taxa de desenvolvimento de moluscos, em decorrência do domínio de águas doces, formação de mangues e isolamento parcial do grande rio-mar.

Aparentemente na segunda fase se utilizaram bem mais da pesca, do que na fase terceira. O sítio Jacarequara foi então modificado parcialmente pela ocupação humana, pelo menos aquela dos últimos 100 anos, com estabelecimento de moradias de madeira e de alvenaria e as escavações pertinentes, estradas, caminhos, escolas, poços para água e agricultura de subsistência, além de criação de animais de diversos portes.

Fase de ocupação	Camadas	Tecnologia cerâmica	Cadeia comportamental	Química	Mineralogia
Primeira	6, 5 E4	<ul style="list-style-type: none"> ● Alisamentos, paredes finas e queima redutora. ● Baixa densidade de FCs. ● Anteplasticos predominantes de conchas finas a médias. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ocupações temporárias ● Uso de recursos aquáticos ● Ocupação caçadora-pescadora 	<ul style="list-style-type: none"> ● Baixos teores de P e Ca ● Pouca alteração de solo 	<ul style="list-style-type: none"> ● Próprias do solo inicial predominando quartzo e caulinita.
Segunda	3, 2 E 1B	<ul style="list-style-type: none"> ● Decoração plásticas elaboradas ● Decoração pintada ● Engobos vermelhos e brancos ● Excisão em bordas de pratos ● Anteplasticos variados. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ocupação permanente ● Aumento populacional ● Intensificação da pesca ● Aumento de vestígios faunísticos (peixes), ossos e carvões. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de P e Ca ● Carvões advindos de atividades domésticas ● Incremento de Mn, Zn e Cu. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcita ● Aragonita ● Fosfatos amorfos ● Caulinita
Terceira	1 e 1A	<ul style="list-style-type: none"> ● Predominância de decorações plásticas rústicas ● Ausência de pinturas ● Queima predominantemente reduzida ● Predomínio de anteplasticos de conchas acima de 3 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pós-sambaqueira ● Aumento da densidade de Fcs em detrimento de conchas ● Poucos vestígios faunísticos ● Poucos carvões ● Poucos ossos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Teores médios de P e Ca 	<ul style="list-style-type: none"> ● Quartzo ● Caulinita

Figura 46 – Síntese dos registros ocupacionais identificados no sambaqui Jacarequara.

6 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados contribuíram para discussão da fertilidade da Terra Preta Arqueológica, assim como, para entendimento da ocupação humana em Barcarena, Pará. Através da sucessão estratigráfica, foram identificados três momentos distintos de ocupação, na qual os grupos humanos alteraram diferentemente o solo. A primeira coletora-caçadora-pescadora com baixa densidade ceramista, a segunda responsável pela formação da camada TPA e uma pós-sambaqueira.

Os solos formados inicialmente por quartzo e caulinita e, com a intensificação do uso do espaço pelos grupos caçadores-coletores-pescadores, sofreu adição de calcita, aragonita e fosfatos amorfos. A química dos solos é composta por teores elevados de Ca, Mn, K, Mg, P, típicos das TPAs, resultante do descarte de matéria orgânica, como ossos (humanos e peixes), frutos e materiais carnosos (Costa et al., 2004a). A fertilidade deste solo foi evidenciada pelos teores elevados de soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (m) e disponibilidade de macro e micronutrientes, em especial P e Ca, adicionados pelo uso doméstico e adição de material carbonático (conchas).

O conteúdo cerâmico é composto por fases mineralógicas de quartzo, calcita, aragonita, muscovita e anatásio. Calcita e aragonita identificadas especialmente nos fragmentos com conchas adicionadas a matriz argilosa. Estes fragmentos mostraram-se férteis com índices de fertilidade elevados, destacando-se também a presença do Ca disponível resultante das conchas adicionadas. Os conteúdos de fósforo apresentam-se altos, porém pouco menor quando comparados com outros FCs da Amazônia, que mostraram valores elevados como é comum em cerâmicas de TPA (Costa et al., 2009). A química destes apresentou predominância Si, Al, Ca, P e K, em concordância com a composição mineralógica, e indica possível origem local de matéria prima.

A comparação entre os parâmetros de fertilidade dos solos e FCs revelaram que os FCs estão contribuindo para a fertilização da TPA, tal como mostrado por Costa et al. (2004) e Rodrigues, (2010), concordando assim com o entendimento de que os FCs são de grande importância para a fertilidade apresentada pelas Terras Pretas Arqueológicas.

