



Universidade Federal do Pará
Centro de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**“ GEOQUÍMICA E PEDOGEOQUÍMICA EM SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS COM
TERRA PRETA NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ (PORTEL-PA) ”.**

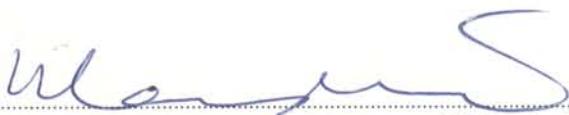
TESE APRESENTADA POR

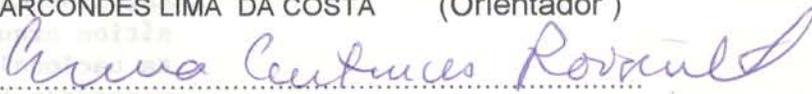
DIRSE CLARA KERN

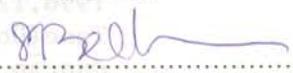
Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em
Ciências na Área de GEOQUÍMICA.

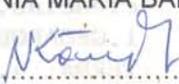
Data de Aprovação 04 / 06 / 1996

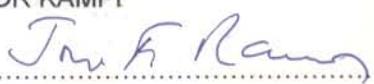
Comitê de Tese:


.....
MARCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)


.....
ANNA ROOSEVELT


.....
SÔNIA MARIA BARROS DE OLIVEIRA


.....
NESTOR KÄMPF


.....
JOSÉ FRANCISCO DA FONSECA RAMOS

BELEM

Ao João Barbosa da Rocha, companheiro inseparável e pai de nosso querido filhote, João Kern da Rocha; a Itália Piovesan Kern, minha adorável mãe, mulher de fibra, sabiamente advoga “o estudo é a maior herança deixada a um filho”; aos meus irmãos e irmãs: Lurdes, Antônio, Hermes, Antonieta, Cleunice, Madalena, Salete, Valter, Milda, Fátima, Beatriz, Mirtes e Cládis; às minhas famílias paraenses D. Marta, Clóvis e Eranani e D. Osmarina, Vasti e Vanôr.

IN MEMORIAM

João Kern,
Érico Francisco Kern e
César Augusto Kern,
meu pai e irmãos

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Marcondes Lima da Costa, pela orientação e incentivo durante a realização deste trabalho.

À Banca Examinadora pelas sugestões durante o exame de qualificação.

À Fernanda Araujo Costa, Fernando Tavares Marques e Daniela Crestani, pelo indispensável apoio e amizade.

Ao João Barbosa da Rocha e João Kern da Rocha pelo carinho e compreensão, durante esses quatro anos dedicados ao curso.

Aos colegas do Departamento de Ecologia-MPEG, especialmente Juvenal, Paulo e Idemê, que muito auxiliaram em campo e em laboratório.

Aos colegas da Área de Arqueologia-MPEG, principalmente Carlos Gomes Chaves pela análise morfológica do material cerâmico.

Aos funcionários e professores do Centro de Geociências, em especial ao Natalino e sua equipe do laboratório de química.

Ao grupo de Geoquímica e Mineralogia Aplicada, principalmente Adriana, Elias, Lucindo, Newton, Rômulo, Sandra Lia e Sérgio (Paraíba) pelo apoio, sugestões e companheirismo.

À Dra. Adélia de Oliveira Rodrigues, que gentilmente forneceu as fotos da coleção Eduardo Galvão.

À Estação Científica Ferreira Penna - ECFPn, pelo apoio logístico no campo.

Ao Sr. Iranildo do IBAMA, pelo incondicional auxílio durante todas as etapas de campo.

Ao MPEG, UFPa e CAPES pelo suporte financeiro, permitindo a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vi
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 - INTRODUÇÃO	5
1.1 - APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS	5
1.2 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS	7
1.3 - AS TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS	9
1.3.1 - Aspectos etnográficos dos grupos indígenas da Amazônia e sua implicação para as TPA	9
1.3.1.1 - Assentamento	9
1.3.1.2 - Resíduo orgânico	15
1.3.2 - Hipóteses sobre a gênese das TPA	20
1.4 - GEOQUÍMICA E ARQUEOLOGIA	21
2 - METODOLOGIA	23
2.1 - AMOSTRAGEM DO SOLO	23
2.2 - AMOSTRAGEM DA CERÂMICA	25
2.3 - ANÁLISE GEOQUÍMICA	25
2.3.1 - Dos solos	25
2.3.2 - Da cerâmica arqueológica	27
2.4 - ANÁLISE MINERALÓGICA	27
2.5 - ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)	29
2.6 - TRATAMENTO ESTATÍSTICO	29
3 - GEOLOGIA E PEDOLOGIA DA REGIÃO	30
4 - PERFIS DE SOLO	38
4.1 - ASPECTOS MORFOLÓGICOS	38
4.2 - ASPECTOS FÍSICOS	40
4.2.1 - Análise granulométrica	40
4.3 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA	40
4.3.1 - Matéria orgânica	42
4.3.2 - Cálcio, magnésio e potássio trocáveis	44
4.3.3 - Alumínio trocável e H+Al	44
4.3.4 - Fósforo trocável	47
4.3.5 - Valores S, T e V	50
4.3.6 - pH	50

5 - GEOQUÍMICA.....	53
5.1 - MINERALOGIA.....	53
5.2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	55
5.3 - DISTRIBUIÇÃO NO PERFIL E AREAL.....	59
5.3.1 - Fe_2O_3	59
5.3.2 - MgO e CaO	64
5.3.3 - Na_2O	71
5.3.4 - K_2O	71
5.3.5 - P_2O_5	73
5.4 - ELEMENTOS TRAÇOS.....	78
5.4.1 - Agrupamento I.....	78
5.4.2 - Agrupamento II.....	87
5.4.3 - Agrupamento III.....	92
6 - A CERÂMICA.....	95
6.1 - CERÂMICA ARQUEOLÓGICA.....	95
6.2 - ASPECTOS QUÍMICOS E MINERALÓGICOS.....	99
6.3 - CORRELAÇÃO COM A CERÂMICA CABOCLA.....	101
7 - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	104
7.1 - GEOLOGIA E PEDOLOGIA.....	104
7.2 - A CERÂMICA.....	105
7.3 - GEOQUÍMICA.....	106
7.4 - EVOLUÇÃO.....	110
7.4.1 - Formação dos Latossolos.....	110
7.4.2 - Formação das TPA.....	110
7.4.2.1 Chegada do homem pré-histórico na área.....	110
7.4.2.2 Abandono da área pelo homem pré-histórico.....	113
7.4.3 - Ação hidromórfica.....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118

ANEXOS

ANEXO A	Descrição e análise físico-química do perfil de solos da TPA-N do sítio Manduquinha (arquivo 1)
ANEXO B	Descrição e análise físico-química do perfil de solos da TPA-S do sítio Manduquinha (arquivo 2)
ANEXO C	Descrição e análise físico-química do perfil de solos da AD do sítio Manduquinha (arquivo 3)
ANEXO D	Descrição e análise físico-química do perfil de solos da TPA do sítio Mina II (arquivo 4)
ANEXO E	Descrição e análise físico-química do perfil de solos da AD do sítio Mina II (arquivo 5)
ANEXO F	Descrição e análise físico-química do perfil de solos da TPA do sítio Ponta Alegre (arquivo 6)

- ANEXO G Descrição e análise físico-química do perfil de solos da AD do sítio Ponta Alegre (arquivo 7)
- ANEXO H Composição química de amostras de solos do sítio Manduquinha e Mina II (arquivo 8)
- ANEXO I Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 , P_{troc} , $\text{Zn}_{\text{trocável}}$, $\text{Fe}_{\text{trocável}}$, $\text{Mn}_{\text{trocável}}$ e C orgânico no horizonte A_1 na TPA-N do sítio Manduquinha (arquivo 9)
- ANEXO J Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 , $\text{Zn}_{\text{trocável}}$, $\text{Fe}_{\text{trocável}}$, $\text{Mn}_{\text{trocável}}$ e C orgânico no horizonte A_1 na TPA-S do sítio Manduquinha (arquivo 10)
- ANEXO K Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 , P_{troc} , $\text{Zn}_{\text{trocável}}$, $\text{Fe}_{\text{trocável}}$, $\text{Mn}_{\text{trocável}}$ e C orgânico no horizonte A_1 na área adjacente do sítio Manduquinha (arquivo 11)
- ANEXO L Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 no horizonte A_2 na TPA-N do sítio Manduquinha (arquivo 12)
- ANEXO M Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 no horizonte A_2 na TPA-S do sítio Manduquinha (arquivo 13)
- ANEXO N Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 no horizonte A_2 na AD do sítio Manduquinha (arquivo 14)
- ANEXO O Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 no horizonte AB na TPA-N do sítio Manduquinha (arquivo 15)
- ANEXO P Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 no horizonte AB na TPA-S do sítio Manduquinha (arquivo 16)
- ANEXO Q Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 no horizonte AB na AD do sítio Manduquinha (arquivo 17)
- ANEXO R Distribuição dos teores de Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 do horizonte BA na TPA-N do sítio Manduquinha (arquivo 18)
- ANEXO S Distribuição dos teores de Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 do horizonte BA na TPA-S do sítio Manduquinha (arquivo 19)
- ANEXO T Distribuição dos teores de Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 do horizonte BA na AD do sítio Manduquinha (arquivo 20)
- ANEXO U Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 do horizonte B na TPA-N do sítio Manduquinha (arquivo 21)
- ANEXO V Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 do horizonte B na TPA-S do sítio Manduquinha (arquivo 22)
- ANEXO W Distribuição do Fe_2O_3 , Na_2O , CaO , MgO , K_2O , P_2O_5 do horizonte B na AD do sítio Manduquinha (arquivo 23)
- ANEXO X Elementos traços nos perfis da TPA-N, TPA-S e AD do sítio Manduquinha (arquivo 24)
- ANEXO Y Elementos traços nos perfis da TPA e AD do sítio Mina II (arquivo 25)
- ANEXO Z Distribuição do As, Cl, Ba, Hg, Zr, Ga, Y, Nb, Sr, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn, B, V, Sc e F no horizonte A_1 e na TPA-N ao sítio Manduquinha (arquivo 26)
- ANEXO AA Distribuição do As, Cl, Ba, Hg, Zr, Ga, Y, Nb, Sr, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn, B, V, Sc e F no horizonte A_1 e na TPA-S ao sítio Manduquinha (arquivo 27)

- ANEXO BB Distribuição do As, Cl, Ba, Hg, Zr, Ga, Y, Nb, Sr, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn, B, V, Sc e F no horizonte A₁ e na Área Adjacente ao sítio Manduquinha (arquivo 28)
- ANEXO CC Pequeno Glossário de termos arqueológicos (arquivo 29)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	Mapa de localização da região de Caxiuanã.....	8
Figura 2	Exemplo de casa coberta com folhas de palmeira.....	10
Figura 3	Exemplo de assentamento indígena com casas dispostas em círculo.....	11
Figura 4	Exemplo de assentamento indígena representado por uma casa comunal.....	13
Figura 5	Exemplo de assentamento indígena com casas dispostas em paralelo ao rio.....	14
Figura 6	Exemplo de descarte de material orgânico de ordem vegetal.....	17
Figura 7	Exemplo de material orgânico de ordem animal.....	18
Figura 8	Exemplo de utensílios elaborados com material vegetal perecível.....	19
Figura 9	Mapa de distribuição dos pontos de amostragem do solo no sítio Manduquinha.....	24
Figura 10	Mapa de distribuição dos pontos de amostragem do material arqueológico.....	26
Figura 11	Perfil geológico na sede do IBAMA em Caxiuanã.....	31
Figura 12	Perfil geológico próximo ao sítio Ponta Alegre	31
Figura 13	Abrasador em arenito ferruginoso	32
Figura 14	Mapa de localização de latossolos, solos hidromórficos e abrasador na área de abrangência dos sítios arqueológicos.....	32
Figura 15	Superfície do terreno na transversal 100 WE do sítio Manduquinha.....	34
Figura 16	Superfície do terreno na transversal 93 WE do sítio Manduquinha.....	35
Figura 17	Superfície do terreno na linha 0 NS do sítio Manduquinha mostrando desnível do terreno.....	35
Figura 18	Distribuição da TPA-N e TPA-S no sítio Manduquinha.....	36
Figura 19	Mapa de isópacas dos horizontes A ₁ , A ₂ , AB e BA do sítio Manduquinha.....	37
Figura 20	Perfis dos solos com TPA e da área adjacente ao sítio Manduquinha.....	39
Figura 21	Distribuição do C orgânico em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	43
Figura 22	Distribuição do Ca trocável em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	45
Figura 23	Distribuição do Mg trocável em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	45
Figura 24	Distribuição do K trocável em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	46
Figura 25	Distribuição do Al trocável em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	48
Figura 26	Distribuição do H+Al em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	48
Figura 27	Distribuição do P trocável em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha e Mina II.....	49
Figura 28	Distribuição do valor S em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	51
Figura 29	Distribuição do valor T em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	51
Figura 30	Distribuição do valor V em função dos horizontes de solo nos sítios	

	Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	52
Figura 31	Distribuição do pH em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	52
Figura 32	Distribuição da mineralogia básica nos horizontes de solo da TPA-N do sítio Manduquinha.....	54
Figura 33	Distribuição da mineralogia básica nos horizontes de solo da AD do sítio Manduquinha.....	54
Figura 34	Distribuição do SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e perda ao fogo referente a composição química nos horizontes de solo da TPA-N do sítio Manduquinha.....	60
Figura 35	Distribuição do SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e perda ao fogo referente a composição química nos horizontes de solo da AD do sítio Manduquinha.....	60
Figura 36	Distribuição do Fe_2O_3 em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre.....	61
Figura 37	Distribuição areal do Fe_2O_3 no horizonte A_1 , A_2 , AB e BA do sítio Manduquinha.....	62
Figura 38	Distribuição areal dos teores Fe_2O_3 no horizonte B do sítio Manduquinha.....	63
Figura 39	Distribuição areal dos teores de $\text{Fe}_{\text{trocável}}$ no horizonte A_1 do sítio Manduquinha.....	63
Figura 40	Distribuição do MgO em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha.....	65
Figura 41	Distribuição do CaO em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha.....	65
Figura 42	Distribuição areal do MgO , CaO , Na_2O e K_2O no horizonte A_1 do sítio Manduquinha.....	66
Figura 43	Distribuição areal do MgO , CaO , Na_2O e K_2O no horizonte A_2 do sítio Manduquinha.....	67
Figura 44	Distribuição areal do MgO , CaO , Na_2O e K_2O no horizonte AB do sítio Manduquinha.....	68
Figura 45	Distribuição areal do MgO , CaO , Na_2O e K_2O no horizonte BA do sítio Manduquinha.....	69
Figura 46	Distribuição areal do MgO , CaO , Na_2O e K_2O no horizonte B do sítio Manduquinha.....	70
Figura 47	Distribuição do Na_2O em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha.....	72
Figura 48	Distribuição do K_2O em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha.....	72
Figura 49	Distribuição do P_2O_5 em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha.....	74
Figura 50	Distribuição do P_2O_5 em função dos horizontes de solos no sítio Mina II.....	74
Figura 51	Distribuição do P_2O_5 em função dos horizontes de solos no sítio Ponta Alegre.....	74
Figura 52	Relação P_2O_5 e $\text{P}_2\text{O}_{5\text{trocável}}$ no horizonte A_1 da TPA-N, TPA-S e AD do sítio Manduquinha.....	75
Figura 53	Distribuição areal do P_2O_5 nos horizontes A_1 , A_2 , AB e BA do sítio Manduquinha.....	76
Figura 54	Distribuição areal do P_2O_5 no horizonte B do sítio Manduquinha.....	77
Figura 55	Distribuição areal do P_{troc} no horizonte A_1 do sítio Manduquinha.....	77

Figura 56	Dendrograma modo "R" nas amostras de solo no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha.....	79
Figura 57	Distribuição dos teores de Fe ₂ O ₃ , (para fins de comparação), Ga e Zr em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha - sub-agrupamento (a).....	80
Figura 58	Distribuição dos teores de V, Sc, Hg, e Nb em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha - sub-agrupamento (a).....	81
Figura 59	Distribuição dos teores Pb e Cr em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha - sub-agrupamento (b).....	82
Figura 60	Distribuição dos teores de Fe ₂ O ₃ , Ga, Nb e Zr no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha - sub-agrupamento (a).....	84
Figura 61	Distribuição do Sc, V e Hg no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha-sub-agrupamento (a).....	85
Figura 62	Distribuição do Pb, Cr, Cd e Co no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha - sub-agrupamento (b).....	86
Figura 63	Distribuição dos teores de Zn, Mn, Cu e P ₂ O ₅ em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha - sub-agrupamento (a)	88
Figura 64	Distribuição dos teores Ba, Sr, e Cl em função dos horizontes de solo do sítio Manduquinha - sub-agrupamento (b).....	89
Figura 65	Distribuição do Zn, Mn, Cu Mn ₂ O ₃ no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha-sub-agrupamento (a).....	90
Figura 66	Distribuição do Ba, Sr, e Cl no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha-sub-agrupamento (b).....	91
Figura 67	Distribuição dos teores de Y, Ba, As e F em função dos horizontes de solo do sítio Manduquinha.....	93
Figura 68	Distribuição do Y, B, As e F no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha.....	94
Figura 69	Frequência de tipos de decoração e antiplástico ocorrentes na cerâmica	96
Figura 70	Frequência relativa dos fragmentos cerâmicos simples e decorados em função dos horizontes A ₁ e A ₂ nos pontos 4, 9 e 11.....	96
Figura 71	Reconstituição das formas do vasilhame.....	98
Figura 72	Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura mostrando a matriz, grãos de óxido de ferro e fragmentos de cariapé com borda alterada na cerâmica arqueológica.....	100
Figura 73	Confecção de utensílio cerâmico.....	102
Figura 74	Utensílio cerâmico em processo de secagem.....	102
Figura 75	Processo de queima de utensílio cerâmico.....	103
Figura 76	Impermeabilização interna do utensílio cerâmico com resina vegetal.....	103
Figura 77	Mapa de distribuição areal dos fatores F ₁ , F ₂ e F ₃ no horizonte A ₁ do sítio Manduquinha.....	109
Figura 78	Distribuição multi-elementar indicando as áreas de domínio das assinaturas geoquímicas.....	111
Figura 79	Processo de formação de TPA.....	112
Figura 80	Reconstituição hipotética das áreas de atividade no sítio Manduquinha, a partir dos dados geoquímicos.....	117

TABELAS:

Tabela 1 - Descrição das metodologias aplicadas nas análises químicas.....	28
Tabela 2 - Comparação da amplitude de variação das análises químicas em função dos horizontes Ap, A ₁ , A ₂ , AB, BA, e B nos perfis de solos das TPA e das áreas adjacentes ao sítio Manduquinha.....	41
Tabela 3 - Comparação da amplitude de variação das análises químicas em função dos horizontes Ap, A ₁ , A ₂ , AB, BA, e B nos perfis de solos das TPA e das áreas adjacentes aos sítios Mina II e Ponta Alegre.....	41
Tabela 4 - Calibração do fósforo trocável em solos.....	47
Tabela 5 - Concentrações médias dos elementos químicos nas amostras de solo da TPA-N, no sítio Manduquinha.....	56
Tabela 6 - Concentrações médias dos elementos químicos nas amostras de solo da TPA-S, no sítio Manduquinha.....	57
Tabela 7 - Concentrações médias dos elementos químicos nas amostras de solo da AD, no sítio Manduquinha.....	58
Tabela 8 - Composição química média dos fragmentos de cerâmica arqueológica do Sítio Manduquinha.....	99

RESUMO

O principal objetivo do presente trabalho identificar o padrão de distribuição geoquímica e pedogeoquímica em sítio arqueológico com TPA e em sua área adjacente, e identificar a ação antrópico sobre os elementos determinando as associações geoquímicas típicas de TPA. Foram selecionados três sítios arqueológicos na região de Caxiuanã, município de Portel-Pa. Nestes, foram abertas trincheiras na TPA e em suas respectivas áreas adjacentes. Em um dos sítios, o Manduquinha, foi efetuada coleta dos horizontes de solo a cada 5m, em transversais norte-sul. Para a amostragem do material arqueológico foi utilizado o mapa de distribuição do P_2O_5 no horizonte A_1 , escolhendo-se pontos equidistantes que representassem os locais de sua maior ou menor concentração. Foram determinadas: a) composição mineralógica, através de difratometria de raios-X; b) SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , P_2O_5 (fluente $Al_2B_4O_7$) Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Cd , Co , Cu , Mn , Pb e Zn (abertura total $HF+HClPO_4$) e C (Walkley-Black, modificado), determinados por absorção atômica, colorimetria e titrimetria; c) As , Se (geração de hidretos); Hg (geração de vapor), Zn , Mn , e Fe disponíveis (oxalato de NH_4 + ácido oxálico); complexo sortivo (acetato de NH_4 a pH 7,0), determinados por Absorção atômica; d) Cr , B , V , Sc por espectrografia ótica de emissão; U por fluorimetria e F por eletrodo de íon específico; e) Ba , Cl , Ga , Nb , Sr , Y e Zr por fluorescência de raios-X; f) composição química qualificativa nos solos e na cerâmica, através de microscopia eletrônica de varredura e g) datação da cerâmica por C^{14} .

A região de Caxiuanã apresenta sedimentos correlacionados à Formação Alter do Chão, que foram lateritizados no terciário. Ocorrem ainda arenitos ferruginizados ao nível do espelho d'água da baía de Caxiuanã, que às vezes serviam de abrasador para o homem pré-histórico. A drenagem principal é composta pela baía de Caxiuanã e rio Anapu. Na área predomina Latossolo Amarelo sobre os perfis lateríticos, ocorrendo solos hidromórficos nas porções mais baixas. Nas porções mais elevadas do Latossolo, ocorrem as TPA, que possuem coloração escura e inúmeros fragmentos de cerâmica e de artefatos lítico, denominadas de sítio arqueológico. Quando comparados com os perfis das áreas adjacentes, os horizontes A das TPA, além de apresentarem coloração preta, são mais arenosos e melhor estruturados. Apresentam valores S, T e V, bem como pH mais elevados que os solos adjacentes, portanto, mais férteis. Os horizontes B não mudam significativamente em seus aspectos morfológicos, físicos e químicos, nas TPA e AD.

A composição química representada principalmente por SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2 , é compatível com a mineralogia, composta por quartzo, caolinita, goethita e anatásio. Os horizontes A das TPA apresentaram valores mais elevados de SiO_2 , MgO , CaO , P_2O_5 , C , Ba , Cl , Cu , K , Mn , Sr e Zn ; mais baixos de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , As , Cd , Co , Ga , Cr , F , Pb , Sc e V , ou seja, do horizonte B para o A o primeiro grupo enriquece e o segundo empobrece. Alguns elementos como Nb , Hg e Zr , não apresentaram variações significativas entre TPA e AD.