REFERÊNCIAS

- Alvarez V, V. H., Novais, R. D., Barros, N. D., Cantarutti, R. B., Lopes, A. S., Ribeiro, A. C. & Guimarães, P. T. G. 1999. Interpretação dos resultados das análises de solos recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. *In: Ribeiro A.C., Guimaraes, P.T.G., Alvarez V.H. (Ed.). Aproximação*. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 5, p. 25-32.
- Amaral D.D., Bastos, M.N., Silva A.S.L., Oliveira J., Lisboa L.R.C., Rosário C.S., Gomes A.; Silva C.A. & Aguiar J. 2002. *Inventário da flora da região de Barcarena, Pará*. Belém, Ministério da Ciência e Tecnologia, Museu Paraense Emílio Goeldi. (Relatório Final).
- Arnold D. E. 1988. *Ceramic theory and cultural process*. Cambridge University Press.
- Arnold D. E., Neff H. & Bishop R. L. 1991. Compositional analysis and “sources” of pottery: an ethnoarcheological approach. *American Anthropologist*, **93**(1): 70-90.
- Binford L. R. 1965. Archaeological systematics and the study of culture process. *American Antiquity*, **31**(2): 203-210.
- Boulhosa M., Mendes, A. & Goeldi-Mpeg M. P. E. 2009. Mapeamento dos índices de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo através de imagens Spot 5, na região portuária de Vila do Conde-Barcarena-Pa. *In: 15º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, p. 3597-3603.
- Braga G. 2012. *Assuntos de agronomia*. Arquivo virtual. Disponível em: <<http://Agronomiacomgismonti.Blogspot.Com.Br/2009/08/Importancia-De-Conhecer-Ctc-Do-Solo.Html>>. Acessado em: 6/03/ 2014.
- Braun D. P. 1983. Pots as tools. *In: Keene IA, Moore J. 1983. Archaeological hammers and theories*. New York, Academic Press. p. 107-134.
- Brown M. R. I. & Harris E. C. 1993. *Interfaces in archaeological stratigraphy. Practices of archaeological stratigraphy*, London, [s.n]. p.7-20.
- Cackette M., D'auria, J. M., & Snow, B. E. 1987. Examining earthenware vessel function by elemental phosphorus content. *Current Anthropology*, 121-127.
- Coelho S. R. C., Costa, M. L., Kern, D. C. 1996. Mineralogia e composição química dos fragmentos cerâmicos arqueológicos do sítio Manduquinha em Caxiuanã (Portel - Pa). *In: 5º Simpósio de Geologia da Amazônia. Boletim de resumos expandidos e guia de excursões*, Belém, SBG. p. 34-37.
- Coelho S. R. C., Costa, M.L., Kern, D. C. 1995. Aspectos texturais, mineralógicos e químicos de fragmentos de cerâmica arqueológica do sítio Manduquinha (Caxiuanã, Portel - PA). *In: 5º Congresso Brasileiro de Geoquímica e 3º Congresso de Geoquímica dos países de Língua Portuguesa, Niterói / RJ*. p.00-00.
- Colton H. S. 1939. The reducing atmosphere and oxidizing atmosphere in prehistoric southwestern ceramics. *American Antiquity*, **4**(3): 224-231.