No sítio Manduquinha as variações nas características morfológicas do solo permitiram separar a TPA em TPA-N e TPA-S. A TPA-S por ocorrer em nível ligeiramente mais baixo na paisagem, forma um microambiente anaeróbico nos períodos mais chuvosos do ano. A distribuição geoquímica dos elementos no horizonte A_1 reflete as variações ocorridas nas TPA. A TPA-S é mais enriquecida em Si , Mg , Ca , P , Ba , Cl , Cu , K , Mn , Sr e Zn , apresentando menores concentrações nos demais elementos.

Os dados geoquímicos tratados através da análise de agrupamento modo "R", mapas de isovalor e análise fatorial permitem identificar três grandes associações geoquímicas e localizar áreas de sua concentração. 1. P_2O_5 , MgO, CaO, Ba, Cu, Cl, Mn, Sr, e Zn representam os elementos estritamente relacionados com a TPA, que foram adicionados aos solos; 2. Fe_2O_3 , Na_2O , As, Cd, Co, Cr, F, Ga, Pb e V representam a assinatura geoquímica dos Latossolos regionais. Foram modificados indiretamente no sítio pela atividade humana pré-histórica e 3. B, Hg, Nb, Sc, Y e Zr que também representam a assinatura geoquímica dos Latossolos regionais, não sofreram modificações significativas em decorrência da ocupação humana pretérita.

O sítio Manduquinha foi ocupado pelo homem pré-histórico, por um período mínimo de 300 anos, (1280 a 1600 AD). Pelas características apresentadas nas técnicas de confecção da cerâmica, antiplástico utilizado, queima e decoração, corroboram a idéia de uma continuidade cultural. A ocupação pelo grupo que aí habitou poderia ser contínua ou não. Em ambos os casos, a pequena dimensão da TPA(0,5ha), a pouca espessura da camada ocupacional e a pequena quantidade do material arqueológico, sugerem tratar-se de grupo de baixa densidade populacional.

A prática cultural do grupo que habitou a área, de depositar restos orgânicos em locais específicos, levou a um aumento significativo do P, Ba, B, Ca, Cl, Cu, K, Mg, Mn, Sr e Zn na TPA. Os elevados teores de Ca localizados no limite sudoeste da área podem ser atribuídos a restos de conchas, que são comumente encontradas na forma de bolsões em outros sítios arqueológicos da região. A oeste e noroeste da TPA houve maior adição de materiais ricos em Mg e P como ossos, fezes, urina etc., enquanto que nas porções sudeste e nordeste houve o predomínio de materiais ricos em Zn, Mn e Cu. A norte da área onde o solo é mais compactado bem como na porção central ocorrem os menores teores desses elementos podendo ser interpretado como áreas de circulação do grupo.

Os processos pedogenéticos ocorridos pós-ocupação humana pré-histórica, associados às próprias condições superficiais do terreno permitiram maior lixiviação do P, Ba, B, Ca, Cl, Cu, K, Mg, Mn, Sr e Zn, com concentrações no extremo sul da área, na AD. Fe_2O_3 e elementos a ele associados concentram-se mais a norte, com visível dispersão para sul.

ABSTRACT

The main objective of the present work is to identify the geochemical and pedological distribution patterns in archeological black earth (ABE) sites and adjacent areas, as well as, the anthropogenic action on the chemical elements responsible for the typical ABE geochemical associations. Three archeological sites were selected in the Caxiuanã region, Portel Municipality, Pará State. Trenches were excavated in these sites and in adjacent areas as well. At Manduquinha site, the soil-horizon sampling have been carried out by collecting at each 5 m along N-S trending traverses. The archeological-material sampling has been based on an A₁-horizon P₂O₅-distribution map on which even-spaced points have been plotted from places bearing the lowest and the highest P₂O₅ concentrations. For each of these points, chemical and mineralogical analyses have been made aiming at the following determinations: a) mineralogical composition by X-ray diffraction; b) SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃, P₂O₅ (Al₂B₄O₇), Al₂O₃, Na₂O, K₂O, CaO, MgO, Cd, Co, Cu, Mn, Pb, and Zn (HF + HClPO₄ total dissolution), and C (modified Walkley-Black method), by atomic absorption, colorimetry, and titration; c) As, Se (hydrides), Hg (vapor), Zn, Mn, and Fe (NH₄ oxalate + oxalic acid), sorptive ion-complexes (NH₄ acetate at pH 7.0), by atomic absorption; d) Cr, B, V, Sc, by optical-emission spectrochemical analysis, U, by fluorometry, and F by specific-ion electrode analysis; e) Ba, Cl, Ga, Nb, Sr, Y, and Zr by X-ray fluorescence; f) qualitative chemical composition of ceramic and soil by means of scanning electron microscopy; and, g) radiocarbon (C¹⁴) dating of ceramic artifacts.

From a geological point of view, the Caxiuanã region is made up of sediments belonging to Alter do Chão Formation which have been laterized in Tertiary. Ironstones also occur in that region, outcropping at the bay water level and, sometimes, they were used as abrasive material by the prehistoric man. The main drainage system is constituted by the Caxiuanã bay and the Anapu river. Yellow latosol predominates compared with lateritic profiles; hydromorphic soils also occur at the lower portions. The ABE occurrences, known as archeological sites, are found in the higher portions of the latosol domain and are characterized by a dark-colored soil and by the presence of numerous ceramic fragments and lithitic artifacts. In comparison with the adjacent areas, the ABE's A-horizons, besides exhibiting a dark color, are sandier and structurally better organized. Their bases exchange_{sum}, cation exchange capacity, base saturation, and pH values are higher than those of the adjacent soils, being thus more fertile than the other ones are. The B horizons do not show significant changes regarding their morphological, physical and chemical aspects both in ABE's and adjacent areas.

The chemical composition essentially constituted by SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, and TiO₂ is consistent with the described mineral assemblage which comprises quartz, kaolinite, goetite, and anatase. The ABE's A-horizon, compared with the B horizon, presents higher contents of SiO₂, MgO, CaO, P₂O₅, C, Ba, Cl, Cu, K, Mn, Sr, and Zn; and lower values of Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, As, Cd, Co, Ga, Cr, F, Pb, Sc, and V, that is the first group got enriched and the second one depleted in these elements. Some elements such as Nb, Hg, and Zr do not show significant relative variations from ABE to adjacent areas.

In Manduquinha site, soil morphologic features allowed the separation of the ABE's into N and S domains. Due to the fact of being at a slightly lower topographic level, the S-domain generates an anaerobic microenvironment during the rainier season. The geochemical distribution of the elements in the A₁ horizon reflects the environmental changes which took place in ABE's. The S-domain is enriched in Si, Mg, P, Ba, Cl, Cu, K, Mn, Sr, and Zn; and presents lower concentrations of the remaining elements.

The geochemical data treated through R-type cluster analysis, isocon maps, and factor analysis allowed the identification of three major geochemical associations and their respective concentration areas. 1) P₂O₅, MgO, CaO, Ba, Cu, Cl, Mn, Sr, and Zn represent the elements, closely related to the ABE's, which have been added to soil; 2) Fe₂O₃, Na₂O, As, Cd, Co, Cr, F, Ga, Pb, and V correspond to the regional latosol geochemical signature which has indirectly been modified by the prehistoric human activity in the site; e, 3) B, Hg, Nb, Sc, Y, and Zr also constitute the regional latosol geochemical signature although they have not undergone significant changes in consequence of the past human occupation.

Manduquinha site has been occupied by the prehistoric man during a period of at least 300 years (1280 to 1600 AD). Characteristics of their ceramic manufacture such as the use of antiplastic materials as well as burning and ornamentation techniques corroborate the hypothesis of cultural continuity. The occupation by the people which inhabited that place may have been continuous or not. In both cases, the small ABE's surface extension (0.5 ha), the shallow depth of the anthropogenic-modified bed, and the small amount of archeological material suggest an occupation with low population density.

The cultural habit of disposing organic leavings at separated places led to a significant increase in P, Ba, Ca, Cl, Cu, K, Mg, Mn, Sr, and Zn in the ABE's. The elevated Ca contents at the southwestern limit may be accounted for remains of shells, commonly found in the form of pockets in other archeological sites in the region. In the west- and northwestern ABE's parts there has been a greater addition of materials Mg- and P-rich in such as bones, feces, urine etc., while in the southeast- and northeastern portions it has been observed predominance of Zn-, Mn-, and Cu-rich materials. In the northern part, where the soil is more compact, and at the central portion as well, the occurrence of lower contents of the above-mentioned elements is interpreted to be a consequence of the localization of circulation areas of the group.

The pedogenetic processes, which took place after the prehistoric human occupation, related to the own ground surface conformation favored a stronger leaching of P, Ba, B, Ca, Cl, Cu, K, Mg, Mn, Sr, and Zn which concentrate at the extreme-south, in the adjacent area. Fe₂O₃ and associated elements are found in greater concentrations in the northern part with clear dispersion southward.

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS

Na Amazônia ocorrem áreas de solos que foram afetados significativamente pelo homem pré-histórico. Possuem cor escura, restos de material arqueológico (fragmentos cerâmicos e de artefatos líticos) e alto teor de Ca, Mg, Zn, Mn, P e C. Estes solos são conhecidos como *Terra Preta Arqueológica* (TPA), *Terra Preta de Índio* ou *Terra Preta* (KERN & KÄMPF, 1989). Nas TPA a vegetação também apresenta variações, servindo muitas vezes como indicadora de sítios arqueológicos. Essas áreas constituem-se em um exemplo marcante de como o homem pode modificar as características originais do solo, com efeito positivo, aumentando a sua fertilidade. Por isso, são frequentemente procurados pelas populações locais para o cultivo de subsistência, como mandioca, banana, milho, mamão, etc. Fato que dificulta sobremaneira o estudo do passado do homem, uma vez que toda a camada de ocupação humana é revolvida.

As áreas com TPA são encontradas sobre os mais diversos tipos de solo, como em Latossolo, Podzol, Podzólico, Terra Roxa Estruturada e Plintossolos Pétricos (SMITH, 1980 e KERN, 1988). Ocupam normalmente 2 a 3 ha de extensão, podendo ocorrer em alguns locais áreas superiores a 80 ha (HILBERT, 1955). Nos mapas de solos da Amazônia, apesar da frequência com que ocorrem os solos com TPA, estes são mapeados como inclusões, por causa da reduzida área que abrangem (SILVA et al. 1970). O horizonte A antrópico, que corresponde à camada de TPA, possui em média 40 a 50 cm, mas em certos casos pode atingir até 2 m de profundidade e com vestígios de ocupação humana (fragmentos de cerâmica, artefatos líticos e carvão) em toda a sua espessura (HARTT, 1885). Via de regra, as TPA localizam-se em terra firme, são solos bem drenados, próximo, a água corrente e quase sempre em posição topográfica que permita uma boa visibilidade da área como um todo, fator importante para a estratégia de sobrevivência do homem pré-histórico. No entanto, no planalto de Santarém, NIMUENDAJU (1948), os encontrou longe de água corrente, evidenciando, em seu interior, poços escavados de forma cilíndrica com 2 m de diâmetro. Esse autor menciona ocorrência de estradas de 1,5 m de largura com leito de 30 cm de profundidade, ligando manchas de TPA entre si.

Em arqueologia, durante muito tempo se pensou que em climas tropicais só era possível recuperar os restos de artefatos de pedra e de cerâmica e observar os petróglifos e pinturas rupestres. A cerâmica, por resistir às intempéries, se constituía na única evidência, ainda que indireta ou secundária a respeito da alimentação do homem pré-histórico (BROCHADO, 1970). As TPA eram utilizadas, no máximo, para auxiliar na delimitação geral da área de atividade e na determinação da espessura da camada de ocupação de um sítio arqueológico. A aplicação de métodos geofísicos (ALVES & LOURENÇO, 1981; PEREIRA et al. 1986 e ROOSEVELT, 1991) e pedogeoquímicos (KERN, 1988; KERN & KÄMPF, 1989 e PABST, 1991), tem demonstrado que, além da cerâmica, outros elementos devem ser considerados na procura de melhor entender o passado do homem. Para WOODS (1984), a importância do estudo dos solos arqueológicos não se dá apenas pelos artefatos e estruturas, feições que eles guardam, mas por eles próprios. As modificações físicas causadas por fatores antrópicos, como compactação e mudanças texturais, podem ser evidenciadas por um arqueólogo experiente. No entanto, a química é menos evidente aos olhos mas pode contribuir para determinar os limites das áreas, definir estratigrafia, delimitar áreas de atividades e feições, além de auxiliar na interpretação funcional de um sítio arqueológico. A análise química e mineralógica dos fragmentos de cerâmica pode auxiliar também na compreensão global não só da gênese desses solos como da história do sítio e da cultura dos povos que o habitaram.

Nas pesquisas realizadas em TPA da região de Oriximiná, Estado do Pará, verificou-se que os teores de Ca, Mg, Zn, Mn, e P apresentaram locais com maior concentração ao longo das transversais, contrapondo-se a locais com valores muito baixos, porém significativamente superiores aos dos solos das áreas adjacentes (KERN, 1988 E KERN & KÄMPF, 1989). Isso demonstra que é possível detectar áreas de maior concentração de elementos químicos dentro de um sítio arqueológico com TPA e em suas adjacências, se a amostragem do solo for efetuada detalhadamente. Com a análise dos elementos químicos ou das associações geoquímicas pode-se avaliar o impacto antropogênico sobre os solos originais, tentando definir sua gênese, bem como obter informações a respeito das diferentes áreas de atividade do homem pré-histórico em um determinado sítio arqueológico. Para uma pesquisa com esse nível de detalhe, os sítios arqueológicos devem estar em bom estado de conservação. Assim, um dos locais apropriados para o desenvolvimento dessa pesquisa na Amazônia é a Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC) que, por ser uma reserva florestal protegida pelo IBAMA, tem sítios arqueológicos ainda bem preservados e que não correm perigo de destruição pós-pesquisa. Além disso, parte da reserva foi cedida ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) para a pesquisa, onde a Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) está apta a dar apoio logístico, propiciando a continuidade dos trabalhos científicos.

O presente trabalho tem como objetivos: a) estudar o comportamento geoquímico do Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 e TiO_2 , assim como dos elementos traços As, B, Ba, C, Cd, Cl, Co, Cu, F, Ga, Hg, Mn, Nb, Sc, Sr, U, V, Y, Zn e Zr nos horizontes pedológicos de solo da TPA, nas áreas adjacentes e no material cerâmico; e b) avaliar o efeito antrópico, através do comportamento geoquímico e pedológico, em perfis de três sítios arqueológicos com TPA, comparando com as suas respectivas áreas adjacentes.

1.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A Floresta Nacional de Caxiuanã (FNC) dista 400km, em linha reta, a oeste da cidade de Belém, estando localizada nos Municípios de Portel e Melgaço no Estado do Pará (Figura 1). Por ser uma área de reserva e devido ao próprio isolamento geográfico, é praticamente inabitada, o que facilita a preservação do ambiente como um todo. Por isso, uma área de 33.000 ha, pertencente à FNC, foi cedida ao MPEG através do convênio 065/90 (D.O.U./10.07.90) celebrado entre o IBAMA e o CNPq/MPEG (LA PENHA et al. 1990). Na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), o MPEG visa buscar respostas para o entendimento da dinâmica da floresta amazônica. Para tanto, esta Instituição, juntamente com a Oversea Development Agency (ODA) do Conselho Britânico, montou a base física, dando condições para que pesquisadores possam desenvolver trabalhos a longo prazo, contanto que os projetos estejam dentro de normas pré-estabelecidas.

Nesta pesquisa, foram selecionados três sítios arqueológicos; Manduquinha, Ponta Alegre e Mina II, localizados às margens da baía de Caxiuanã. Os sítios Manduquinha e Ponta Alegre estão situados próximo à base do IBAMA na FNC, enquanto que o Mina II está localizado na porção sul da Estação Científica Ferreira Penna.

A região de Caxiuanã está sob um clima tropical quente e úmido. A FNC é composta por vegetação de várzea, igapó, terra firme, e manchas de savana, cortada por uma complexa rede de drenagem, onde existe também uma densa flora aquática. Domingos Soares Ferreira Penna em 1864 já se preocupava com o intenso extrativismo do cravo (*Dicypellium caryophyllatum*), da baunilha (*Vanilla aromatica*), do óleo de copaíba (*Copaifera multijuga*) e da mortandade das castanheiras (*Bertolletia excelsae*), pela retirada constante da casca, que era utilizada para calafetar embarcações. No auge do ciclo da borracha havia um ativo comércio através de "regatões", que trocavam com as populações locais mercadorias nacionais e estrangeiras por produtos regionais (CONSELHO ESTADUAL DE CULTURA, 1971). Atualmente, a região possui uma baixa densidade populacional e tem como principal atividade econômica o cultivo da mandioca (*Euphorbiaceae*) para a produção da farinha.

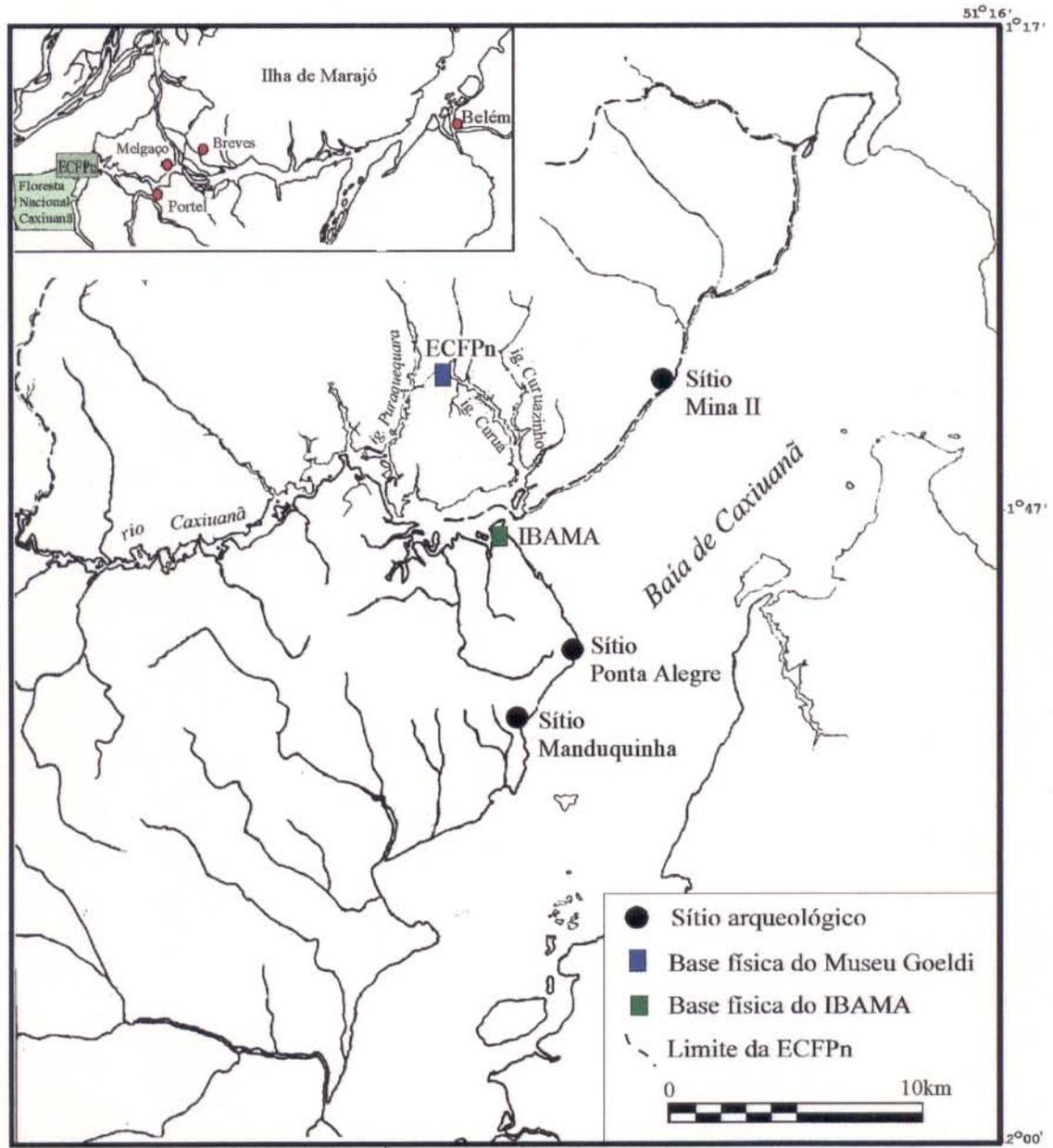


Figura 1 - Mapa de localização da região de Caxiuanã.

1.3 AS TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS

1.3.1 Aspectos etnográficos dos grupos indígenas da Amazônia e sua implicação para as TPA

1.3.1.1 Assentamento

Para melhor entender a disposição espacial da concentração de certos elementos químicos em um determinado sítio arqueológico é necessária uma revisão das informações disponíveis sobre usos, costumes e formas de assentamento de grupos indígenas da região amazônica.

Através de relatos de viajantes naturalistas e estudos etnográficos, sabe-se que os povos indígenas que habitaram ou que ainda habitam a região amazônica, construíam suas casas com folhas de palmeira como babaçu, buriti (*Mauritia flexuosa*), bacaba, caranã, etc.. Estas casas, na sua grande maioria são circulares, com apenas uma ou duas entradas e cobertura de palha que vai até o chão, não ocorrendo parede (Figura 2). Quando estas ocorrem, são também feitas de palha. Em alguns casos as paredes são elaboradas de taipa ou barro, como, por exemplo, entre os Makuxi e Wapitxana de Roraima (DINIZ, 1966 e 1968) e os Baniwa do rio Negro-AM (OLIVEIRA, 1975). Segundo CASTRO FARIA (1951), esta prática de construção em taipa entre os aborígenes é atípica, sendo considerada como produto de aculturação.

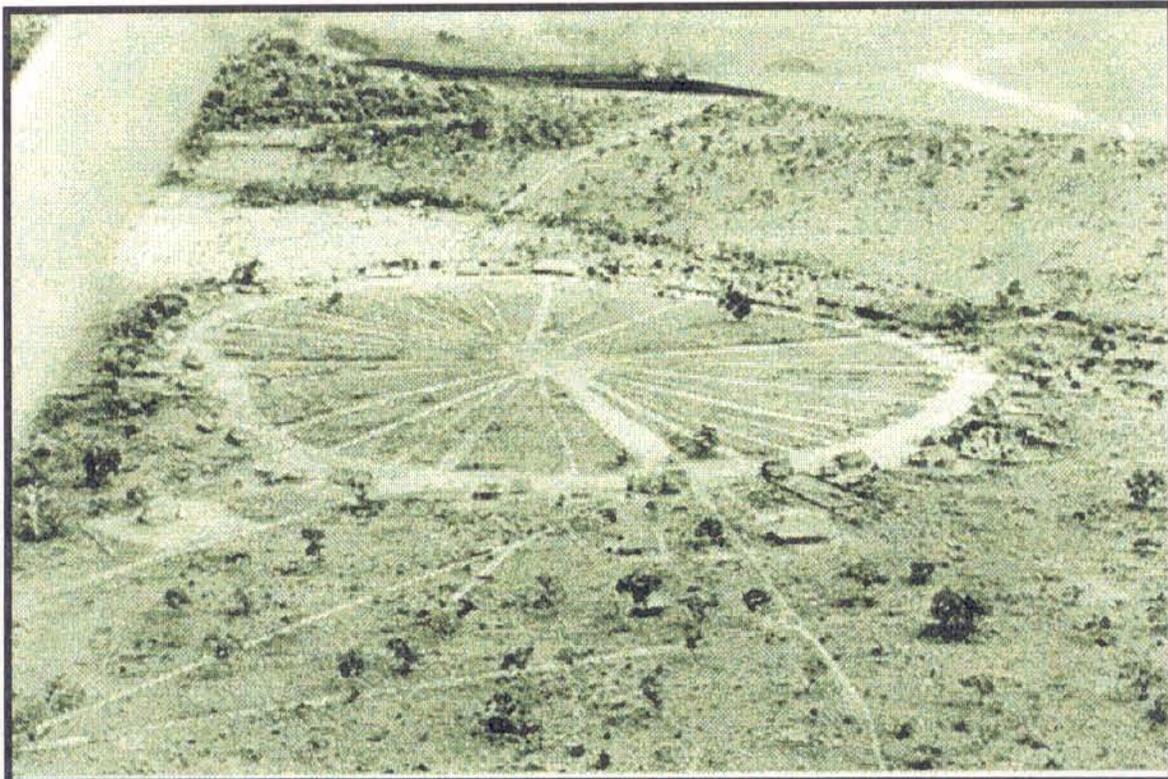
As aldeias da região amazônica, segundo COSTA & MALHANO (1987), podem ser circulares, retangulares ou lineares. As aldeias retangulares, sob o ponto de vista dos autores, são uma adaptação daquelas com praça central. A partir dos dados etnográficos, as aldeias da região amazônica foram, para este trabalho, assim classificadas:

a) *Casas dipostas em círculo ou semi-círculo*. Quando em semi-círculo (arco) a abertura das casas estão voltadas para o curso da água. As casas estão, geralmente, a uma mesma distância do centro da aldeia, sendo interligadas, entre si e ao pátio central, através de estradas (Figura 3). Em média a aldeia apresenta 100 m de diâmetro. Segundo SILVA (1983), a maioria dos grupos indígenas distribuem as casas de maneira a dar uma forma circular, sendo as próprias casas circulares. Este fato é também enfatizado por SÁ (1983), quando afirma que todas as aldeias do Alto Xingu têm este aspecto. Entre os grupos que têm essa prática estão os Galibi, Apinayé, Kamayurá, Timbira, Xavante, Bororo e Kayapó, entre outros. O fogo é aceso no centro de cada casa, normalmente sem divisões internas. Quando há divisões, são feitas com folhas de palmeira (Biet apud MEGGERS & EVANS, 1957; ARNOUD, 1966; AGOSTINHO, 1974; LADEIRA, 1983; SILVA, 1983; SÁ, 1983; NOVAES, 1983 e VIDAL, 1983).



Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 2 - Exemplo de casa coberta com folhas de palmeira



Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 3 - Exemplo de assentamento indígena com casas dispostas em círculo

b) *Casa comunal*. Segundo GALVÃO & SIMÕES (1965), estes são os tradicionais assentamentos do alto Xingu. A casa comunal, geralmente, apresenta divisões internas. WALLACE (1939) em sua viagem para o rio Negro, em meados do século XIX, comenta sobre uma aldeia composta por apenas uma maloca de aproximadamente 100x40 pés, coberta de folha de caranã. Em ambos os lados das paredes, existem pequenos biombos feitos de folha de palmeira que abrigam cada família com seus pertences e seu fogo. No centro há uma área limpa utilizada para circulação e dança. Estas observações também são feitas por MIGLIAZZA (1964), estudando os Xirâna, da serra do Parima, limite entre o Brasil e a Venezuela. Segundo GALVÃO e SIMÕES (1965) a aldeia dos Txikão era limpa até um raio de 5Km, havendo, além da casa grande, dois ranchos, sem paredes laterais, para o processamento da mandioca (Figura 4). Os Nambikuára tinham hábitos diferentes em relação aos assentamentos, pois de acordo com ROQUETTE PINTO (1950), em sua viagem em 1912, na serra Norte, no Estado de Mato Grosso, a aldeia deste grupo localizava-se na porção superior das colinas, longe do curso da água, às vezes distante mais de 1Km. A escolha do local para o assentamento, segundo o autor, é assim determinada por que no alto há menos mosquitos e melhor visibilidade territorial, fato importante visto que são grupos altamente guerreiros. A aldeia é construída em uma grande praça (50 m de diâmetro) com apenas 2 casas uma de frente para a outra, direcionadas leste-oeste e cobertas com folha de bacaba até o chão.

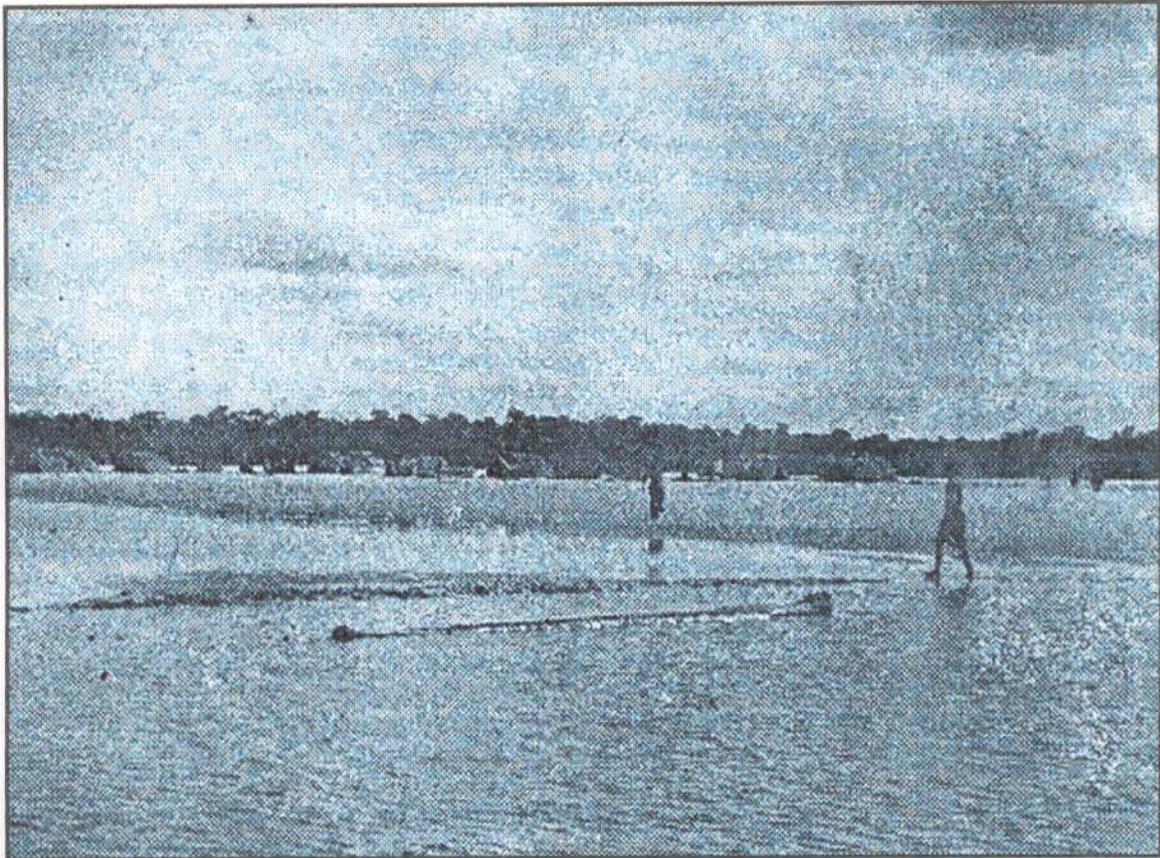
c) *Casas alinhadas*. As casas alinhadas em fileiras ou paralelas ao rio (Figura 5), foram identificadas entre os Parakanã (VIDAL, 1983) e os Carajá (BALDUS, 1942; RAMOS, 1971). Os Parakanã construíam suas casas na forma de um triângulo, cobertas de palha até o chão, com uma abertura mínima. Segundo VIDAL (1983) dentro da casa é muito limpo, possuindo apenas redes de fibras vegetais. ANEXO a esta há um puxado que serve de casa de visitas, oficina e cozinha. Os Carajá, possuem suas casas retangulares, com o fogo também feito do lado de fora. Provavelmente o tipo de assentamento desse grupo já sofreu aculturação.

d) *Casas dispostas irregularmente*. Esse tipo de assentamento foi verificado em certos grupos, como os Maku do rio Negro (RAMOS, 1980), os Makuxi e Wapitxana de Roraima (DINIZ, 1966) e os Maué (BATES, 1944). Em geral, a casa não apresenta divisões internas. Há sempre um fogo na parte central e ao seu redor são desenvolvidas as atividades cotidianas. De acordo com o relato dos cronistas, as aldeias sempre mantinham um padrão, por isso essa forma irregular de distribuição das casas pode ser fruto de aculturação desses grupos.



Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 4 - Exemplo de assentamento indígena representado por uma casa comunal.



Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 5 - Exemplo de assentamento indígena com casas dispostas em paralelo ao rio.

1.3.1.2 Resíduo orgânico

A partir dos dados etnográficos, verifica-se que os resíduos orgânicos como restos de alimentos, folhas, sementes e casca de vegetais descartados geralmente são depositados desordenadamente nos arredores e em alguns casos dentro das habitações. BALDUS (1942), estudando os Cayapó, salienta que "os índios, em geral, não temem muito a sujeira, nem no seu corpo nem na sua casa e nas suas coisas, costumando a maior parte do lixo ficar, por isso, onde está, se não consegue despertar o interesse dos cães e de outros animais que andam ao redor e dentro das casas". ROQUETTE PINTO (1950) afirma que o lixo era descartado ao acaso. Segundo o autor ao redor das habitações encontravam-se, "esparços ou amontoados, cocos quebrados, favas de jatobá, sabugos de milho, carvão, misturados com restos de alimentação e utensílios de cerâmica inutilizados".

Quanto às práticas funerárias, vários grupos enterram seus mortos dentro da própria casa, ou ainda no centro da aldeia. O enterramento pode ser primário ou secundário. No enterramento primário o morto é colocado dentro de uma urna de cerâmica, em rede, ou ainda depositado em esteiras e enterrado. O enterramento secundário consiste em enterrar o indivíduo por certo tempo, e desenterrá-lo para realizar um novo enterramento. No caso dos Carajá a espera é de três anos, já os Bororo aguardam apenas duas semanas, desenterram, retiram os ossos, pintam e os depositam em urnas ou cestos. No caso dos Bororo, atualmente não mais enterram na aldeia e sim jogam em um rio ou lago próximo (BALDUS, 1942; ARNOUD, 1966; OLIVEIRA, 1968; RAMOS, 1971; AGOSTINHO, 1974; RAMOS, 1980 e GALLOIS, 1983). Alguns grupos cremavam seus mortos, sendo as cinzas deixadas no próprio local da cremação ou bebidas em um ritual. Outros simplesmente abandonavam a casa ou a aldeia, deixando o morto na rede, ou colocavam fogo na casa (MIGLIAZZA, 1964; RAMOS, 1971 e RAMOS, 1980).

O descarte de lixo dos povos que habitavam a Amazônia deve ter sido de grande significação para o aumento de matéria orgânica no solo. Como, por exemplo, a palmeira, que tem um período de duração curto, tinha inúmeras utilidades: construir casas, camas, confeccionar redes, balaios, cestos, esteiras para dormir ou sentar. MURRIETA et al. (1989), estudando uma comunidade ribeirinha de Ponta de Pedras, ilha do Marajó, Estado do Pará, mencionam o uso quase que total do açazeiro, onde o caule é utilizado para construções, a folha na confecção de matapi¹ e peconha² e o fruto e o palmito são utilizados como alimento tanto para o homem como para animais domésticos.

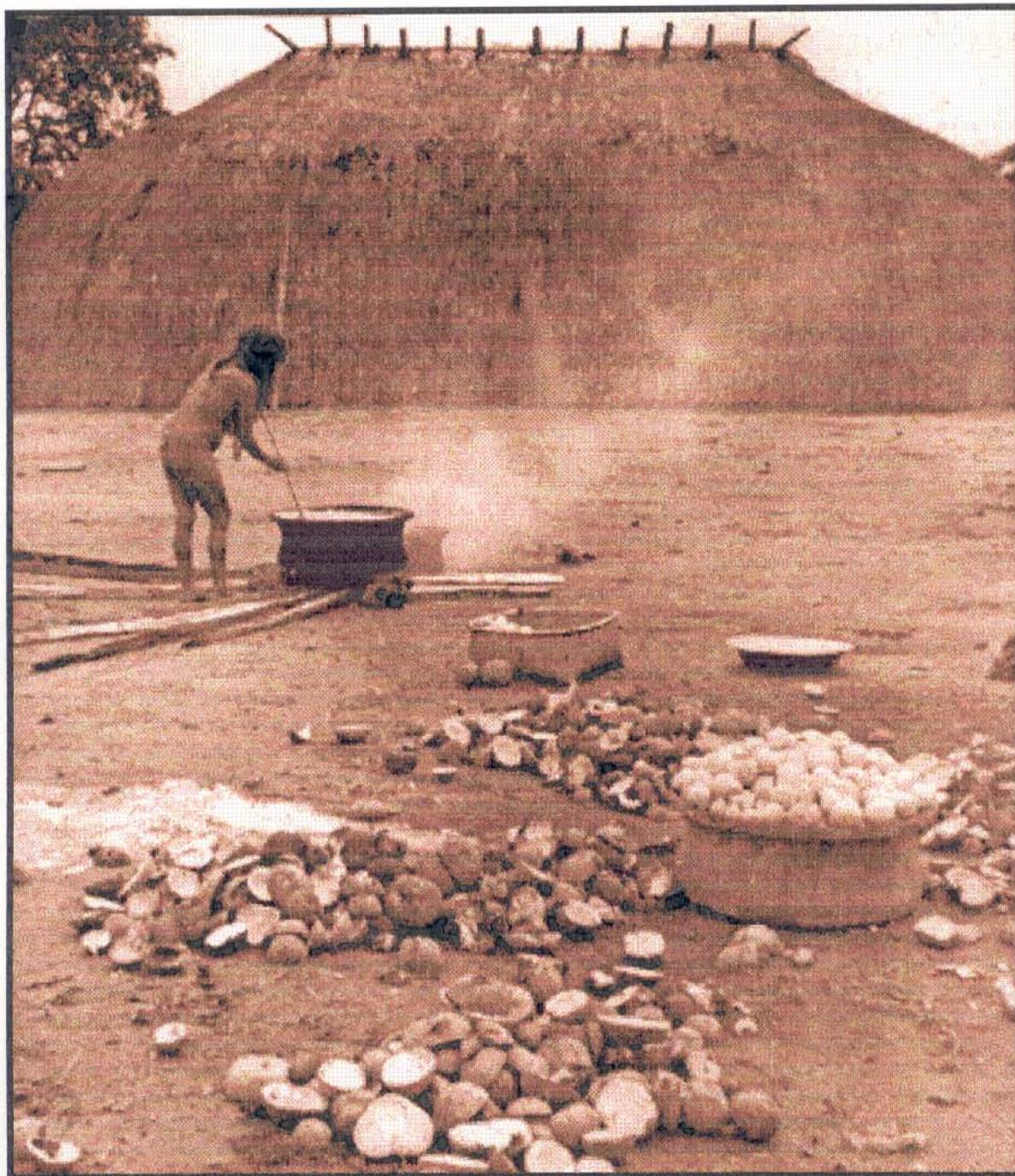
¹Matapi - Instrumento utilizado na pesca do camarão

²Peconha - espécie de laço colocado nos pés para subir em árvores

Produtos alimentícios de ordem vegetal, como por exemplo, a mandioca, o açaí, a bacaba, etc., e de ordem animal como ossos, carapaças de animais como tatu, jabuti, carangueijo, conchas, etc. produzem grande quantidade de matéria orgânica que não é consumida, permanecendo no local (Figuras 6, 7 e 8). Esses resíduos orgânicos são os responsáveis diretos pelo aumento de elementos químicos nas TPA.

PABST (1991), estudando terras pretas da região de Belterra-Pa, verificou que o húmus na TPA é na ordem de 6 vezes mais estável à decomposição que o húmus do Latossolo. Segundo o autor, na TPA, o Ca, Mg e K trocável apresentam uma correlação significativa e positiva com a matéria orgânica, indicando a presença de complexos organo-metálicos no húmus. No Latossolo não existe essa correlação. Esse fato comprova, segundo o autor, a estruturação química diferenciada entre a matéria orgânica da TPA e a do Latossolo. A maior estabilidade da matéria orgânica da TPA, em relação à degradação, faz com que a TPA seja considerada pelos caboclos como inesgotável em termos de fertilidade (PABST, 1991).

Os trabalhos pedológicos em solos com TPA realizados por RANZANI et al. (1962), SOMBROEK (1966), SILVA et al. (1970), FALESI (1972) e (1974) e BENNEMA (1977), mostram uma alta fertilidade, contrastando com os solos da região amazônica que apresentam, geralmente, baixa fertilidade. Os principais elementos químicos analisados nessas pesquisas são o Ca, Mg, P e C. O fósforo trocável, por exemplo, nas TPA pode atingir a ordem de 700 ppm, enquanto em grande parte dos solos da região não ultrapassa 3 ppm (SILVA et al. 1970; RODRIGUES et al. 1971; 1974; SANTOS et al. 1973 e KERN, 1988). Segundo FALESI (1970) os altos teores deste elemento somente são encontrados em solos com TPA ou em solos formados a partir de rochas fosfatadas, como no caso daqueles estudados à margem do rio Anabiju, ilha do Marajó, Estado do Pará.



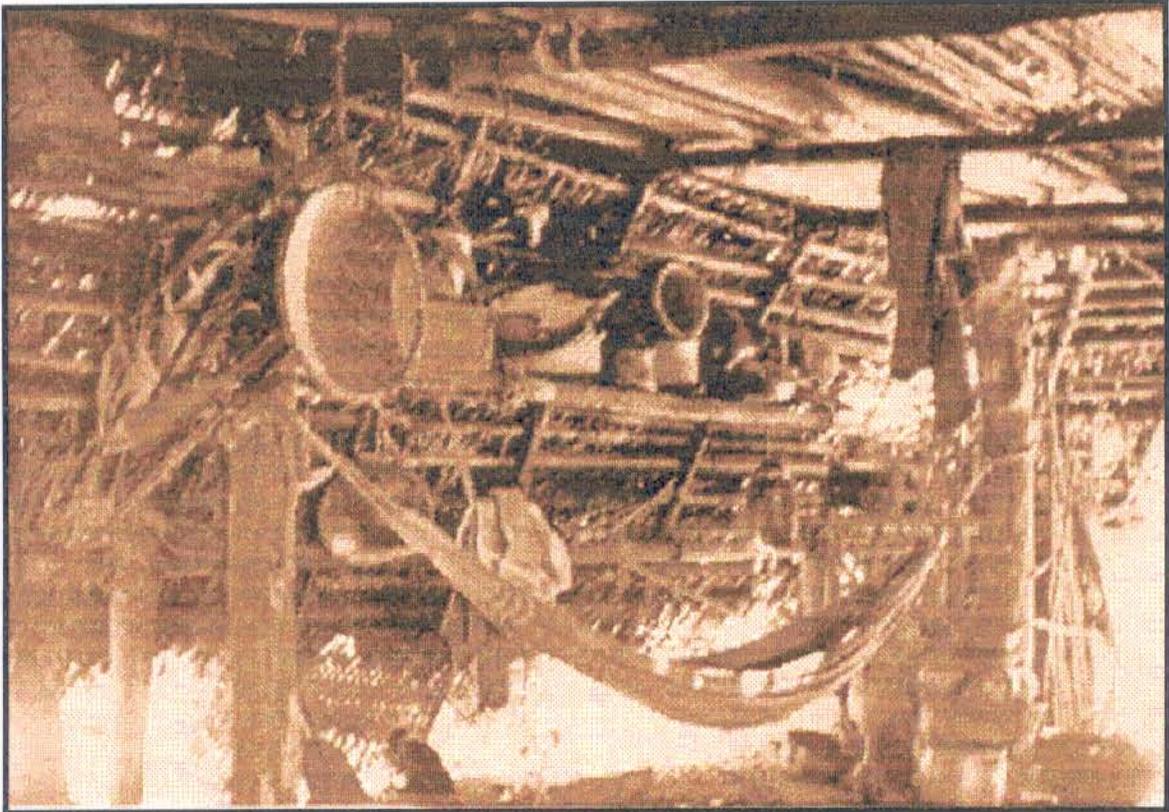
Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 6 - Exemplo de descarte de material orgânico de origem vegetal.



Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 7 - Exemplo de material orgânico de origem animal.



Coleção Eduardo Galvão (foto colorida artificialmente)

Figura 8 - Exemplo de utensílios elaborados com material vegetal perecível.

1.3.2 Hipóteses sobre a gênese das TPA

Quanto à gênese dos solos com TPA várias hipóteses são aventadas. HARTT (1885) sugere que são solos vegetais, para os quais os índios eram atraídos pela sua alta fertilidade. Fundamentou essa hipótese por ter encontrado fragmentos cerâmicos em toda a camada de TPA.

Para CAMARGO (1941), FARIA (1946), CUNHA FRANCO (1962) e FALESI (1972 e 1974), as TPA ter-se-iam originado de eventos geológicos ou a partir de fundos de lagos extintos. Segundo CAMARGO (1941), teriam se originado a partir de cinzas vulcânicas, enquanto que FARIA atribuiu a sua formação a sedimentos depositados em fundos de lagos extintos ou pela decomposição de rochas vulcânicas. Segundo CUNHA FRANCO (1962), as TPA teriam sua origem em lagos antigos, em cujas margens os índios habitavam, utilizando-os para fermentar a mandioca e como suprimento de água, neles depositando ainda grande parte de fragmentos de cerâmica e lixo da aldeia. Fundamentou sua hipótese na configuração das áreas e sua distribuição em profundidade: forma mais ou menos circular, como uma lente enterrada com a parte plana para cima, além de estarem situadas em locais secos e afastados das margens dos rios. Afirma que as TPA próximas aos rios se devem a habitação indígena, mas, mesmo assim, deveriam ser procuradas evidências de lagos ou igapós de épocas anteriores. FALESI (1972 e 1974), é favorável à tese de CUNHA FRANCO (1962), sugerindo que esses lagos teriam se formado com o soerguimento da região andina no final do terciário, quando, segundo o autor, os rios que desaguavam no oceano Pacífico, passariam a correr em sentido contrário para desaguar no Atlântico, ficando a água represada em depressões. Conforme esses locais secavam, os seres vivos morriam, entravam em decomposição e, conseqüentemente, enriqueciam os solos.