- Corrêa C. G. & Simões, M. F. 1971. A fase areão do litoral de Marapanim. Pesquisas arqueológicas na região do salgado (Pará).
- Corrêa G. R. 2007. *Caracterização pedológica de arqueo-antropossolos no Brasil: Sambaquis da região dos Lagos (Rj) e terras pretas de índio na região do baixo rio Negro/Solimões Am.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 126 p.
- Costa M. L., Kern D. C., Pinto A. H. E., Souza J. R. T. 2004a. The ceramic artifacts in archaeological black earth (Terra Preta) from lower Amazon region, Brazil: Mineralogy. *Acta Amazonica*, **34**(2):165-178.
- Costa M. L., Kern D. C., Pinto A. H. E., Souza J. R. T. 2004b. The ceramic artifacts in archaeological black earth (Terra Preta) from lower Amazon region, Brazil: chemistry and geochemical evolution. *Acta Amazônica*, Vol.34, n.2, p.375-386.
- Costa M. L., Rios G. M., Silva M. M. C., Silva G. J., Molano-Valdes U. 2010. Mineralogy and chemistry of archaeological ceramic fragments from archaeological dark earth site in Colombian Amazon. *Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, **64**(1): 017-023.
- Costa J. A. 2011. *Mineralogia e geoquímica de terra preta arqueológica para identificação de padrão ocupacional pré-histórico no vale do Baixo rio Amazonas (Juruti, Pará)*. TS Doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém, 125p.
- Costa J. A., Rodrigues, T.E., Kern, D.C., Silva, J.M.S. 2005. Classificação e distribuição dos padrões pedogeomórficos da estação Científica Ferreira Pena, na região de Caxiuanã, no Estado do Pará. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*. Series Ciências Naturais, Belém, 1 (3): 117-128.
- Costa M. L. & Kern, D. C. 1994. Geoquímica aplicada a arqueologia (Arqueogeoquímica da Amazônia). In: 5º Simpósio de Geologia da Amazônia. *Boletim de resumos expandidos e guia de excursões*, Belém, SBG, p.261-263.
- Costa M. L. & Kern, D. C. 1999. Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon. *Journal of Geochemical Exploration*, **66**(12): 369-385.
- Costa M. L. D., Kern, D. C., Pinto, A. H. E. & Souza, J. R. D. T. 2004. The ceramic artifacts in archaeological black earth (Terra Preta) from lower Amazon region, Brazil Mineralogy. *Acta Amazonica*, **34**(2): 165-178.
- Costa M. L. *et al.* 2003. Pedogeochemical and mineralogical analyses of Amazonian dark earths. In: Lehmann, J. *et al* (Ed.). *Amazonian dark earths: origin, properties, management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. Cap.352. p. 333.
- Costa M. L. 1991. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, **21**(2): p146-160.
- Costa M. L., Carmo, M. S., Kern, D. C. 2004. Mineralogy and chemistry of ceramics from anthropogenic black earth of Amazon region. In: Pecchio, M., Andrade F.R.D., D'Agostino L.Z., Kahn H., Sant'Agostino, L.M.; Tassinari M.M.M.L (eds.). *Applied mineralogy, international council for applied mineralogy of Brasil*, ICAM-BR, p.343-346.

- Costa M. L., Carmo M., Oliveira H., Lima, H., Kern D., Goeske J. 2009. A Mineralogia e composição química de fragmentos de cerâmicas arqueológicas em sítios de terra preta de índio. *In: Teixeira W. G., Kern D.C., Madarií B.E., Lima H.N., Woods W. (Org.). As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.* Manaus, EMBRAPA Amazônia Ocidental. p. 225-241.
- Costa M. L., Kern D. C., Pinto A. E., Souza J. T. 1993. Geochemical contribution to archaeological ceramics of Cachoeira-Porteira (Oriximiná-Pa). *In: International Symposium on the Quaternary of Amazonia, Manaus, SBGQ.* p. 9.
- Costa M. L., Kern D. C., Souza J. T., Pinto A. E. 1991. A mineralogia e a geoquímica na cerâmica arqueológica de Oriximiná, Pa. *In: The 3rd Brazilian Geochemical Congress, Proceedings SBGQ, v.1, p. 1-3.*
- Costa M.L., Oliveira E.C., Carmo M. S., Kern D.C., Goeske J., Raab B. 2006. Origin of the phosphates in the ceramic artifacts from archaeological dark earth in the Lower Amazon region. *In: Rios G. M., Camargo, S.M., Calvo C. F. (eds.). Pueblos y paisajes antiguos de la selva Amazonica.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Taraxacum. p. 311-323.
- Cultrone G., Rodriguez-Navarro C., Sebastian E., Cazalla O. & De La Torre M. J. 2001. Carbonate and Silicate Phase Reactions during Ceramic Firing. *European Journal of Mineralogy*, **13**(3): 621-634.
- Cunha Franco E. 1962. As terras pretas do planalto de Santarém. *Revista da Sociedade dos agrônomos e veterinários do Pará, Belém, (8):*17-21.
- Derby O. A. 1897. O rio Trombetas. Trabalhos restantes inéditos da comissão geológica do Brasil - 1875 - 1878 - Relativos à geologia física do baixo Amazonas, *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi.* História Natural, Belém, n. 1-2
- Duma G. 1972. Phosphate Content of ancient pots as indication of use. *Current Anthropology*, **13**: 127-130.
- Dunnell R. C. & Hunt T. L. 1990. Elemental composition and inference of ceramic vessel function. *Current Anthropology*, **31**(3): 330-336, Jun.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2003. *Avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Barcarena.* Belém. (Documentos, 155)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1988. Definição e notação de horizontes e camadas do solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro. 54p. (Embrapa-Snlcs. Documentos, 3).
- Ernsting A. & Smolker R. 2009. *Biochar for climate change mitigation: fact or fiction.* *In: _____.* *Agrofuels and the myth of the marginal lands.* [S.l., s.n]. 1-10.
- Evensen N. M., Hamilton P.J., O'nions, R. K. 1978. Rare earth abundances in chondritic meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **42**: 1199-1212.