RANZANI et al. (1962) e ANDRADE (1986), classificaram o horizonte A do solo com TPA como sendo um "plaggen epipedon", isto é, incorporação intencional de nutrientes ao solo através de práticas de manejo. RANZANI et al. (1962) atribuem a sua fertilidade a um uso eficiente da terra por povos de procedência andina, que incorporavam ao solo cinza de animais e de vegetais, com predominância das primeiras. ANDRADE (1986), sugere três hipóteses antrópicas para a formação das TPA da região de Araracuara-Colômbia. Poderiam ter sido locais de depósito de lixo, locais de cultivo ou locais de moradia. Nas duas primeiras hipóteses o solo havia sido enriquecido intencionalmente. A hipótese das TPA terem sido locais de moradia foi descartada por ANDRADE (1986), pelo fato de não ter evidenciado nenhum indício de compactação. No entanto, os horizontes B dos solos com TPA da região de Oriximiná, Estado do Pará, são mais densos que aqueles das adjacências, mesmo quando apresentam teores de matéria orgânica e conteúdo de argila equivalentes, fato que pode sugerir uma compactação desse solo no

passado. O alto teor de matéria orgânica nas TPA, associado à penetração de raízes poderiam ser os responsáveis pela reestruturação do solo ao longo do tempo (KERN, 1988).

De acordo com GOUROU (1950), SOMBROEK (1966) e os arqueólogos (HILBERT, 1955; MEGGERS & EVANS, 1957; SIMÕES, 1972; SIMÕES, 1982; PEREIRA et al. 1986; CORRÊA, 1987; SIMÕES & CORRÊA, 1987; SIMÕES & KALKMANN, 1987; SIMÕES & MACHADO, 1987) que pesquisaram e pesquisam a região amazônica, os solos com TPA seriam antigos assentamentos indígenas, ou seja, foram formados a partir da ocupação humana pretérita. Para SIMÕES (1972) e SIMÕES (1982), grupos pré-históricos tinham sua subsistência baseada no cultivo de grãos e raízes, complementado com caça, pesca e coleta, permitindo uma permanência mais prolongada no local. Muitas vezes transladavam e enterravam seus mortos em urnas funerárias que eram depositadas dentro da aldeia. PEREIRA et al. (1986), estudando um sítio arqueológico com TPA na cidade de Macapá, Estado do Amapá, localizaram dezenas de urnas de cerâmica com ossos em seu interior. Estas urnas dispostas em semi-círculo ou alinhadas leste-oeste, encontravam-se em diferentes profundidades, dentro do sítio arqueológico.

1.4 GEOQUÍMICA E ARQUEOLOGIA

As anomalias de certos elementos químicos dentro de um sítio arqueológico, associadas aos dados etnográficos, independentemente de ser terra preta, podem levar a informações conclusivas sobre a forma de assentamento do homem na pré-história. SOKOLOFF & CARTER (1952), mencionam que nos locais onde o lixo era depositado, os elementos químicos como o Cu, Zn, Au, Mn, P e N, são mais concentrados que nos arredores, formando anomalias. A causa das anomalias é o descarte de material pelo homem (lixo e excremento). Dependendo da dieta e forma de ocupação, o refugo pode ser diferentemente enriquecido nos elementos acima citados.

Para SJOBERG (1976), o fósforo, além de auxiliar na localização de sítios arqueológicos, pode também ser utilizado para estimar o tamanho da população, duração e intensidade do assentamento, determinar a alimentação básica e estabelecer a idade relativa ou absoluta do sítio.

Segundo GRIFFITH (1980), os altos teores de P encontrados no sítio Benson, Canadá, devem-se a ocupação humana, já que esse elemento pode ser encontrado em restos de tecidos vegetais e animais, fezes e resíduos de alimento. O autor interpretou a concentração desse elemento em locais específicos dentro do sítio, como depósito de lixo, enfatizando que altos teores de Ca, Mg e P podem ser fortes indicadores de sítios arqueológicos. COLLINS &

SHAPIRO (1987), atribuem o aumento de P no sítio São Luiz na Flórida (EUA), à ocupação humana.

Outros autores utilizam análises químicas em campo para obter rápida resposta na diferenciação de marcas de esteio e buracos de roedores, com acerto de 96% dos casos (VAN DER VERWE & STEIN, 1972). DEETZ & DETHELFSEN (1963), utilizam o pH como ferramenta auxiliar para definir estratigrafia. PARSONS et al. (1962), estudando um sítio arqueológico em Iowa-EUA, chamam a atenção para a razão Ca/Mg que diminui com o aumento do intemperismo do solo, podendo indicar o grau de desenvolvimento pedogenético. Para WHITE & REICKEN (1955), essa razão também pode indicar diferentes taxas de bases trocáveis pela variação do tipo de vegetação, levando PARSONS et al. (1962) a concluir que a floresta, na época de formação do sítio, era caducifólia, que acumula mais cátions básicos que as gramíneas. Para esses autores, o acúmulo do carbono em profundidade indica que o horizonte A foi formado em curto espaço de tempo pela atividade humana, sendo modificado posteriormente, por processos pedogenéticos.

WOODS (1984) mostra uma estimativa de densidade populacional através de análises físico-químicas do solo. Os teores de P e Ca no solo, são os principais parâmetros químicos para esses cálculos. O autor menciona ainda que desde 1972 houve considerável crescimento nos estudos de química do solo, voltados para elucidação de problemas arqueológicos.

Além da prospecção geoquímica, o emprego de outras técnicas das ciências geológicas, como geofísica, mineralogia e cristalografia são utilizadas no estudo de sítios arqueológicos. Esse conjunto de métodos de investigação das ciências naturais a serviço da arqueologia é denominado de *arqueometria* (MOMMSEN 1986; COSTA & KERN, 1994). Essas técnicas vêm sendo utilizadas com sucesso em pesquisas arqueológicas de civilizações clássicas como a egípcia, grega, romana entre outras, desde os anos 70 (MOMMSEN, 1986; FREESTONE & MIDDLETON, 1987).

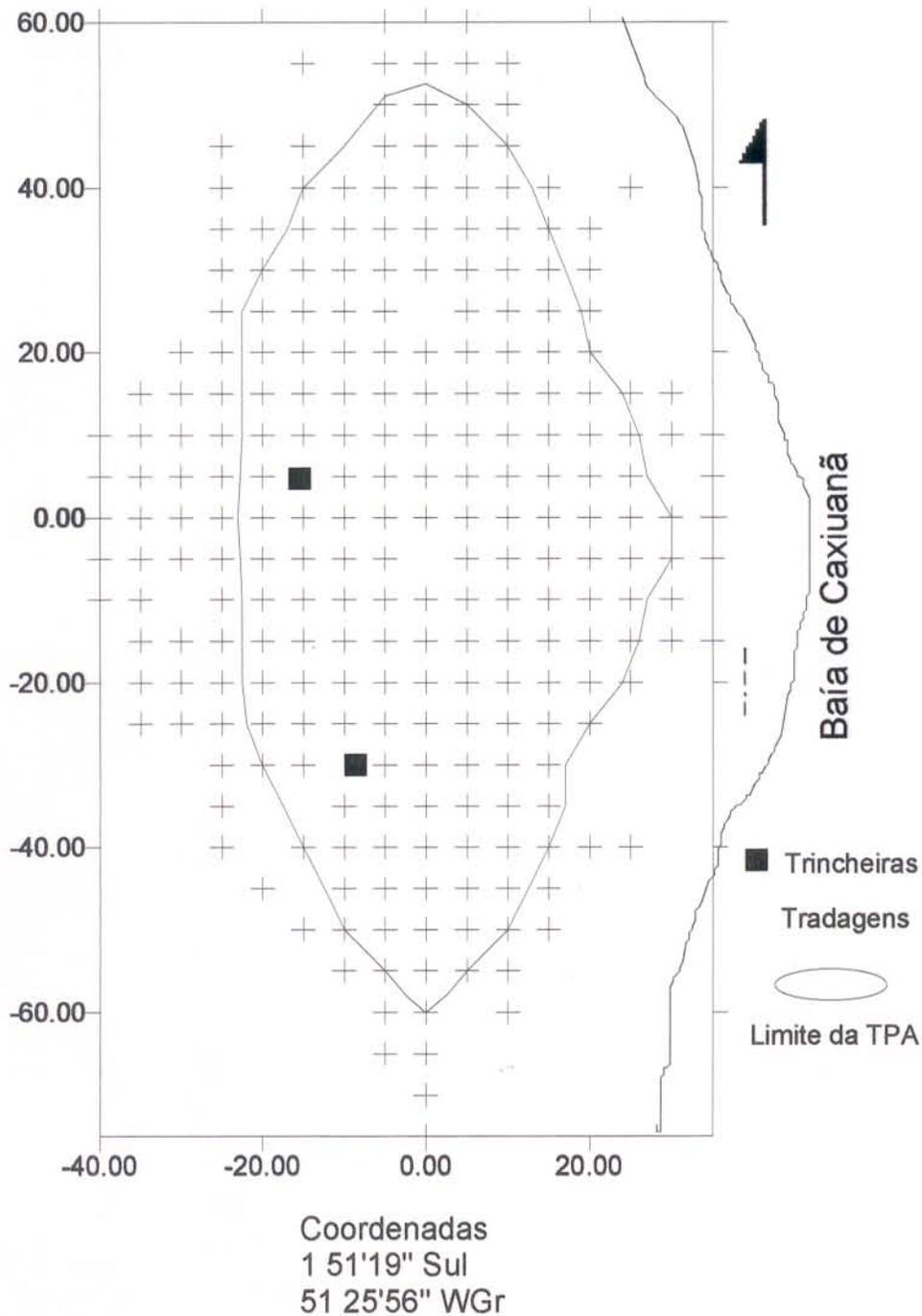
2 METODOLOGIA

2.1 AMOSTRAGEM DO SOLO

Para a realização desta pesquisa, primeiramente vários sítios arqueológicos foram visitados na região de Caxiuanã. Dentre eles, os sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre (denominações utilizadas localmente) foram selecionados pelo fato do solo ser típico de TPA e estarem melhor preservados. Esses sítios ocupam áreas mais elevadas na paisagem, a oeste da baía de Caxiuanã. Os sítios Manduquinha e Ponta Alegre estão localizados, respectivamente, nas coordenadas geográficas $1^{\circ}51'19''\text{S}$ e $51^{\circ}25'56''\text{WGr}$; $1^{\circ}49'45''\text{S}$ e $51^{\circ}24'39''\text{WGr}$.

Foram efetuadas trincheiras nas TPA e em suas respectivas áreas adjacentes. Para a descrição dos perfis e coleta das amostras foi utilizada a metodologia proposta por LEMOS & SANTOS (1984). Foram coletadas 40 amostras.

Para a escolha do sítio a ser amostrado detalhadamente, levou-se em conta a sua extensão, bem como a facilidade de deslocamento sobre sua superfície. O sítio Manduquinha foi escolhido por apresentar pequena extensão e cobertura vegetal facilmente transponível. Neste sítio foi efetuado o mapeamento da TPA através de 8 transversais radiais e um levantamento topográfico expedito em duas transversais leste-oeste e uma norte-sul. A amostragem do solo constou de uma malha regular de 5 x 5 m, que se estendeu além da mancha de TPA. A coleta foi efetuada com trado manual, até o horizonte AB ou B, coletados separadamente. Foram coletadas 1433 amostras (Figura 9).



Obs. - Cada ponto apresenta em média 5 horizontes.
- Foram coletadas amostras de outros pontos alocados fora da área.

Figura 9 - Mapa de distribuição dos pontos de amostragem de solo na TPA e AD do sítio Manduquinha

2.2 AMOSTRAGEM DA CERÂMICA

A amostragem do material arqueológico foi realizada em uma das últimas etapas do trabalho de campo e teve por base o mapa de distribuição do fósforo no horizonte A₁. A escolha do fósforo se deveu à estreita ligação deste elemento com o material descartado pelas populações pretéritas. Assim, no sítio Manduquinha, a coleta do material arqueológico foi feita em 14 pontos distribuídos equidistantes ao limite da TPA, tomando-se o cuidado de abrangerem tanto as anomalias positivas como negativas de P₂O₅ (Figura 10). O horizonte A₁ foi o mais adequado para essa coleta, por apresentar ampla ocorrência areal e maior quantidade de material arqueológico. Nos pontos de amostragem foi efetuado um corte estratigráfico de 50x50 cm, coletando-se, separadamente, todo o material lítico e cerâmico de cada horizonte pedológico. Nos pontos 7 e 14 foram escolhidos fragmentos de cerâmica para datação (Figura 10). Esses pontos foram selecionados levando-se em consideração o estado de conservação do fragmento, o antiplástico apresentado, bem como a distribuição na área.

2.3 ANÁLISE GEOQUÍMICA

2.3.1 De solos

As amostras de solo coletadas foram secas ao ar e quarteadas, tomando-se uma alíquota de cerca de 50g para a pulverização (< 200 mesh). Nos solos provenientes das trincheiras foi tomado cerca de 1/4 da amostra de cada horizonte, efetuado o peneiramento em peneira de 2 mm, objetivando a análise física e química para fins de classificação dos solos. Os procedimentos analíticos estão especificadas na Tabela 1.

A partir dos resultados analíticos foram obtidas a soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca de cátions (T) e a saturação de bases (V):

- Valor S

$$S = K + Na + Ca + Mg, \text{ expresso em mE/100g}$$

- Valor T, expresso em mE/100g

$$T = S + Al+H$$

- Valor V

$$V (\%) = (S/T) \times 100$$

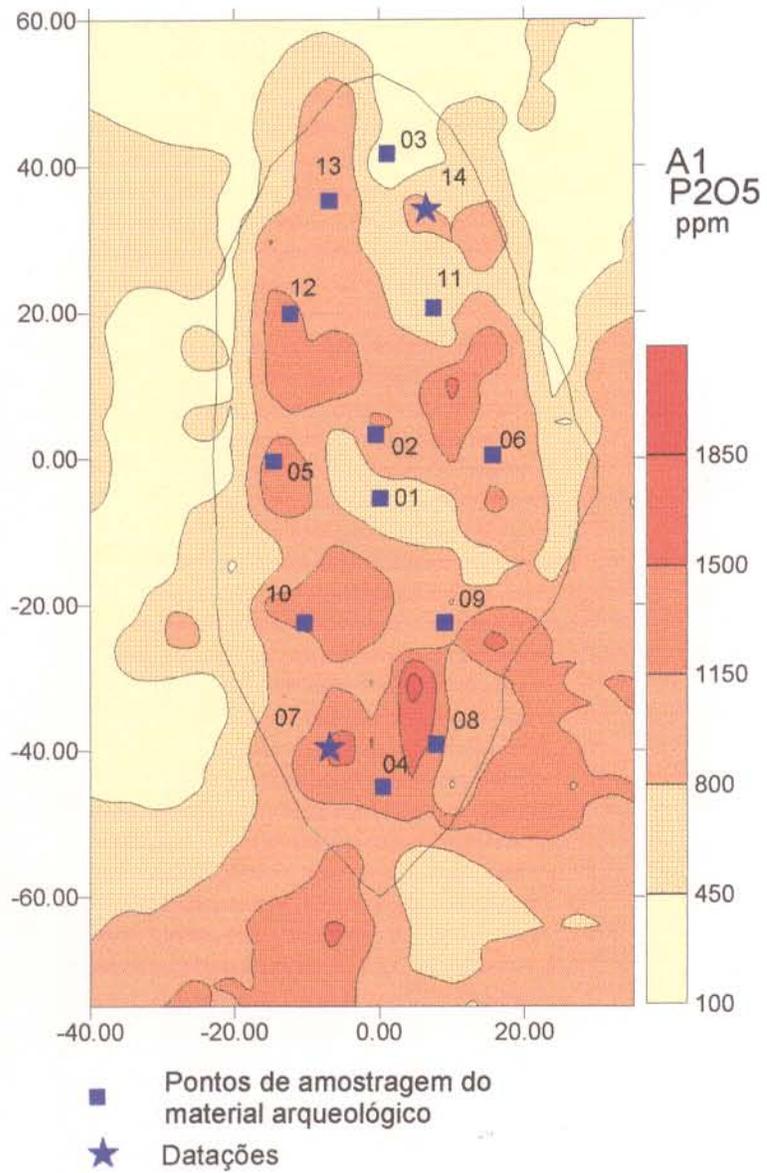


Figura 10 - Mapa de distribuição dos pontos de amostragem do material arqueológico

2.3.2 De cerâmica arqueológica

Os fragmentos de cerâmica foram lavados, numerados e devidamente etiquetados. Posteriormente, observados em lupa binocular para a determinação do antiplástico. A classificação quanto a decoração, oxidação e a reconstituição das formas dos vasilhames foram efetuadas segundo a metodologia proposta por MEGGERS & EVANS (1970). A terminologia utilizada foi a de CHMYZ (1966).

Após a classificação arqueológica alguns fragmentos cerâmicos foram selecionados com base no antiplástico, pulverizados e analisados química e mineralogicamente, seguindo-se o mesmo processo utilizado para os solos. Essas análises foram efetuadas pelo Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq, Sérgio Roberto Costa Coelho como parte de seu trabalho de pesquisa, sob a orientação do Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa.

No laboratório Beta Analytic INC, Miami-USA, foram feitas análises de C^{14} para se determinar a idade do material arqueológico. O material orgânico datado foi o antiplástico que é adicionado à argila para a confecção da cerâmica, no caso carvão e cariapé. Como a quantidade de amostra era menor que 0,3g, foi necessário utilizar a técnica Espectrometria de Aceleração de Massas (AMS), onerando consideravelmente os custos das análises. Desse modo, só foi possível a análise de duas amostras de fragmentos de cerâmica nos horizontes A_1 e A_2 dos respectivos pontos 14 e 7 do sítio Manduquinha.

2.4 ANÁLISE MINERALÓGICA

A análise mineralógica foi realizada no Centro de Geociências da UFPA, por difração de raios X, com difratômetro Philips, modelo PW 1050 e sistema de controle PW 3710. As condições do aparelho para a análise foram: 2 (, 2 cm/min e 4×10 cm/seg., 45kV, 40 mA e intervalo de 4 a 60° .

Os minerais foram quantificados com base nas análises químicas, utilizando-se cálculos estequiométricos.

Tabela 1 - Descrição das metodologias aplicadas nas análises químicas

Quantidade	Elemento (s)	Método analítico	Equipamento	Laboratório
1322	P ₂ O ₅	Abertura total em HF+HClO ₄	colorimetria	CG-UFPa
253	P trocável	Mehlich - Tedesco (1985)	colorimetria	“
1322	CaO, MgO, Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O e K ₂ O	Abertura total em HF+HClO ₄	EAA	“
253	Zn, Mn e Fe “trocáveis”	Acetato de NH ₄ + ácido oxálico (0,3 m e pH3,0)	EAA	“
40	Ca, Mg e K “trocáveis”	Acetato de NH ₄ , 1N a pH 7,0	EAA	UFV
40	Al	KCl	titrimetria	“
40	H+Al	Acetato de Ca 1N a pH 7,0	titrimetria	“
40	pH	Em água (2:1)	potenciômetro	“
28	SiO ₂ e perda ao fogo -PF	fluente anidro de Al ₂ B ₄ O ₇	gravimetria	CG-UFPa
28	P ₂ O ₅ , Fe ₂ O ₃ e TiO ₂	fluente anidro de Al ₂ B ₄ O ₇	EAA	“
28	Al ₂ O ₃		colorimetria	“
62	C orgânico	Walkley-Black, modificado	titrimetria	“
190	As e Se	Geração de hidretos	EAA	GEOLAB
190	Hg	Geração de vapor	EAA	“
190	Cd, Co, Cu, Mn, Pb e Zn	Abertura total em HF+HClO ₄	EAA	“
190	Cr, B, V e Sc	Espectrografia ótica de emissão		“
190	U	Fluorimetria		“
190	F	Eletrodo de íon específico		“
190	Cl, Ba, Zr, Ga, Y, Nb e Sr	Fluorescência de raios-X		“

CG - UFPa - Centro de Geociências da UFPa

UFV - Universidade Federal de Viçosa

GEOLAB - GEOSOL - Geologia e Sondagem Ltda.

2.5 ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

As análises por microscopia eletrônica de varredura, em amostras de solo e de cerâmica, foram efetuadas no Laboratório de Caracterização Tecnológica da Escola Politécnica-USP, empregando-se um microscópio STEREOSCAN 440 da Leica - Cambridge, com detector de Ge que permite análises a partir do elemento B ($Z=5$). Para a metalização inicial utilizou-se o carbono na cerâmica e o cobre no solo. Nas amostras de cerâmica foram, também, verificadas as possíveis concentrações de P, Ca, Al, Zn e Mn, através do "dot mapping" (mapeamento de pontos). Esse recurso, ao invés de análises pontuais, faz imagens coloridas da distribuição dos elementos desejados, que são geradas pelo EDS.

2.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Devido a grande quantidade de dados, todo o tratamento estatístico foi efetuado em microcomputador IBM-PC.

O SISTEMA GEOQUANT (Versão 3.1), desenvolvido pela USGS a partir do STATPAC e adaptado pela CPRM, foi utilizado para o cálculo de agrupamento. Trata-se de uma análise estatística multivariada que utiliza a similaridade entre indivíduos para classificá-los hierarquicamente em grupos mais ou menos homogêneos, considerando-se todas as variáveis de cada indivíduo. As medidas do grau de similaridade utilizadas foram o coeficiente de distância euclidiana e o coeficiente de correlação de Pearson, conhecidos, respectivamente, como modo "Q" e "R" de análises de agrupamento (SOBREIRO NETO & CAMPOS 1980). O modo "R", foi representado em duas dimensões pelo diagrama dendrítico, denominado de dendrograma (LANDIN 1976).

Para o cálculo estatístico básico (média, desvio padrão e valores mínimos e máximos), criação de banco de dados e mapas de isovalor, foram utilizados outros programas estatísticos. Para análise de matriz de correlação foi utilizado o programa DIAG, de autoria do professor ThomasScheller (CG-UFPa).

3 GEOLOGIA E PEDOLOGIA DA REGIÃO

Geologicamente a região de Caxiuanã apresenta sedimentos correlacionados à Formação Alter do Chão, que foram posteriormente lateritizados. Na sede do IBAMA, o perfil geológico, de aproximadamente 5 m de espessura aparente, está representado na base por um horizonte caulínico parcialmente mosqueado, recoberto discordantemente por Latossolo Amarelo, que pode ser alóctone (Figura 11). Em outro perfil, próximo ao sítio arqueológico Ponta Alegre, é possível verificar também o horizonte argiloso mosqueado, caulínico na base, parcialmente modificado na parte mediana por concentrações de óxidos de ferro descrevendo uma zona horizontal de 20 a 30 cm de espessura, gradando para o Latossolo Amarelo no topo (Figura 12). Ocorrem ainda arenitos ferruginizados ao nível do espelho d'água da baía de Caxiuanã, correspondentes à parte basal do perfil de alteração. Próximo ao sítio arqueológico Ponta Alegre, blocos deste arenito apresentam caneluras típicas do uso pelo homem pré-histórico como abrasador³ (Figura 13). Rochas tipo caulim, equivalentes aos depósitos de caulim dos rios Capim e Ipixuna, afloram às proximidades da Estação Ferreira Penna. Sedimentos recentes são encontrados principalmente nas margens dos pequenos igarapés e como anéis de praia nas margens da baía.

A superfície do terreno é constituída, predominante, por Latossolo Amarelo, ocorrendo Planossolo e Glei Pouco Húmico nas porções mais baixas (Figura 14). Segundo QUEIROZ et al. (1992), as terras firmes, área fora do alcance das enchentes, estão representadas por Latossolo Amarelo Distrófico, textura média a argilosa, enquanto que os terrenos inundáveis apresentam a associação de solos hidromórficos como os Glei Pouco Húmico e Aluvial.

A drenagem principal da região é composta pelo rio Anapu e pela baía de Caxiuanã. Essa baía é um grande lago de terra firme, formado em decorrência das últimas transgressões marinhas, a partir da transformação do rio Anapu (IBGE, 1991). Na classificação das águas fluviais da Amazônia feita por SIOLI (1984), a baía de Caxiuanã corresponde aos rios de águas pretas. Segundo MORÁN (1989), os rios de águas pretas são conhecidos como rios da fome, por causa da escassez de alimentos (caça, coleta e pesca) em sua bacia. Apesar disso, ocorrem de inúmeros sítios arqueológicos nesta região.

³Abrasador - desgaste deixado na rocha em decorrência de sua utilização para polir ou afiar artefatos de pedra

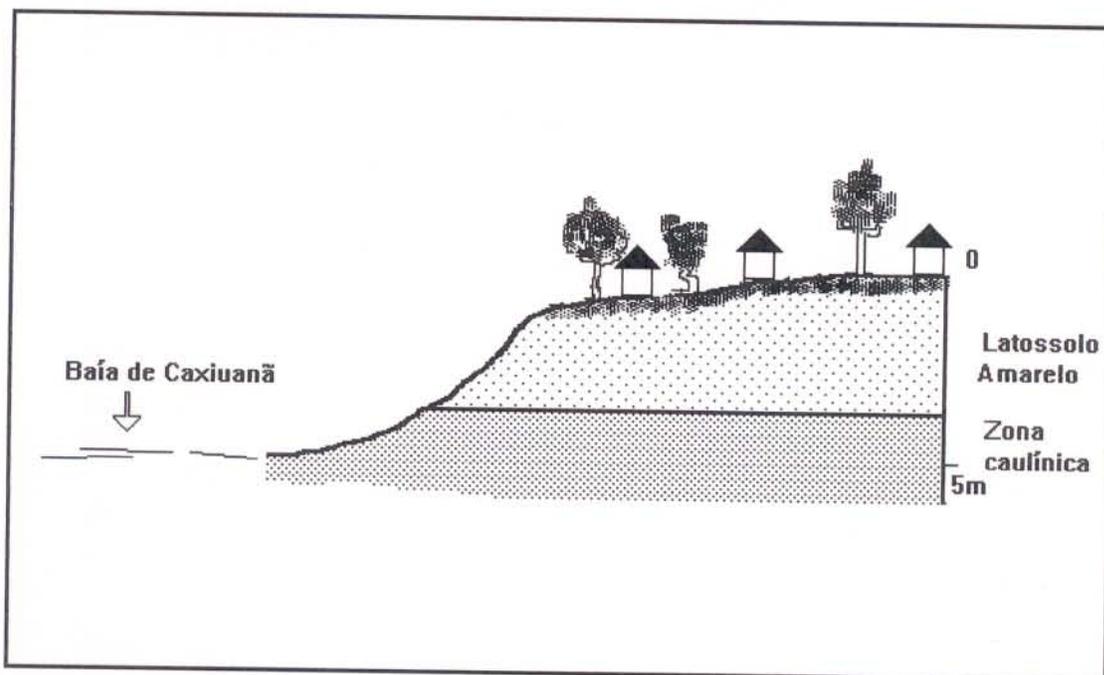


Figura 11 - Perfil geológico na sede do IBAMA em Caxiuana.

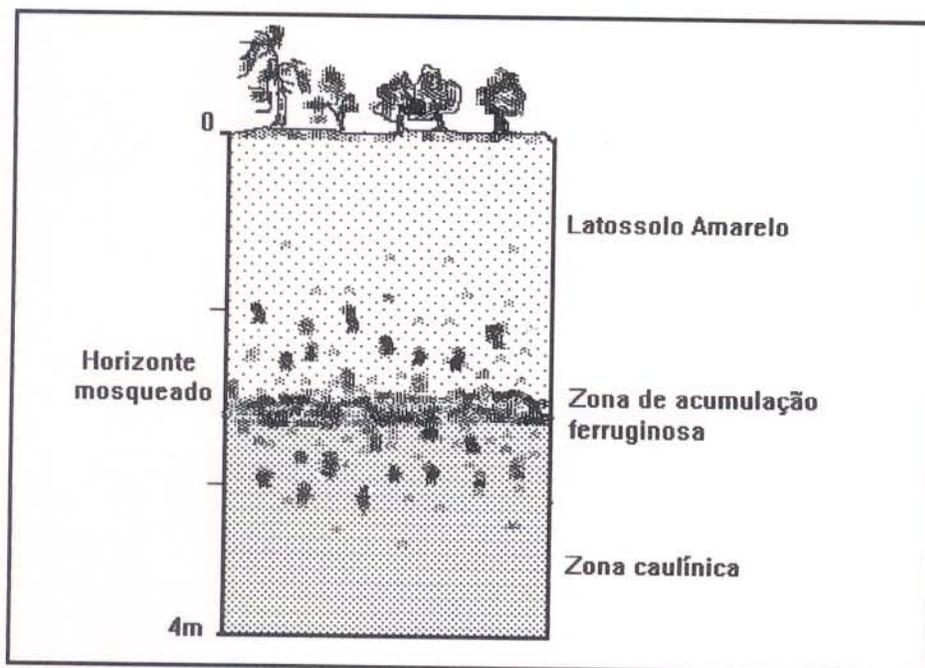


Figura 12 - Perfil geológico próximo ao sítio Ponta Alegre



Foto: Marcondes Lima da Costa

Figura 13 - Abrasador em arenito ferruginoso

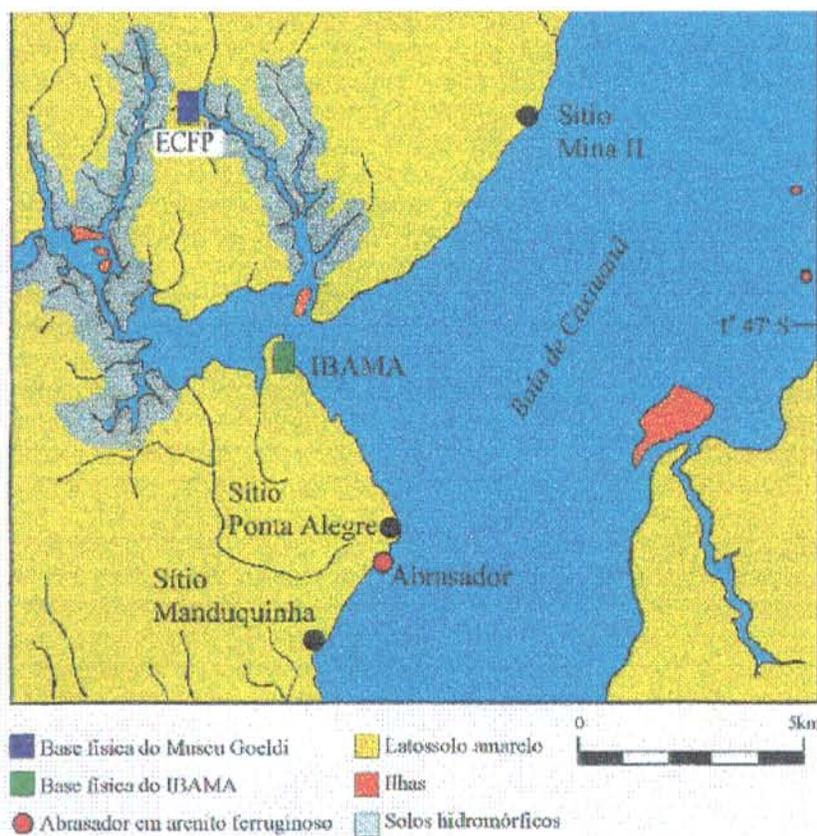


Figura 14 - Mapa de localização de latossolos, solos hidromórficos e abrasador na área de abrangência dos sítios arqueológicos.

Os sítios arqueológicos estudados encontram-se em superfícies mais elevadas na paisagem, nas margens da baía. O sítio Manduquinha ocupa uma área aproximada de 0,5 ha. A leste apresenta cerca de 6 m de desnível até a paleopraia da baía de Caxiuanã (Figuras 15 e 16). A maior parte do sítio, ao norte (TPA-N), encontra-se em local bem drenado, enquanto que a sul (TPA-S), localizada em cota inferior, fica ao nível do lençol freático durante o período chuvoso (Figura 17). Por essa razão, a textura apresenta-se mais arenosa e com maior porcentagem de silte. A estrutura também variou, sendo forte na TPA-N e variando de moderada a forte na TPA-S. Tais fatores, associados à consistência do solo, permitiram o mapeamento desses, em campo (Figura 18). O Latossolo Amarelo TPA-N apresenta normalmente uma sequência de horizontes A₁, A₂, AB, BA, e B, podendo em alguns locais ocorrer o horizonte Ap. A TPA-S não apresenta horizonte Ap e o A₂ tem ocorrência esporádica. O Latossolo Amarelo da área adjacente (AD) apresenta a seguinte sequência de horizontes: Ap, A₁, AB, BA, e B.

A espessura média dos horizontes praticamente não varia dentro e fora do sítio. Os horizontes A₁ e A₂ possuem 11 cm na TPA e 12 cm nas AD. O horizonte AB apresenta em média 14 cm e o BA 16 cm para ambas as áreas. Os locais com maior espessura destes horizontes, encontram-se em geral na porção noroeste e sudoeste da área, limite da TPA com AD (Figura 19). Apenas o horizonte A₁ apresenta locais mais espessos na porção sul da TPA.

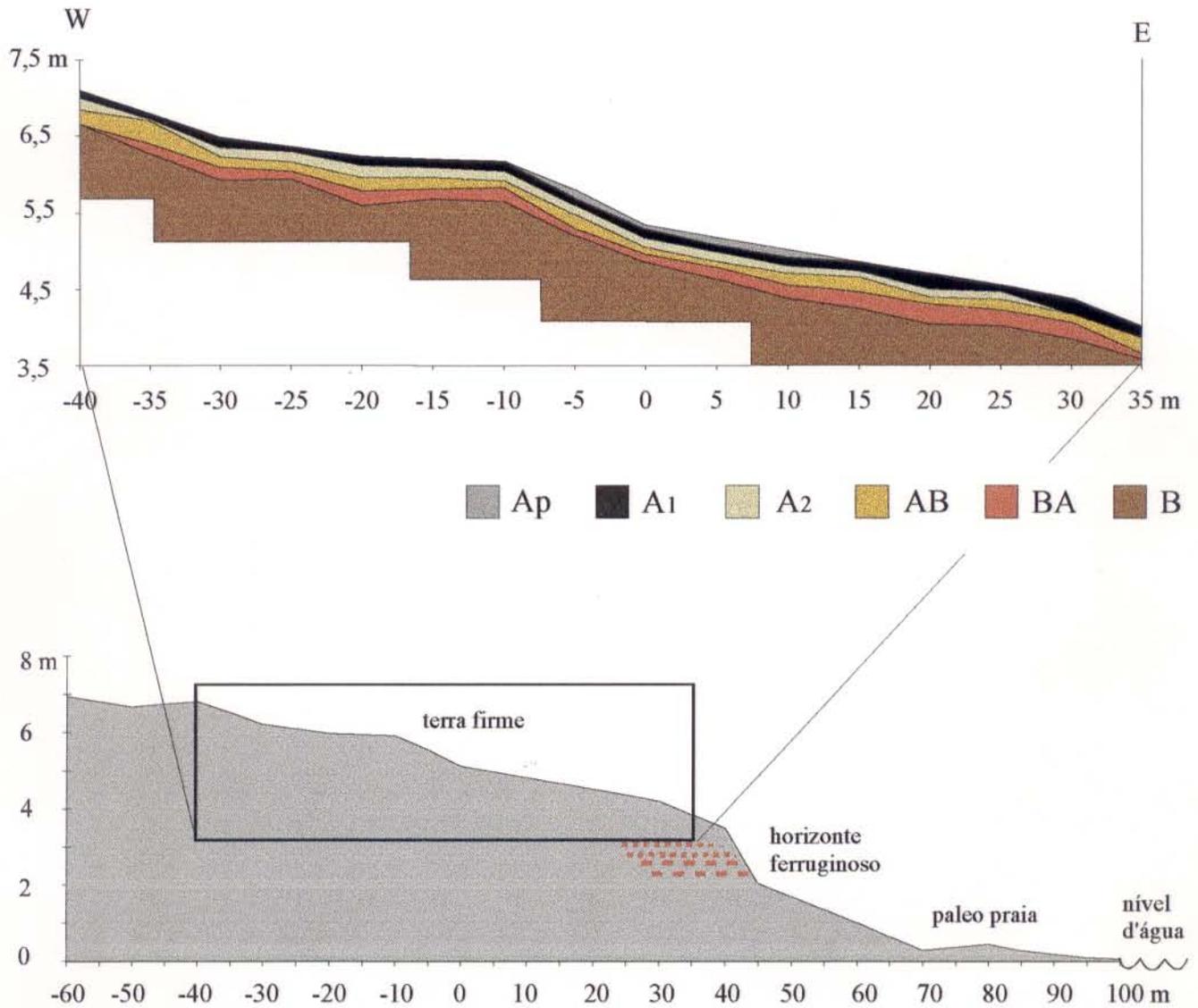


Figura 15 - Superfície do terreno na transversal 100 WE do sítio Manduquinha.

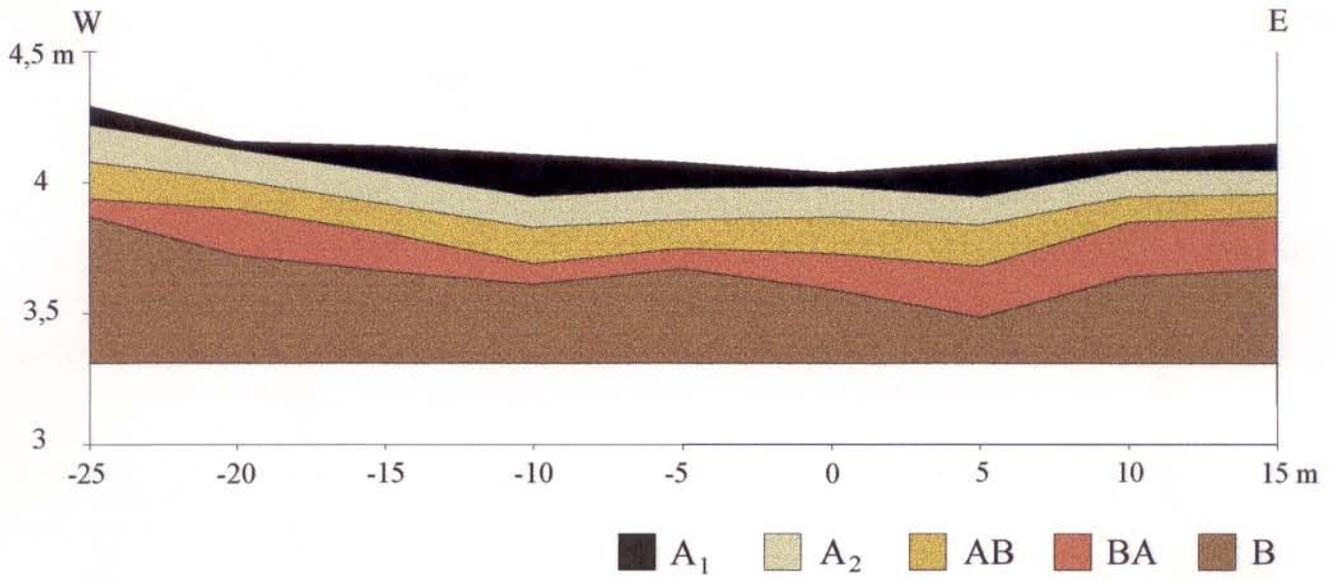


Figura 16 - Superfície do terreno na transversal 93 WE do sítio Manduquinha.

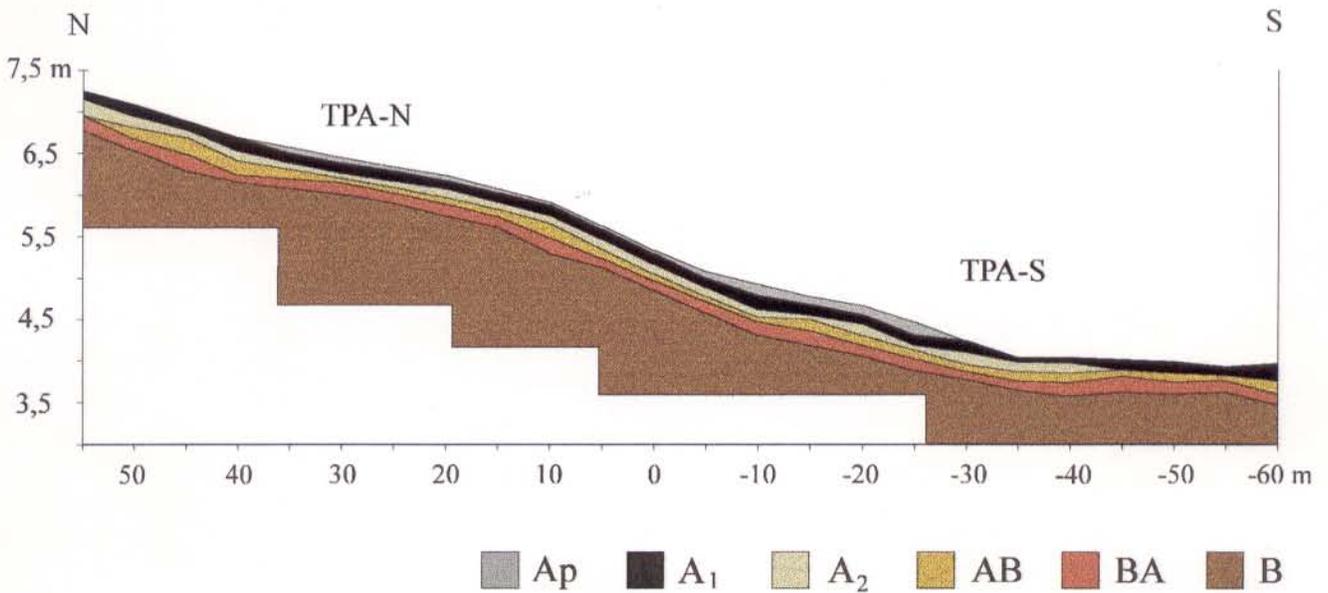


Figura 17 - Superfície do terreno na linha 0 NS do sítio Manduquinha mostrando desnível do terreno.

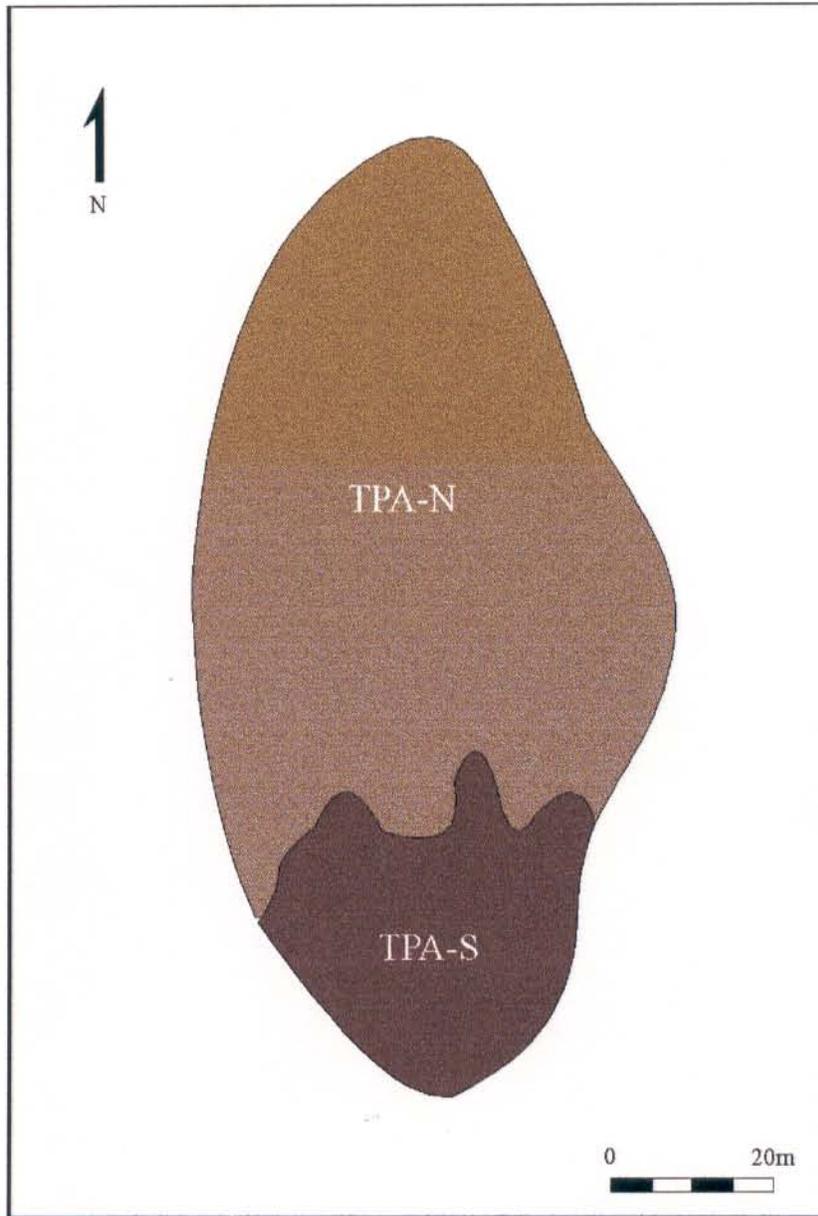


Figura 18 - Distribuição da TPA-N e TPA-S no sítio Manduquinha.