- Falesi I. C. 1972. O Estado Atual dos Conhecimentos sobre os Solos da Amazônia Brasileira (Parte I: Zoneamento Agrícola da Amazônia). IPEAN. *Boletim Técnico* 54: p17-67.
- Freestone I., Middleton A., Meeks, N. 1994. Significance of phosphate in ceramic bodies: discussion of paper by Bollong et al. *Journal of Archaeological Science*, 21: 425-426.
- Gourou P. 1949. Observações geográficas na Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia*, 11, 355-408.
- Harris, E. C. 1975. The stratigraphic sequence: a question of time. *World Archaeology*, 7(1): 109-121.
- Harris E. C. (Ed.). 2014. *Practices in archaeological stratigraphy*. [S.l.], Elsevier.
- Harris E. C. 2014a. *Principles of archaeological stratigraphy*. [S.l.], Elsevier.
- Hartt F. 1885. *Contribuições para a ethnologia do Pará*. Rio de Janeiro, Arquivo do Museu Nacional do Rio de Janeiro. v. 4.
- Heriarte M. D. 1874. Descrição do estado do Maranhão, Pará, Corupá e Rio das Amazonas, feito por Mauricio de Heriarte, Ouvidor-Geral provedor-mór e auditor, que foi pelo Governador D. Pedro de Mello, fl. 1662.
- Hilbert P. P. 1955. *A Cerâmica arqueológica da região de Oriximiná*. Belém, Instituto de Antropologia e Etnologia do Pará, 2 p. 1-47.
- Kampf N. & Kern D.C. 2005. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: TRÓPICOS em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v. 4, p. 277- 320.
- Kämpf N., Woods W. I., Sombroek W., Kern D. C. & Cunha, T. J. 2003. Classification of Amazonian dark earths and other ancient anthropic soils. In: INAMAZONIAN dark earths Netherlands, Springer. Chapter 5, p. 77-102. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-2597-1_5#page-1>. Acesso em março 2015.
- Katzer F. 1903. *Grundzüge der geologie des unteren Amazonas gebietes (de Staates Pará in Brasilien)*. Leipzig: Verlag on Max Weg.
- Kern D. C. & Kampf N. 1989. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com Terra Preta arqueológica na região de Oriximiná, Pará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 13: 219-225.
- Kern D. C. & Kämpf N. 1990. Características físicas e morfológicas dos solos com TPA e sua importância para os estudos arqueológicos. Santa Cruz do Sul-RS. *Newsletter CEPA*,17(20): 277-85.
- Kern D. C. 1996. *Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com terra preta na floresta nacional de Caxiuanã (Potel-Pará)*. TS, Doutorado, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 124p.