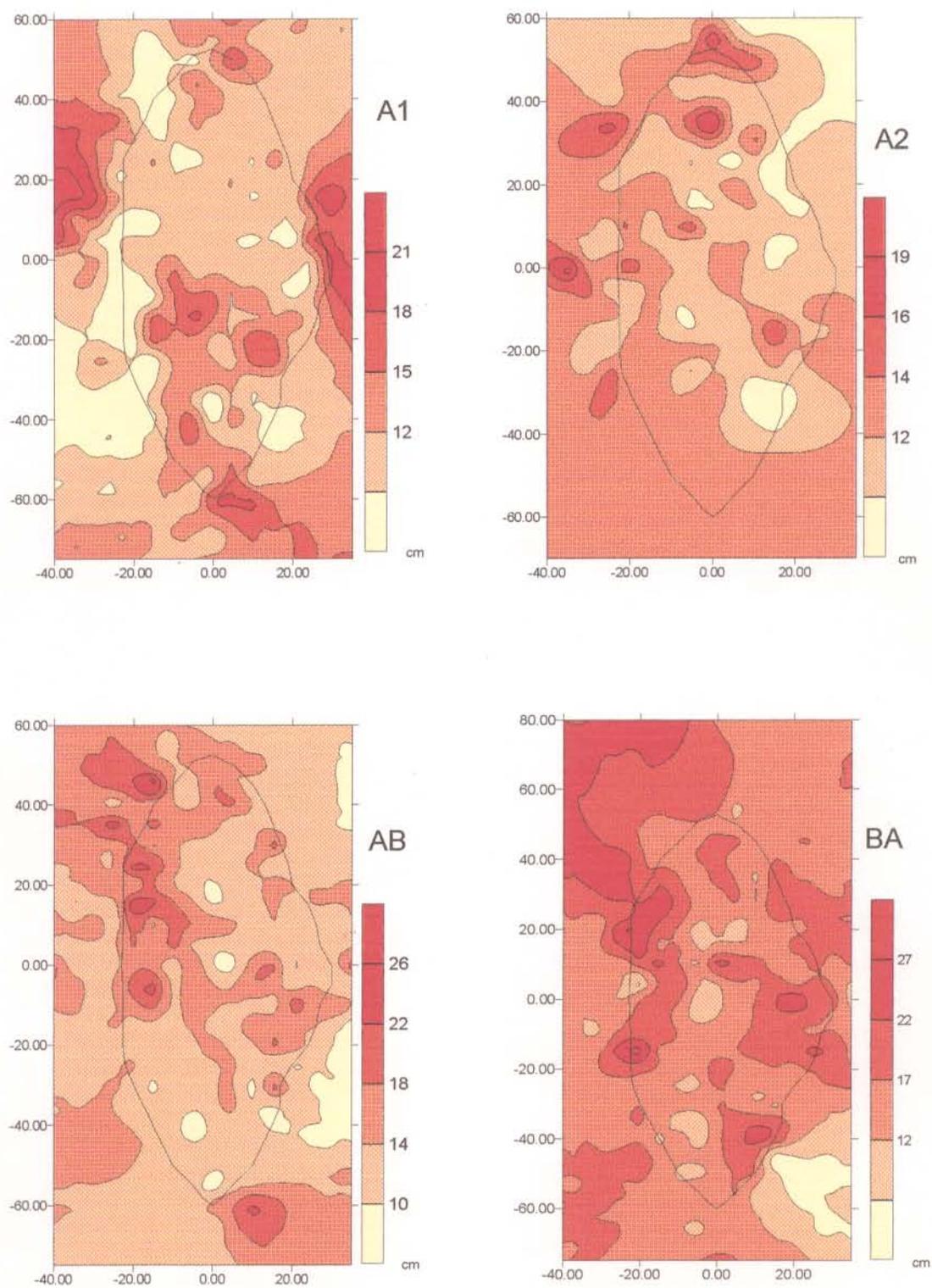


Figura 19 - Mapa de isópacas dos horizontes A₁, A₂, AB e BA do sítio Manduquinha

4 PERFIS DE SOLO

4.1 ASPECTOS MORFOLÓGICOS

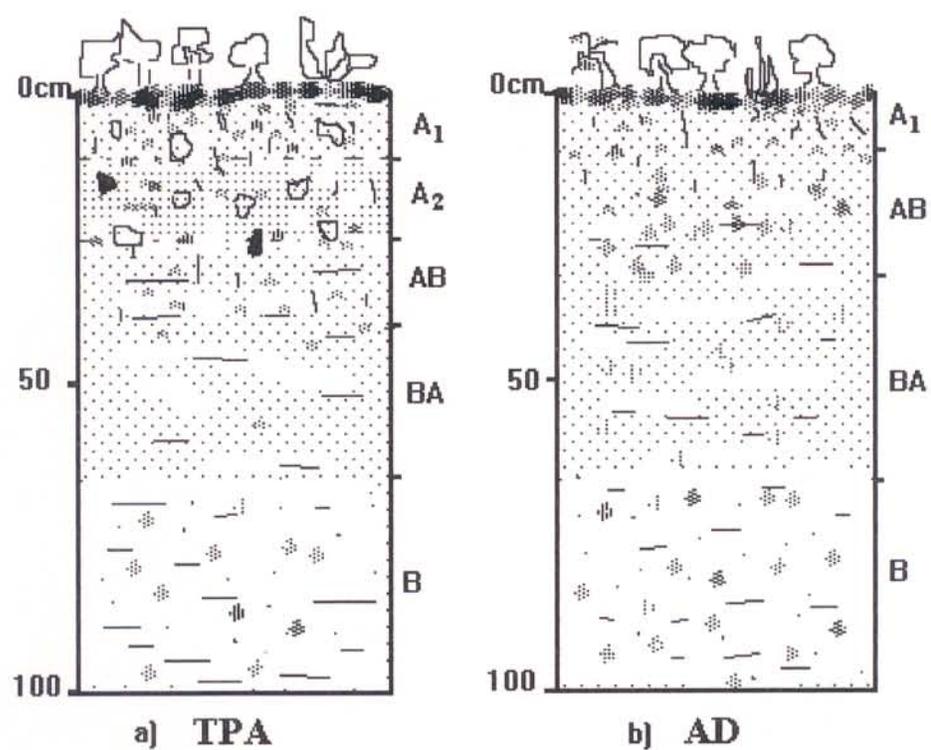
Nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre, os horizontes de solo nos perfis das TPA, apresentam características morfológicas bem distintas dos perfis de solos das respectivas áreas adjacentes, principalmente nos horizontes superficiais.

Os horizontes A das TPA, que correspondem à camada de ocupação humana variam de 23 a 31 cm. A coloração do solo quando úmido é preta (7,5YR 2/0). Em comparação com as áreas adjacentes as TPA apresentam textura mais arenosa e são solos melhor estruturados, com estrutura forte que se desfaz em blocos subangulares e grumos. Os horizontes A das TPA apresentam ainda alta densidade de fragmentos de cerâmica que diminuem com a profundidade. Nas áreas adjacentes os horizontes A variam de 11 a 31 cm, a coloração do solo é bruno muito escuro (10YR 2/2) e a estrutura é normalmente fraca (Figura 20 e ANEXOS A a G).

A espessura dos horizontes de transição AB e BA nas TPA varia de 22 a 42 cm. Apresentam, também, cores mais escuras que as AD, variando de preto (10YR 2/1) a bruno muito escuro (10YR 2/2), para o solo úmido. Possuem textura mais arenosa e apresentam-se melhores estruturados que as AD. Os horizontes de transição das AD são mais espessos que as TPA, variando de 39 a 61 cm, a coloração varia de cinzento muito escuro (10YR 2/1) a bruno amarelado escuro (10YR 4/4) e a estrutura é fraca (Figura 20 e ANEXOS A a G).

Os horizontes B nos perfis de solos das TPA e AD em geral não apresentam grandes variações nas características morfológicas. Possuem normalmente coloração bruno forte (7,5YR 4/6), a textura nestes horizontes é muito argilosa e a estrutura tem aspecto maciço (Figura 20 e ANEXOS A a G).

Os perfis de solo das TPA e suas áreas adjacentes possuem horizonte diagnóstico superficial A antrópico e moderado, respectivamente e o subsuperficial corresponde ao B latossólico. Nas TPA do sítio Manduquinha o horizonte subsuperficial apresenta concentração de base menor que 50%, enquanto que no superficial é maior que 50%, conferindo-lhes caráter epieutrófico (EMBRAPA, 1988). As TPA do sítio Mina II e Ponta Alegre são eutróficos. As AD, apresentam caráter distrófico, saturação de bases menor que 50%. Desse modo, na Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 1988) os perfis das TPA e AD foram classificados como Latossolo Amarelo Eutrófico/Epieutrófico e Distrófico, respectivamente.



□ - ■ - Fragmentos de material lítico e cerâmico

Figura 20 - Perfis dos solos com TPA e da área adjacente ao sítio Manduquinha

4.2 ASPECTOS FÍSICOS

4.2.1 Análise granulométrica

De acordo com a classificação granulométrica da terra fina seca ao ar utilizada pela EMBRAPA (1988), mostram que os perfis de solo das TPA nos sítios arqueológicos Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre são mais arenosos que os das respectivas AD. Em todos os perfis há predomínio de areia grossa sobre a areia fina.

No sítio Manduquinha a TPA-N e TPA-S apresentam textura média nos horizontes A e variando de argilosa a muito argilosa nos demais (ANEXOS A e B). Nas AD, os horizontes Ap e A₁ apresenta textura argilosa (> 50%), enquanto que nos demais horizontes a textura muito argilosa, variando de 69 a 78% (ANEXO C).

A TPA do sítio Mina II apresenta textura média em todo o perfil com percentagem de argila aumentando de A₁ (7%) para B (21%) (ANEXO D). O perfil das AD, excetuando o horizonte B₁, apresenta textura média em todos os horizontes com conteúdo de argila variando entre 17 e 22%. Neste perfil o conteúdo de silte é bastante elevado, estando a textura praticamente no limite entre média e siltosa (ANEXO E).

A TPA e AD do sítio Ponta Alegre apresentam textura média do horizonte A₁ até o AB, com conteúdo de argila variando, respectivamente, de 21 a 27% e 24 a 32%. Nos demais horizontes variam de argilosa a muito argilosa (ANEXOS F e G).

4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Em uma comparação entre os perfis de solos nas TPA dos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre com os das suas respectivas áreas adjacentes, verifica-se que, em geral, as primeiras apresentam teores de C, Ca, Mg, K, P, H+Al, soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca de cátions (T), saturação de bases (V), bem como o pH significativamente superiores e menor teor de Al (Tabelas 3 e 4 e ANEXOS A a G). Esse mesmo comportamento nos teores dos elementos foi verificado em sítios arqueológicos e adjacências localizados na região de Cachoeira-Porteira, Oriximiná-Pa (KERN, 1988).

Tabela 2 - Comparação da amplitude de variação das análises químicas em função dos horizontes Ap, A₁, A₂, AB, BA, e B nos perfis de solos das TPA e das áreas adjacentes ao sítio Manduquinha

	Sítio Manduquinha		
	TPA-N	TPA-S	AD
Ca (mE/100 g)	9,3 - *	10,2 - 1,2	0,7 - 0,1
Mg (mE/100 g)	2,8 - 0,1	2,6 - 0,4	0,5 - *
K (mE/100 g)	0,6 - *	0,66 - *	0,26 - *
Al (mE/100 g)	1,8 - *	2,3 - *	2,1 - 1,2
H+Al (mE/100 g)	10,8 - 3,0	12,9 - 5,1	11,4 - 3,0
C (%)	4,09 - 0,36	4,04 - 0,33	3,01 - 0,50
P ppm	1001 - 350	1250 - 137	6,2 - 0,6
Valor S (mE/100 g)	13,0 - 0,1	13,5 - 1,6	1,5 - 0,1
Valor T (mE/100 g)	16,0 - 1,1	20,7 - 6,7	12,9 - 3,2
Valor V (%)	81 - 1	65 - 20	12 - 3
pH (H ₂ O)	5,8 - 4,6	5,2 - 4,8	4,4 - 4,1

Tabela 3 - Comparação da amplitude de variação das análises químicas em função dos horizontes Ap, A₁, A₂, AB, BA, e B nos perfis de solos das TPA e das áreas adjacentes aos sítios Mina II e Ponta Alegre

	Sítio Mina II		Sítio Ponta Alegre	
	TPA	AD	TPA	AD
Ca (mE/100 g)	14,5 - 7,0	7,1 - 1,6	15,6 - 3,3	10,2 - 0,9
Mg (mE/100 g)	1,4 - *	0,3 - *	2,6 - 0,5	1,7 - 0,1
K (mE/100 g)	0,24 - 0,03	0,46 - 0,01	0,55 - 0,03	0,46 - 0,01
Al (mE/100 g)	*	1,9 - 0,4	*	1,4 - *
H+Al (mE/100 g)	5,7 - 1,8	9,0 - 3,9	3,6 - 2,1	5,1 - 2,4
C (%)	2,94 - 0,23	2,92 - 0,73	2,97 - 0,23	2,17
P ppm	882 - 88	6,2 - 0,6	--	52 - 3
Valor S (mE/100 g)	15,1 - 7,0	7,3 - 1,6	18,8 - 3,8	12,4 - 1,0
Valor T (mE/100 g)	20,8 - 8,8	13,4 - 7,2	20,8 - 5,9	14,8 - 3,9
Valor V (%)	80 - 68	64 - 20	90 - 64	84 - 19
pH (H ₂ O)	6,4 - 5,0	5,5 - 4,7	6,3 - 5,3	6,0 - 5,0

* Amostras com teores inferior ao limite de detecção

-- Amostras não analisadas

4.3.1 Matéria orgânica

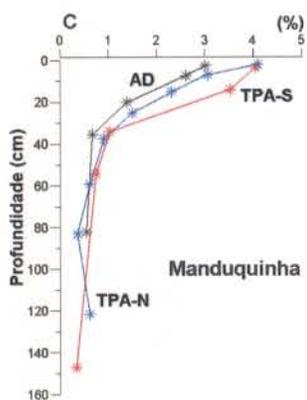
Os solos tropicais são pobres em matéria orgânica, devido principalmente às altas temperaturas, que favorecem sua decomposição; e aos baixos teores de nutrientes, que dificultam o crescimento de vegetais (SANCHES, 1976; FASSBENDER, 1986). Porém, SANCHES (1976), analisando vários solos tropicais concluiu que a diferença no conteúdo de matéria orgânica entre esses solos e os de clima temperado não é significativa, pois se a taxa de decomposição é elevada, a produção de matéria seca também é muito elevada. Segundo SILVA et al. (1970) os teores de carbono no horizonte A estão na ordem de 1,76 a 4,44%, enquanto que no B variam de 0,40 a 0,85%. RODRIGUES et al. (1974) encontraram teores mais elevados para carbono nos Latossolos Amarelos com textura muito argilosa, variando de 0,91 a 3,79%; nos solos de textura argilosa variam de 0,15 a 2,28%. FALESI et al. (1964) analisando Latossolo Amarelo com textura muito argilosa na região de Tomé-Açu, no Estado do Pará, encontraram teores de carbono variando de 0,42 a 1,08% no horizonte A e de 0,32 a 0,54% no B. Para VIEIRA (1975), os Latossolos Amarelos com textura média ocorrentes na localidade de Santa Luzia-Pa, apresentam teores de carbono variando de 0,71 a 0,95% no horizonte A e de 0,27 a 0,57% no B.

A porcentagem de matéria orgânica no solo é considerada alta quando for maior que 5,0%; média quando varia de 2,6 a 5,0%; e baixa quando for menor que 2,5% (BRASIL, 1973).

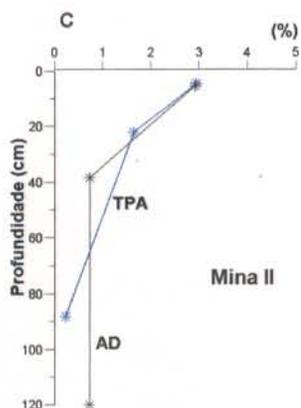
Na TPA-N o conteúdo de carbono é alto nos horizontes Ap (4,09%) e A₁ (3,06%); médio no A₂ (2,31%) e AB (1,50%); e baixo nos demais, variando de 0,36 a 0,91%. Na TPA-S, o conteúdo de matéria orgânica, quando comparado com a TPA-N, praticamente não muda, apresentando teores altos de carbono nos horizontes A₁ (4,04%) e A₂ (3,52%) e baixo nos demais, que variam de 0,33 a 1,02% (Figura 21 e ANEXOS A a C).

As TPA dos sítios Mina II e Ponta Alegre apresentam teor de carbono orgânico variando de médio (1,64 e 2,00%) a alto (2,94 e 2,7%) nos horizontes A e baixos nos demais, que alcançam o máximo de 1,35% (ANEXOS D e F).

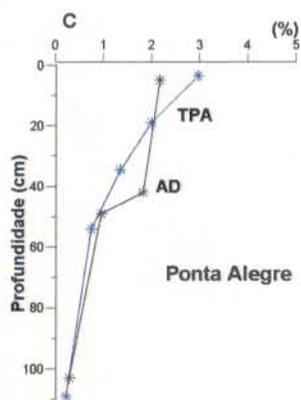
Nas áreas adjacentes aos sítios o teor de carbono diminui gradativamente com a profundidade, apresentando teor alto apenas nos horizontes Ap (3,01%) do sítio Manduquinha. Nos demais horizontes e perfis os teores de carbono são normalmente baixos (Figura 21 e ANEXOS E e G).



TPA-N		TPA-S		AD	
Hori- zonte	Profun- didade-cm	Hori- zonte	Profun- didade-cm	Hori- zonte	Profun- didade-cm
Ap	0 - 4	A ₁	0-5/8	Ap	0-4/5
A ₁	-10	A ₂	-19/23	A ₁	-9/11
A ₂	-17/23	AB	-38/48	AB	-26/33
AB	-30	BA	-65/66	BA	-60/72
BA	-45	B	-147+	B ₁	-98
B ₁	-73			B ₂	-158+
B ₂	-93				
B ₃	-150+				



TPA		AD	
Horizonte	Profundidade (cm)	Horizonte	Profundidade (cm)
A ₁	0-8/10	A ₁	0-11
A ₂	-18	A ₂	-31
A ₃	-25/26	AB	-46
AB	-39/46	BA	-70
BA	-53/66	B ₁	-90
B	-88+	B ₂	-150+



TPA		AD	
Horizonte	Profundidade (cm)	Horizonte	Profundidade (cm)
A ₁	0-5/7	A ₁	0-8/10
A ₂	-25/31	AB	-25/31
AB	-38	BA	-66/67
BA	-60/70	B	-140+
B	-147+		

Figura 21 - Distribuição do C orgânico em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

4.3.2 Cálcio, magnésio e potássio trocáveis

Para FASSBENDER (1986) os solos tropicais geralmente apresentam uma grande variação nos cátions trocáveis, encontrando-se para os solos da Amazônia uma média de 0,56 e 0,17 mE/100g, para o Ca e o Mg respectivamente. Segundo esse autor, em solos tropicais da Amazônia brasileira, Costa Rica, Havai e Honduras, o teor de K varia de 0,09 a 1,38 mE/100g.

O teor de Ca é considerado alto no solo quando for superior a 5,5 mE/100g, médio de 2,1 a 5,4 e baixo quando menor que 2 mE/100g (BRASIL, 1973). Nas TPA dos sítios arqueológicos da região de Caxiuana são encontrados teores altos, principalmente nos horizontes A, chegando a atingir 15,6 mE/100g no horizonte A₁ do sítio Ponta Alegre. Esses teores diminuem com a profundidade e nas áreas adjacentes apresentam valores que variam de médio a baixo (Figura 22 e ANEXO A a G).

Os teores de Mg trocável nas TPA dos sítios arqueológicos apresentam um comportamento no perfil muito semelhante aos do Ca. Os maiores teores, em torno de 2,5 mE/100g, ocorrem nos horizontes A, que diminuem significativamente com a profundidade, chegando a apresentar valores inferiores ao limite de detecção. Nas áreas adjacentes aos sítios arqueológicos estudados, o teor de Mg é significativamente inferior ao das TPA, apresentando valores menores que 0,5 mE/100g, com uma única exceção no horizonte A₁ do sítio Ponta Alegre, que chega a atingir 1,7 mE/100g (Figura 23 e ANEXOS A a G).

O teor de K é considerado alto no solo quando apresenta valores maiores que 0,2 mE/100g, médio para valores entre 0,1 e 0,2 e baixos quando o teor é menor que 0,1 mE/100g (BRASIL, 1973). Assim, as TPA dos sítios arqueológicos estudados apresentam teores altos nos horizontes A (chegando a atingir 0,66 mE/100g no horizonte A₁ na TPA-S do sítio Manduquinha), variando de médio a baixo nos demais. As áreas adjacentes aos três sítios apresentam teores altos de K apenas no horizonte superficial, com valor de 0,26 mE/100g no sítio Manduquinha e 0,46 mE/100g nos sítios Ponta Alegre e Mina II (Figura 24 e ANEXOS A a G).

4.3.3 Alumínio trocável e H+Al

O alumínio pode ser adsorvido nas superfícies de troca da matéria orgânica, por outro lado a matéria orgânica libera H⁺, que diminui o pH do solo e aumenta o teor de H+Al.