- Kern D. C. & Costa M. L. 1997. Os solos antrópicos. *In: Lisboa P.L.B. 1997. Caxiuanã. Belém-Pa, Museu Paraense Emílio Goeldi-Mpeg, Mct/Cnpq. p.105-119.*
- Kern D. C. & Costa M. L. 2001. Cerâmica Arqueológica (Sítio Pa-Gu-5; Manduquinha) e cabocla na região de Caxiuanã-Pará. *Revista de Arqueologia, Belém, 10: 107-125.*
- Kern D. C., Reis A. H., Figueiredo B. A. M., Costa J. A. 2013. Pesquisas arqueométricas na Amazônia com ênfase no material cerâmico. *In: Rubin J.C.R. & Silva R.T. (Org.). Geoarqueologia. 1.ed. Goiânia, Puc Goiás, 268: 91-112.*
- Kraatz-Koschlau J., Hurber V. 1990. Zwischen ocean und Guamá. *Museu Paraense de história e etnografia. Belém, 2: 1-34.*
- Latini, R. M., Bellido, A. V., Vasconcellos, M. B. A. & Dias, O. F. 2001. Classificação de cerâmicas arqueológicas da Bacia Amazônica. *Química Nova, 24(6): 724-729.*
- Lima H. N., Schaefer C. E., Mello J. W., Gilkes R. J. & Ker J. C. 2002. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta anthropos” (“Indian black earth”) of Western Amazonia. *Geoderma, 110(1): 1-17.*
- Machado J. S. (2005-2006). O Potencial interpretativo das análises tecnológicas: um exemplo Amazônico. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, 15-16: 87-111.*
- Malavolta E., Vitti G.C., Oliveira S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações.* Piracicaba, Potafos, p. 308.
- Martin L., Mörner N. A., Flexor J. M. & Suguio K. 1986. Fundamentos e reconstrução de antigos níveis marinhos do Quaternário. *Boletim IG-USP. Publicação Especial, (4):01-161.*
- Moraes C. & Neves E. G. 2012. O Ano 1000: adensamento populacional, interação e conflito na Amazônia Central. *Amazônica. Revista de Antropologia, 4(1): 122-148.*
- Moreira A., Bernardi A. C. C., Rassini J. B., Ferreira R. de P., Oliveira P. P. A. 2007. Fertilidade do solo e estado nutricional da alfafa cultivada nos trópicos. São Carlos: *Embrapa Pecuaría Sudeste, Embrapa Pecuaría Sudeste. 40 p. (Documentos, 67).*
- Neves E. G., Petersen J. B., Bartone R. N. & Heckenberger M. J. 2004. The timing of terra preta formation in the central Amazon: archaeological data from three sites. *In: Glaser B, Woods W. I. Amazonian dark earths: explorations in space and time. Berlin Heidelberg, Springer. p. 125-134.*
- Novais R. D. & Smyth T. J. 1999. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais.* Viçosa Ufv-DPS, p. 255-270.
- Orton C., Hughes M. & Hughes M. 2003. *Pottery in archaeology.* Cambridge University Press.
- Pena D. S. F. 1876. Breve Notícia Sobre Los Sambaquis del Pará. *Arquivos del Museu Nacional, (1): 85-89*

- Posey D. A. & Balée W. 1989. *Resource management in Amazonia: indigenous and folk strategies*. New York, Bronx: *Botanical Garden*. v. 7. p. 1-21. (Advances in economic botany series).
- Ranzani G. *et al.* 1962. Ocorrência de plaggen epidedon no Brasil. *Bol. Te. Cient. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* [S.I.], v. 5, p. 1-11.
- Rebellato L. 2007. *Interpretando a variabilidade cerâmica e as assinaturas químicas e físicas do solo no sítio arqueológico Hatahara*. MS, Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 197p.
- Ribeiro F. C. P. 2007. *Palinomorfos aquáticos (Diatomáceas) em sedimentos lamosos de intermaré da praia de Itupanema, município de Barcarena, Pará*. MS Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 76p.
- Rice P. M. 1982. Pottery production, pottery classification, and the role of physicochemical analyses. In: Olin J. S., Franklin A. D. (eds.). *Archaeological ceramics*. Washington, Smithsonian Institution Press. p. 47-56.
- Rodrigues S. F. S. 2010. *Mineralogia, química e fertilidade potencial de fragmentos cerâmicos de terra preta arqueológica do sítio Jabuti (Bragança, Pará)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém. 130p.
- Rodrigues S. F. S. 2014. *Os fragmentos de cerâmica arqueológica como fonte potencial de fertilidade dos solos Tpa*. TS, Doutorado, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém. 121p.
- Rodrigues S. F. S., Costa M. L., Pöllmann H., Kern D. C., Silveira M. I., & Kipnis R. 2015. Pre-historic production of ceramics in the Amazon: Provenience, raw materials, and firing temperatures. *Applied Clay Science*, **107**: 145-155.
- Ross J.L.S. 1996. Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas. In: Cunha S.B. & Guerra A.J.T. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.291-336
- Schiffer M. B. 2002. Studying Technological Differentiation: The Case of 18th-Century Electrical Technology. *American Anthropologist*, **104**(4): 1148-1161.
- Schiffer M. B., & Skibo J. M. 1987. Theory and experiment in the study of technological change. *Current Anthropology*, **28**(5): 595-622, Dec.
- Schiffer M. B. & Skibo J. M. 1997. The Explanation of Artifact Variability. *American Antiquity*, 27-50.
- Silva A. K. T., Guimarães J. T. F., Lemos V. P., Costa, M. L., & Kern D. C. 2012. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta arqueológica de Bom Jesus do Tocantins, sudeste da Amazônia. *Revista Acta Amazônica*, vol. **42**(4): 477 – 490.
- Silva F. A. D. 2007. O Significado da variabilidade artefactual: a cerâmica dos Asurini do Xingu e a Plumária dos Kayapó-Xikrin do Catete. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, Belém, **2**(1): 41-53.