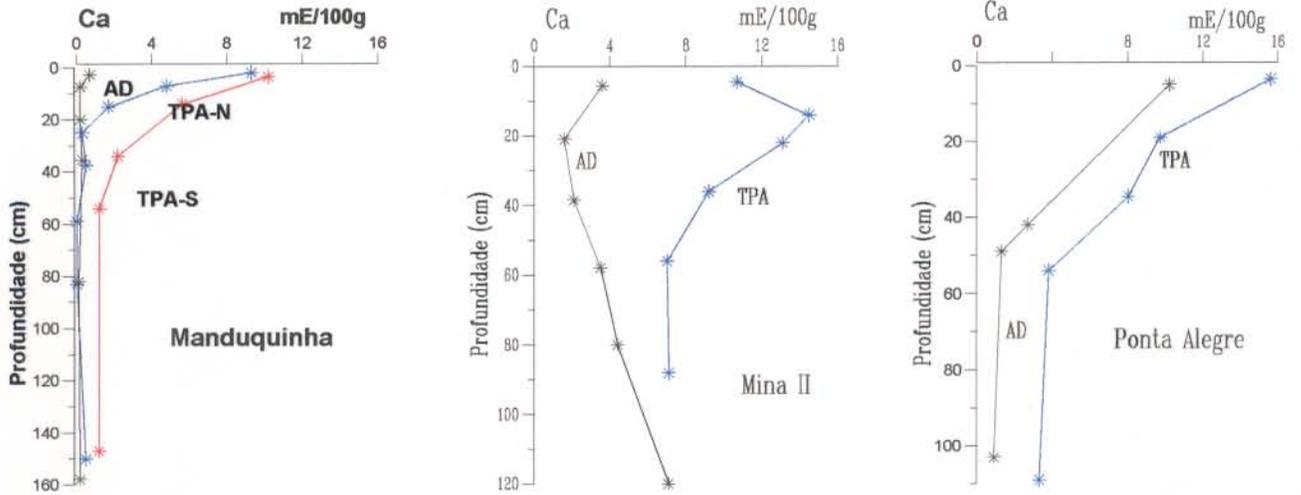


Figura 22 - Distribuição do Ca trocável em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

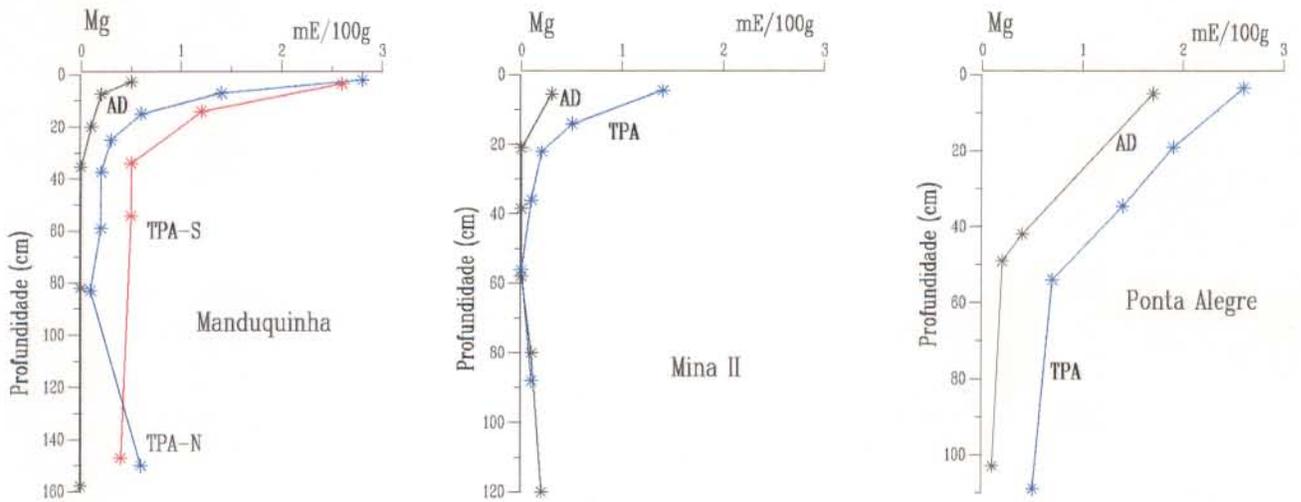


Figura 23 - Distribuição do Mg trocável em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

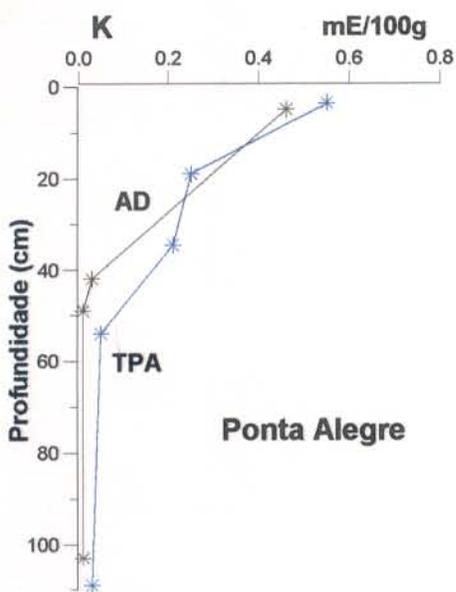
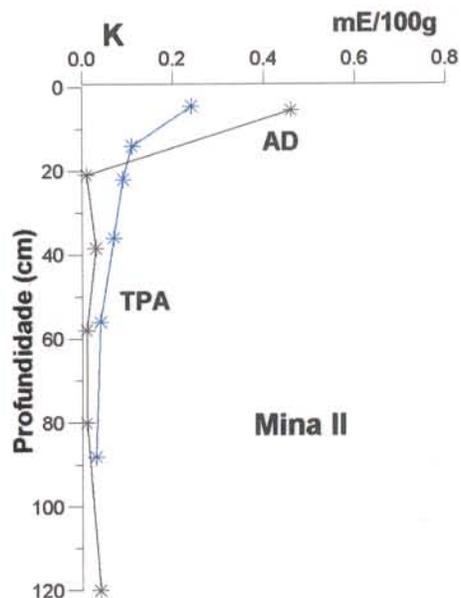
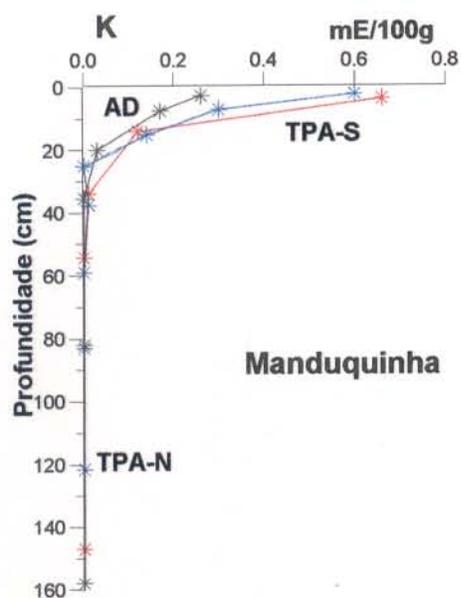


Figura 24 - Distribuição do K trocável em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

Nas TPA dos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre os teores de Al são significativamente inferiores aos perfis das AD, acontecendo o inverso com o comportamento do H+Al. Os teores médios do Al nos horizontes A da TPA-N e TPA-S são de 0,4 e 0,1 mE/100g, respectivamente e para os subjacentes, com valores significativamente superiores, são de 1,6 e 1,9 mE/100g. Na TPA do sítio Mina II e do Ponta Alegre, o Al apresenta teores abaixo do limite de detecção. Nas AD, os tores de Al diminuem para os horizontes B no sítio Manduquinha, apresentando um comportamento inverso no Mina II e no Ponta Alegre (Figura 25 e ANEXO A a G).

O H+Al apresenta teores significativamente mais elevados nos horizontes A dos perfis de solo da TPA, diminuindo tanto com a profundidade como para os solos das áreas adjacentes aos três sítios (Figura 26 e ANEXOS A a G).

4.3.4 Fósforo trocável

Na TPA-N e TPA-S do sítio Manduquinha os teores são significativamente elevados no horizonte A₁, com valores respectivos de 1175 e 1250 ppm. Nos horizontes subjacentes apresentam 354 e 152 ppm, respectivamente (Figura 27 e ANEXOS A a G). Nos horizontes A da TPA do sítio Mina II o teor de P trocável varia de 827 a 882 ppm, sendo significativamente mais elevado que nos horizontes subjacentes, que variam de 88 a 243 ppm. Nas áreas adjacentes a esses sítios, segundo a Tabela 5, os valores de P variam de baixos a muito baixos, normalmente menores que 6,0 ppm, com exceção dos horizonte Ap e A₁ que apresentam 6,2 ppm (Figura 27 e ANEXOS A a G).

Tabela 4 - Calibração do fósforo trocável em solos

	Textura média	Textura argilosa
Muito baixo	0.0 - 6.0	0.0 - 3.0 ppm
Baixo	6.1 - 12.0	3.1 - 6.0 ppm
Médio	12.1 - 18.0	6.1 - 9.0 ppm
Alto	>18	>9 ppm

(BRASIL 1973)

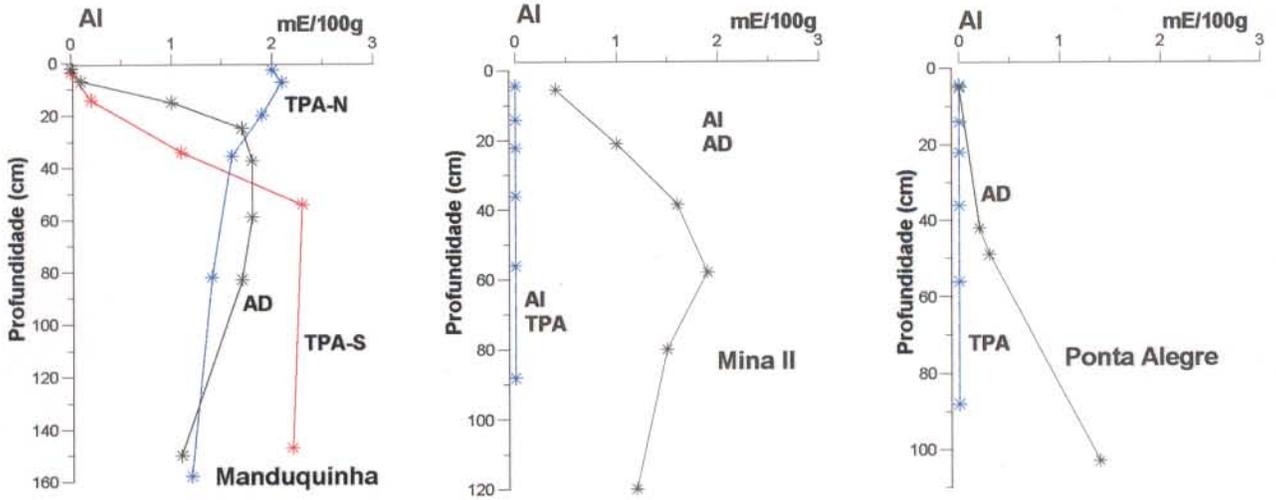


Figura 25 - Distribuição do Al em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

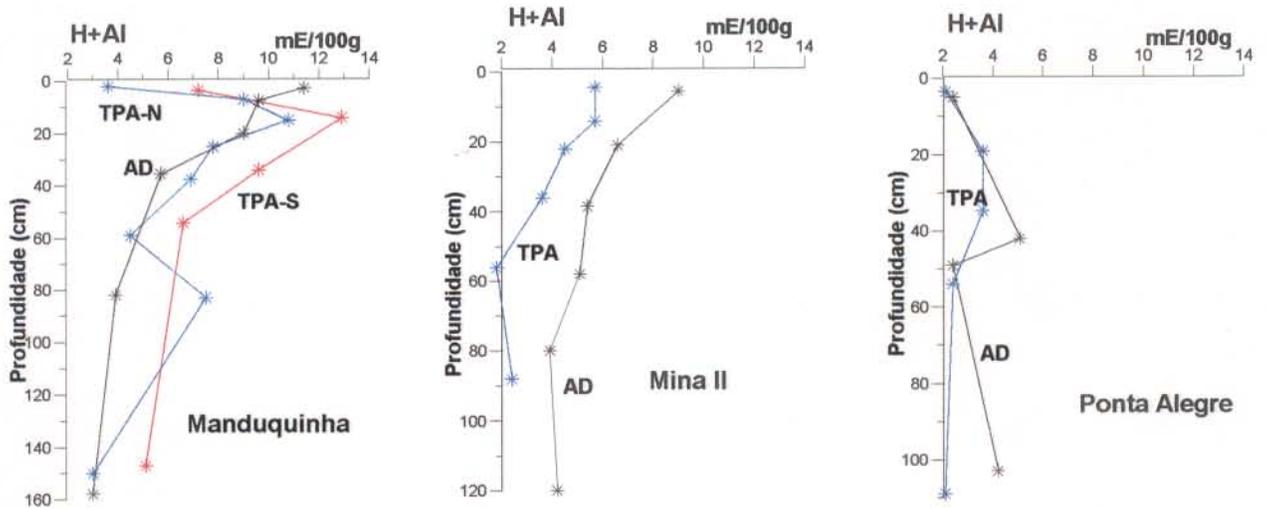


Figura 26 - Distribuição do H+Al em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

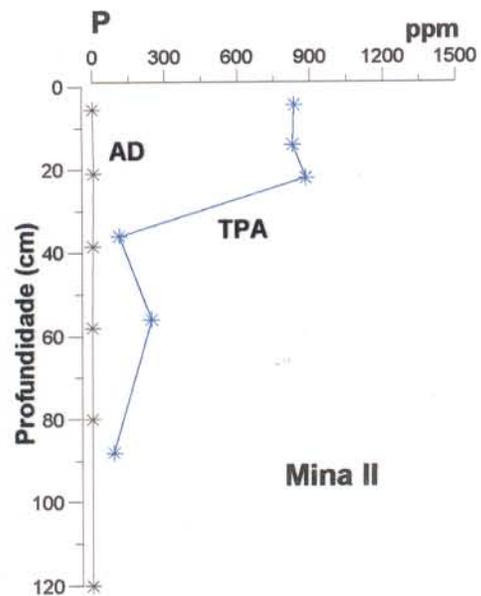
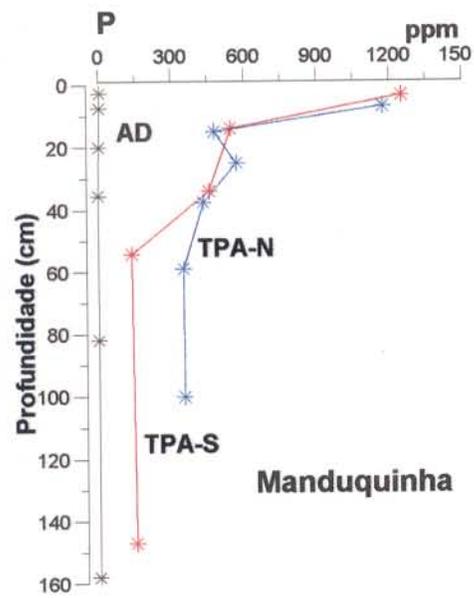


Figura 27 - Distribuição do P trocável em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II

4.3.5 Valores S, T e V

Os valores S (soma das bases trocáveis), T (capacidade de troca de cátions a pH 7) e V (saturação de bases) são calculados a partir dos cátions trocáveis (Ca, Mg, K e Na). Os Latossolos da Amazônia, por possuírem baixos teores desses elementos e teores variáveis de Al e H+Al, apresentam valores S, T e V normalmente baixos, conferindo-lhes caráter distrófico e álico sendo considerados pobres em nutrientes (SOMBROEK, 1966; SILVA et al. 1970 e VIEIRA 1975). As áreas adjacentes aos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre, não afetadas significativamente pela ocupação humana, confirmam a baixa fertilidade potencial desses solos, apresentando saturação de bases normalmente inferior a 50%. Nas TPA do sítio Manduquinha, apesar da capacidade de troca de cátions ser elevada, com exceção do horizonte superficial, os demais apresentam caráter distrófico isso graças aos elevados valores de H+Al, nestes solos. As TPA dos sítios Mina II e Ponta Alegre apresentam caráter eutrófico, por isso podem ser consideradas mais férteis que o sítio Manduquinha (Figuras 28, 29 e 30 e ANEXOS A a G).

4.3.6 pH

Na TPA-N do sítio Manduquinha, o pH varia de 4,6 a 5,8, diminuindo para o horizonte B. Na TPA-S, o pH varia de 4,8 a 5,2. Nas AD apresenta valores mais baixos, variando de 4,1 a 4,4. Nos sítios Mina II e Ponta Alegre, o pH, em geral, aumenta para os horizontes B, tanto na TPA como nas AD (Figura 31 e ANEXOS A a G). Normalmente os Latossolos da região amazônica são considerados ácidos com pH em torno de 3,2 até 5,4 (SILVA et al. 1970 e VIEIRA, 1975). Enquanto que nas TPA o pH é bem mais elevado, podendo ser encontrado valores superiores a 6,0 (FALESI, 1970; KERN, 1988; PABST, 1991).

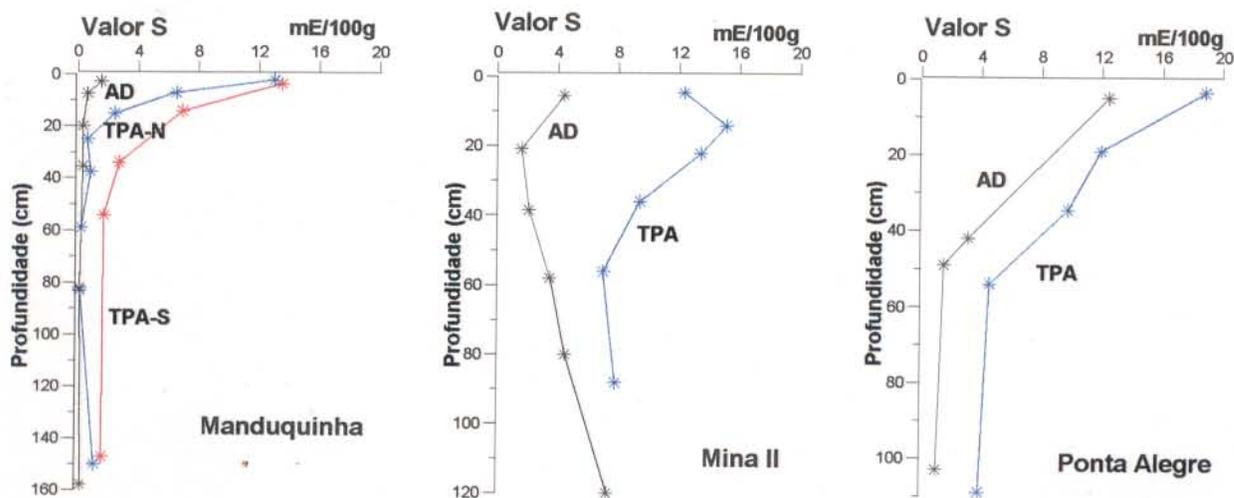


Figura 28 - Distribuição do valor S em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

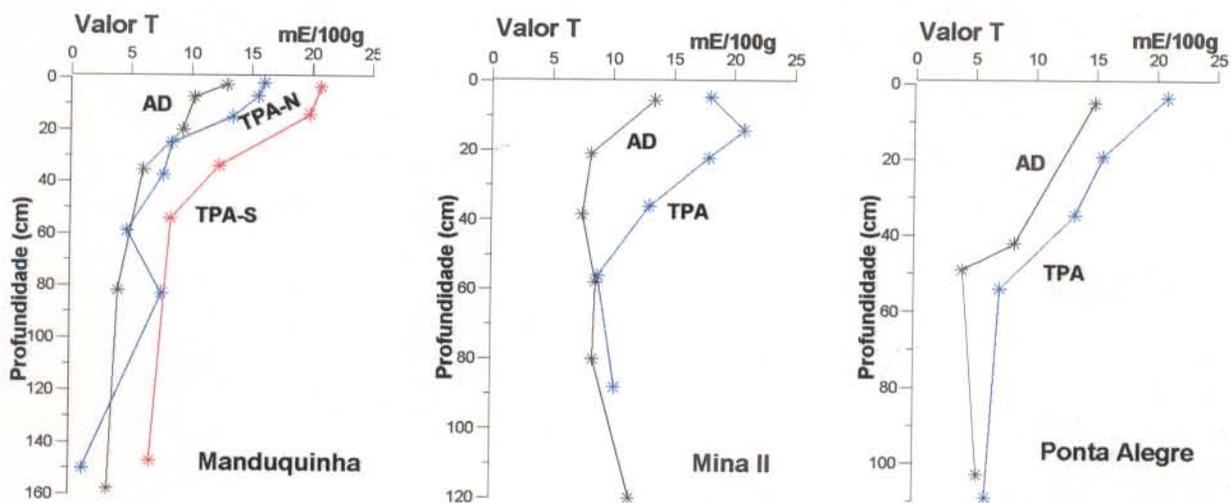


Figura 29 - Distribuição do valor T em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

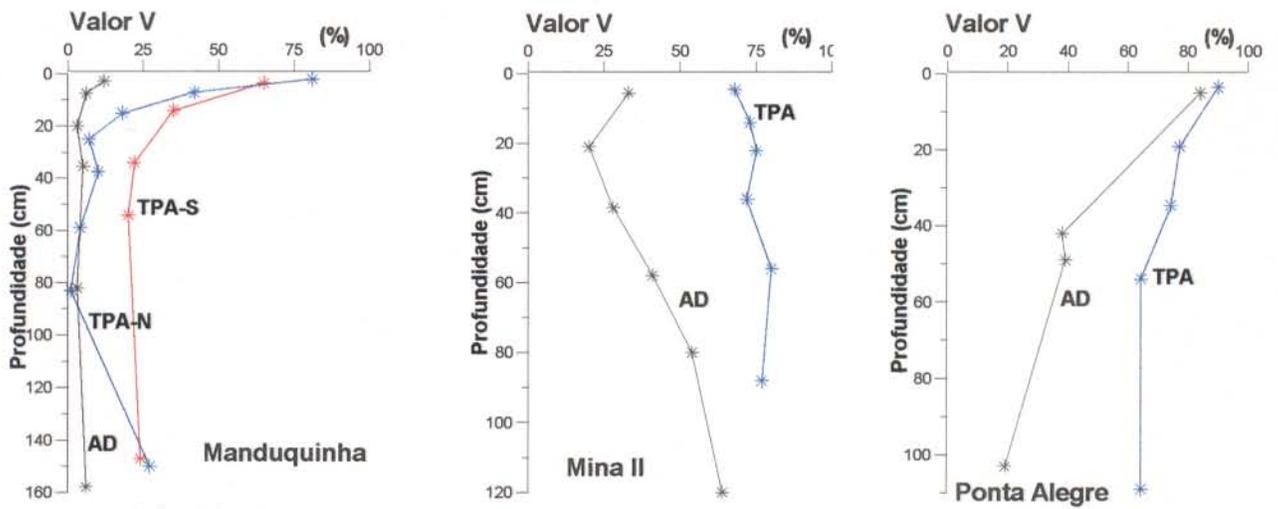


Figura 30 - Distribuição do valor V em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

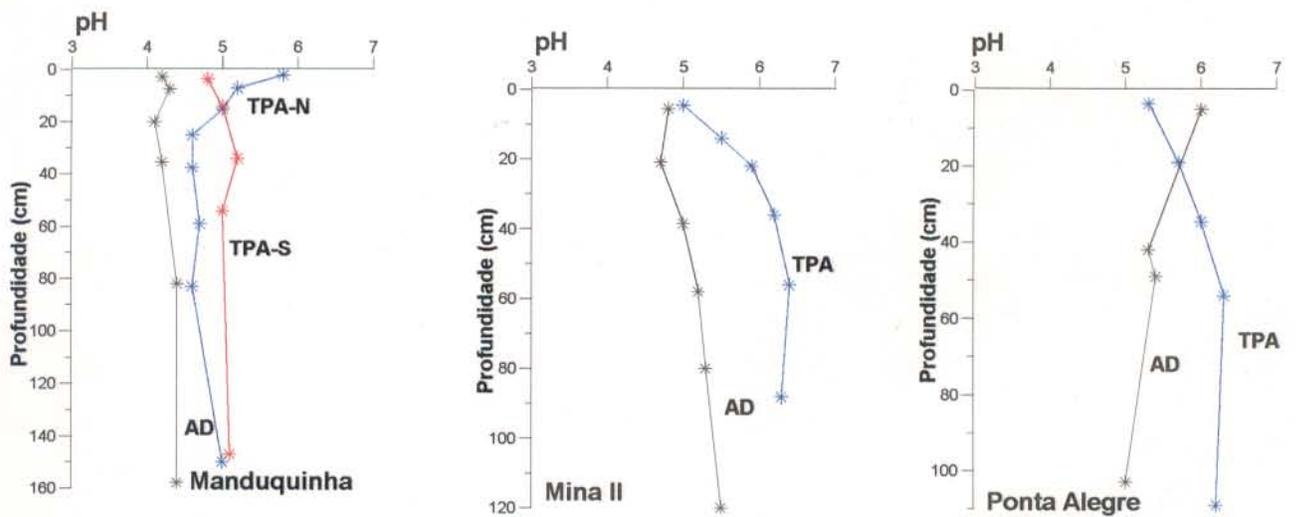


Figura 31 - Distribuição do pH em função da profundidade nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

5 GEOQUÍMICA

5.1 MINERALOGIA

Segundo a difração de raios-x os solos dos sítios arqueológicos são constituídos de quartzo, caulinita, oxi-hidróxido de ferro (principalmente goethita) e anatásio. A quantificação mineralógica foi obtida com base na composição química total das amostras, por cálculo estequiométrico.