- Silva F. A., Appoloni, C. R., Quiñones F. R., Santos, A. O., Da Silva, L. M., Barbieri P. F., & Nascimento Filho, V. F. 2004. A arqueometria e a análise de artefatos cerâmicos: um estudo de fragmentos cerâmicos etnográficos e arqueológicos por fluorescência de raios X (Edxrf) e transmissão Gama. *Revista de Arqueologia*, **17**(1): 41-61.
- Silva G. J. 2010. Mineralogia, Química e avaliação da fertilidade potencial de fragmentos cerâmicos de sítio de terra preta: Caxiuanã, Juruti, Barcarena e Quebrada Tacana. MS Dissertação, Universidade Federal do Pará, Belém, 107p.
- Silveira *et al.* 2014. Relatório de pesquisa arqueológica desenvolvida no Sambaqui Jacarequara, Barcarena-Pa.
- Silveira M. I. 2010. Projeto: estudos arqueológicos de Sambaquis na Costa Amazônica – Pará. Belém, *Museu Paraense Emílio Goeldi - Coordenação de Ciências Humanas/ Área De Arqueologia*.
- Silveira M. I. D., Oliveira E. R. D., Kern D. C., Costa M. L. D. & Rodrigues S. F. S. 2011. Site Jabuti, in Bragança, state of Pará, in the archaeological scenario of the Amazonian Coastal Landscape. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, **6**(2): 335-345.
- Silveira M. I. & Marques F. 2004. *Levantamento das potencialidades arqueológicas e históricas na área dos municípios de Barcarena e Abaetetuba (Pa)*. Belém: *Museu Paraense Emílio Goeldi*. (Relatório Final)
- Silveira M. I. & Schaan, D. P. 2005. Onde a Amazônia encontra o mar: estudando os sambaquis do Pará. *Revista de Arqueologia*, **18**(1): 67-79.
- Silveira M., Oliveira E. 2007. Segundo relatório de atividades laboratoriais referentes aos projetos “Prospecção e salvamento arqueológico na área do Projeto Salobo – Pa. *Museu Paraense Emílio Goeldi-Mct*. (Relatório Técnico).
- Simões M. F. 1981. *Coletores-pescadores ceramistas do litoral do Salgado (Pará)*. Nota Preliminar.
- Simonian L. T. L. 2006. Pescadores de camarão: gênero, mobilização e sustentabilidade na ilha Trambioca, Barcarena, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Humanas*, **1**: 35-52.
- Skibo J. M. 1992. *Pottery function: a use-alteration perspective*. [S.l.], Springer Science & Business Media.
- Skibo J. M. & Schiffer M. B. 1987a. The effects of water on processes of ceramic abrasion. *Journal of Archaeological Science*, **14**(1): 83-96.
- Smith N. J. H. 1980. Anthrosols and human carrying capacity in Amazônia *Annals of the Association of American Geographers* [S.l.], v. 70, p. 553.
- Souza A. P. D. S. & Lisboa R. C. L. 2005. Mosses (Bryophyta) in Trambioca Island, Barcarena, Pará State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, **19**(3): 487-492.

- Stenberg H. O. R. 1956. *A água e o homem na várzea do Careiro*. TS Concurso à Cadeira de Geografia do Brasil da Faculdade Nacional de Filosofia, Faculdade Nacional de Filosofia, Rio de Janeiro.
- Villagran X. S. 2008. *Análise de arqueofácies na camada preta do Sambaqui Jaboticabeira I*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo 124p.
- Wedepohl K. H. 1995. The Composition of the Continental Crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **59**(7): 1217-1232.