Nos perfis de solos, verifica-se que tanto na TPA-N como nas AD, a caulinita diminui significativamente dos horizontes B para os horizontes A, enquanto que o quartzo aumenta neste mesmo sentido (Figura 32). Na TPA-N, a caulinita varia de 26% no horizonte Ap a 68% no B e o quartzo oscila entre 56% no Ap e 19% no horizonte B, o que retrata um comportamento exatamente inverso no perfil (Figura 32). Nas AD a caulinita varia de 59% no horizonte A₁ a 75% no B, enquanto que o quartzo, nestes horizontes, varia de 30 a 16%, havendo, portanto, predominância da caulinita em todo o perfil (Figura 33). As percentagens de goethita diminuem também do horizonte B para o A, bem como para as AD, apresentando valores muito próximos nos horizontes B da TPA e AD. O anatásio permanece constante ao longo do perfil tanto na TPA como nas AD, com valores em torno de 1,2%.

A composição mineralógica no horizonte A₁ do sítio Manduquinha indica que a TPA-N e a TPA-S também podem ser distintas entre si quanto aos teores de caulinita (27% e 15%) e de quartzo (49% e 68%, respectivamente), confirmando a natureza arenosa da TPA-S.

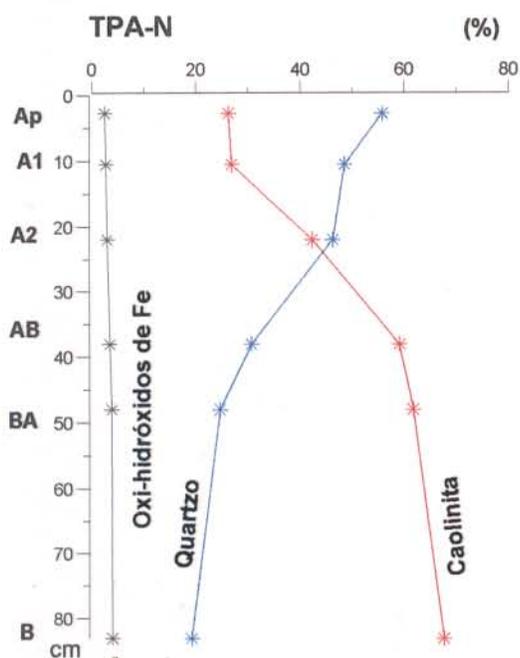


Figura 32 - Distribuição da mineralogia básica nos horizontes de solo da TPA-N do sítio Manduquinha

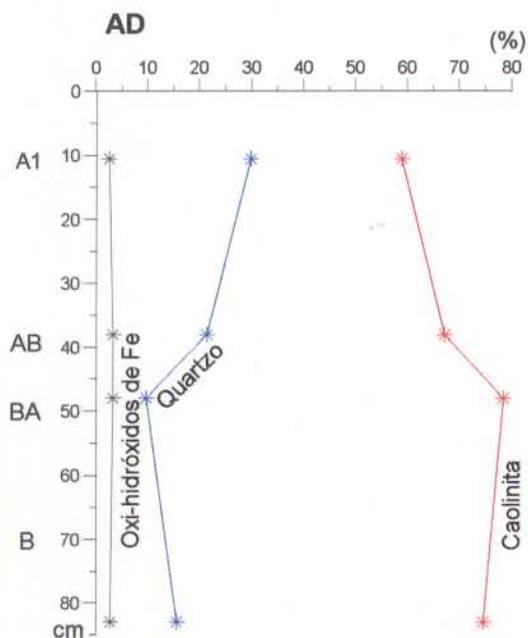


Figura 33 - Distribuição da mineralogia básica nos horizontes de solo da AD do sítio Manduquinha

5.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química média das TPA dos sítios Manduquinha, Mina II, Ponta Alegre e de suas áreas adjacentes (AD) estão indicadas nas Tabelas 5, 6 e 7 e nos ANEXOS H a CC. Os principais componentes químicos são SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 . Nos horizontes A encontram-se os teores mais altos de SiO_2 (75%) e os mais baixos de Al_2O_3 (6%) e Fe_2O_3 (2%). MgO , CaO e K_2O , apresentam teores menores que 1% e estão mais concentrados nos horizontes A. As concentrações de TiO_2 , estão na ordem de 1,2 a 1,4% e não apresentam variações entre os horizontes, tanto na TPA como nas AD. Os teores de carbono orgânico são significativamente mais elevados nos horizontes A das TPA, atingindo 4%. Comparando a TPA-N com a TPA-S, verifica-se que essa última é mais rica em SiO_2 e mais pobre em Al_2O_3 , nos horizontes A. Nas AD o comportamento de SiO_2 e Al_2O_3 é muito semelhante ao perfil da TPA, porém apresenta teores de SiO_2 mais baixos e Al_2O_3 mais elevados que estas nos horizontes A e B.

A composição química das TPA em comparação com as AD, difere claramente nos horizontes A, que são mais ricos em SiO_2 , C, CaO , MgO , K_2O e com valores mais baixos em Al_2O_3 , Fe_2O_3 e Na_2O . Esta composição química está compatível com a mineralogia identificada. Parte destes componentes como MgO , CaO e K_2O estão ligados à matéria orgânica. Os elevados valores de CaO podem estar associados a microfragmentos de conchas, identificados posteriormente às análises nas amostras que apresentaram maiores concentrações. No sítio Ponta Alegre, conchas ainda bem preservadas são comumente encontradas na forma de bolsões.

Tabela 5 - Concentrações médias dos elementos químicos nas amostras de solo da TPA-N, no sítio Manduquinha

Elemento	Ap		A ₁		A ₂		AB		BA		B	
	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x
%												
SiO ₂	1	68,05	7	60,98	1	65,97	1	58,27	1	53,49	1	50,75
Al ₂ O ₃	1	10,37	7	10,63	1	16,75	1	23,37	1	24,43	1	26,75
Fe ₂ O ₃	39	2,55	229	2,77	109	3,05	122	3,45	116	3,82	64	4,05
Fe _{trocável}	--	--	94	0,98	--	--	--	--	--	--	--	--
MgO	37	0,16	115	0,15	101	0,11	112	0,15	103	0,11	59	0,12
CaO	35	0,62	118	0,41	106	0,21	126	0,15	109	0,12	62	0,10
Na ₂ O	33	0,15	123	0,18	110	0,27	121	0,29	115	0,27	62	0,42
K ₂ O	17	0,20	28	0,13	24	0,11	28	0,13	26	0,14	14	0,16
TiO ₂	1	1,20	7	1,47	1	1,14	1	1,28	1	1,40	1	1,18
C	1	4,09	15	3,04	1	2,31	1	1,50	1	0,91	1	0,53
ppm												
P ₂ O ₅	38	1030	118	877	109	743	117	569	107	484	51	509
P _{trocável}	1	1101	96	435	1	479	1	572	1	433	3	352
As	1	2	60	1,5	1	4	1	4	1	5	3	4,6
B	1	92	61	54	1	98	1	88	1	12	3	50
Ba	1	128	61	124	1	130	1	108	1	113	3	131
Cd	1	*	60	1,5	1	*	1	*	1	*	3	*
Cl	1	63	61	47	1	33	1	21	1	52	3	27
Co	1	*	60	11	1	*	1	*	1	2	3	2
Cr	1	18	61	81	1	43	1	34	1	44	3	37
Cu	1	6	60	6	1	5	1	3	1	2	3	2
F	1	94	60	64	1	77	1	56	1	64	3	109
Ga	1	22	61	30	1	29	1	38	1	44	3	42
Mn	1	144	60	168	1	102	1	32	1	16	3	10
Mn _{trocável}	--	--	93	84	--	--	--	--	--	--	--	--
Nb	1	33	61	32	1	28	1	35	1	36	3	25
Pb	1	9	60	26	1	12	1	11	1	13	3	10
Sc	1	12	61	12	1	12	1	11	1	13	3	11
Sr	1	79	61	76	1	41	1	44	1	48	3	39
V	1	98	61	103	1	135	1	103	1	100	3	130
Y	1	27	61	37	1	32	1	33	1	28	3	22
Zn	1	10	60	29	1	11	1	7	1	8	3	6
Zn _{trocável}	--	--	93	4,02	--	--	--	--	--	--	--	--
Zr	1	1101	61	1225	1	1080	1	1014	1	927	3	516
ppb												
Hg	1	57	61	148	1	94	1	130	1	190	3	129

x - Média aritmética

n - Número de amostras

-- Elementos não analisados

* Inferior ao limite de detecção

Tabela 6 - Concentrações médias dos elementos químicos nas amostras de solo da TPA-S, no sítio Manduquinha

Elemento	A ₁		A ₂		AB		BA		B	
	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x
%										
SiO ₂	3	74,86	--	--	--	--	--	--	1	54,63
Al ₂ O ₃	3	5,83	--	--	--	--	--	--	1	26,54
Fe ₂ O ₃	40	2,06	110	2,20	9	2,28	40	2,05	38	2,97
Fe _{trocável}	30	1,45	--	--	--	--	--	--	--	--
MgO	36	0,14	11	0,13	8	0,12	39	0,12	37	0,17
CaO	36	0,33	11	0,27	8	0,31	39	0,09	37	0,07
Na ₂ O	36	0,12	11	0,15	8	0,18	39	0,25	37	0,25
K ₂ O	36	0,22	4	0,16	2	0,10	7	0,26	7	0,32
TiO ₂	3	1,11	--	--	--	--	--	--	1	0,50
C	5	2,56	1	3,52	1	1,02	1	0,74	1	0,33
ppm										
P ₂ O ₅	36	1153	11	943	8	586	38	582	36	484
P _{trocável}	30	507	1	94	1	65	1	78	1	110
As	20	1	1	2	1	4	1	5	1	5
B	20	73	1	106	1	108	1	27	1	38
Ba	20	187	1	146	1	111	1	196	1	173
Cd	20	1	1	*	1	*	1	*	1	*
Cl	20	46	1	35	1	*	1	*	1	*
Co	20	7	1	3	1	*	1	2	1	2
Cr	20	64	1	21	1	17	1	28	1	32
Cu	20	10	1	14	1	5	1	2	1	2
F	20	65	1	94	1	64	1	101	1	147
Ga	20	11	1	11	1	13	1	23	1	26
Mn	20	242	1	284	1	70	1	17	1	11
Mn _{trocável}	29	119	--	--	--	--	--	--	--	--
Nb	20	28	1	29	1	27	1	26	1	24
Pb	20	19	1	11	1	7	1	10	1	12
Sc	20	10	1	6	1	10	1	12	1	17
Sr	20	96	1	46	1	37	1	45	1	46
V	20	78	1	65	1	87	1	127	1	117
Y	20	43	1	29	1	35	1	24	1	24
Zn	20	41	1	27	1	9	1	6	1	8
Zn _{trocável}	29	5,43	--	--	--	--	--	--	--	--
Zr	20	944	1	894	1	904	1	618	1	568
ppb										
Hg	20	116	1	94	1	65	1	78	1	110

x - Média aritmética

n - Número de amostras

-- Elementos não analisados

* Inferior ao limite de detecção

Tabela 7 - Concentrações médias dos elementos químicos nas amostras de solo da AD, no sítio Manduquinha

Elemento	Ap		A ₁		A ₂		AB		BA		B	
	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x
%												
SiO ₂	--	--	1	57,45	--	--	1	52,89	1	46,52	1	50,65
Al ₂ O ₃	--	--	1	23,32	--	--	1	26,56	1	31,00	1	29,55
Fe ₂ O ₃	1	3,45	86	2,70	50	3,00	75	3,50	72	3,50	27	3,30
Fe _{trocável}			56	1,11								
MgO	1	0,10	69	0,11	47	0,08	56	0,07	70	0,08	26	0,13
CaO	1	0,11	82	0,23	47	0,17	69	0,11	71	0,09	21	0,06
Na ₂ O	1	0,31	86	0,26	50	0,33	74	0,35	67	0,39	26	0,30
K ₂ O	--	--	46	0,10	38	0,09	44	0,10	37	0,14	11	0,19
TiO ₂	--	--	1	0,96	--	--	1	1,28	1	1,40	1	1,93
C	1	3,01	1	2,61	--	--	1	1,38	1	0,67	2	0,53
ppm												
P ₂ O ₅	1	966	7	595	50	428	71	404	67	380	25	481
P _{trocável}	1	6,2	61	362	1	4,9	1	1,08	1	0,6	2	1,2
As	1	3	69	3	--	--	1	4	1	4	2	4,5
B	1	59	69	75	--	--	1	65	1	38	2	33
Ba	1	96	69	127	--	--	1	122	1	123	2	105
Cd		*	69	1	--	--		*		*		*
Cl	1	71	69	43	--	--	1	35	1	27	2	23
Co	1	2	69	8	--	--	1	2	1	2	2	3
Cr	1	28	69	59	--	--	1	36	1	41	2	48
Cu	1	2	69	4	--	--	1	*	1	*	2	*
F	1	106	69	69	--	--	1	56	1	101	2	130
Ga	1	29	69	26	--	--	1	44	1	51	2	46
Mn	1	14	69	103	--	--	1	11	1	11	2	10
Mn _{trocável}	--	--	55	39	--	--	--	--	--	--	--	--
Nb	1	31	69	33	--	--	1	40	1	38	2	33
Pb	1	9	69	21	--	--	1	10	1	12	2	12
Sc	1	7	69	11	--	--	1	9	1	12	2	13
Se		*		*				*		*		*
Sr	1	35	69	63	--	--	1	39	1	40	2	41
U												
V	1	87	69	105	--	--	1	102	1	100	2	108
Y	1	27	69	38	--	--	1	33	1	27	2	26
Zn	1	5	69	20	--	--	1	5	1	7	2	6
Zn _{trocável}	--	--	55	5	--	--	--	--	--	--	--	--
Zr	1	970	69	1165	--	--	1	1205	1	1008	2	960
ppb												
Hg	1	97	69	144	--	--	1	133	1	185	2	145

x - Média aritmética

n - Número de amostras

-- Elementos não analisados

* Inferior ao limite de detecção

5.3 DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL DOS COMPONENTES QUÍMICOS

As Figuras 34 a 55 apresentam a distribuição das concentrações químicas dos componentes principais do solo (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e P) tanto em profundidade como arealmente no sítio Manduquinha.

5.3.1 Fe_2O_3

Nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre os teores de Fe_2O_3 , se assemelham aos valores encontrados nos solos (3,8%), principalmente nos horizontes B, que diminuem significativamente em direção aos horizontes A (Figura 36). Nas áreas adjacentes os valores de Fe_2O_3 são significativamente superiores às TPA (ANEXOS A a G). No sítio Manduquinha os teores Fe_2O_3 diminuem continuamente dos horizontes B para os horizontes A, com valores variando de 4 para 2% (Figura 36 e Tabelas 5, 6 e 7).

O mapa de distribuição geoquímica do Fe_2O_3 mostra uma diminuição dos valores de norte para sul, independente de ser TPA ou AD (Figuras 37). Nos horizontes A os teores de Fe_2O_3 são mais baixos, apresentando maior concentração a norte da área. A medida que aumenta a profundidade, ou seja, dos horizontes A para B, os valores de Fe_2O_3 aumentam, conforme verificado na distribuição dos perfis em profundidade (Figura 36). No horizonte B a dispersão diminui acentuadamente, estando praticamente ausente (Figura 38). Assim, este horizonte parece não ter sido influenciado significativamente pelas perturbações ocorridas nos horizontes superiores, sejam estas de caráter antrópico ou da variação na superfície do terreno.

No horizonte A_1 os valores médios de Fe_{trac} para a TPA-N (0,98%), TPA-S (1,45%) e AD (1,11%) não chegam a apresentar diferenças significativas entre si (Tabelas 5, 6 e 7 e ANEXO I, J e K). Porém a distribuição areal do Fe_{trac} mostra áreas de maior concentração no extremo sul da TPA, que coincidem com a área de menor concentração do Fe_2O_3 total (Figura 39).

Os mapas de distribuição geoquímica dos teores de Fe_2O_3 permitem concluir que os horizontes B apresentam teores mais elevados e são mais homogêneos, conseqüentemente apresentam menor dispersão na área.

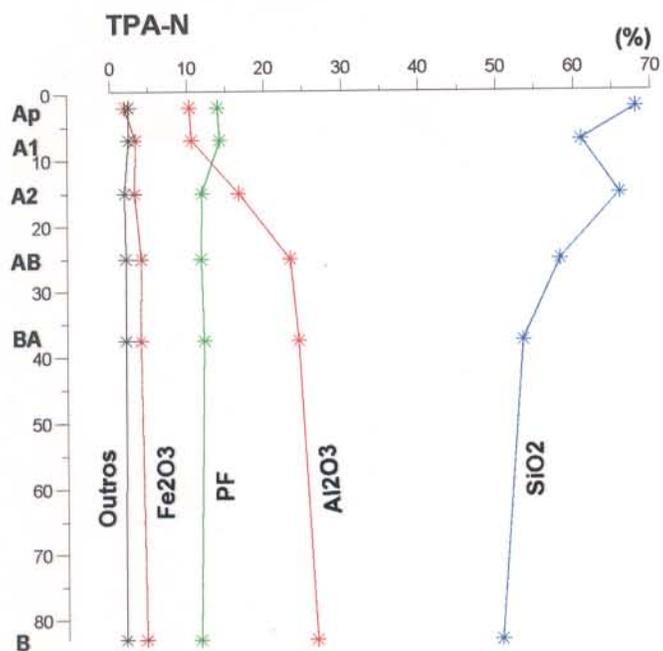


Figura 34 - Distribuição do SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e perda ao fogo referente a composição química nos horizontes de solo da TPA-N do sítio Manduquinha

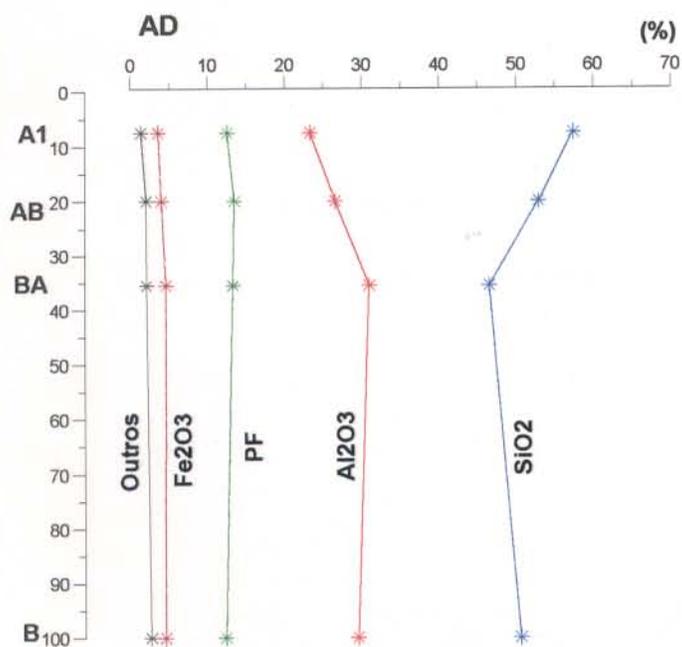


Figura 35 - Distribuição do SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e perda ao fogo referente a composição química nos horizontes de solo da AD do sítio Manduquinha

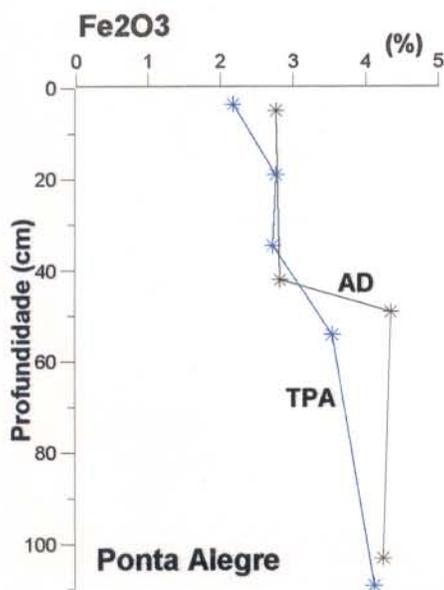
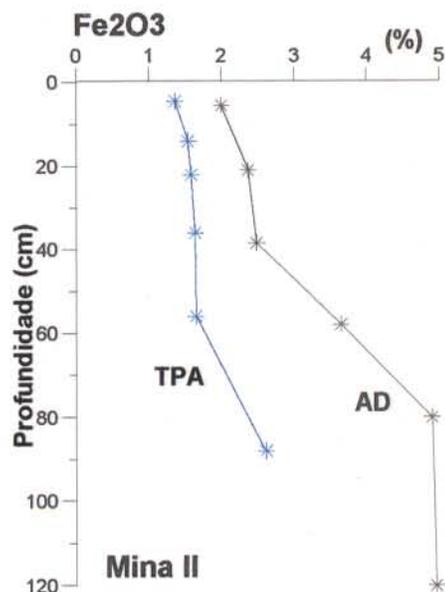
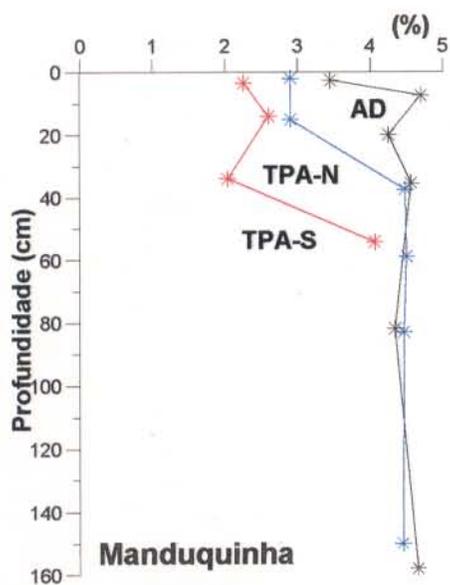


Figura 36 - Distribuição do Fe_2O_3 em função dos horizontes de solo nos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre

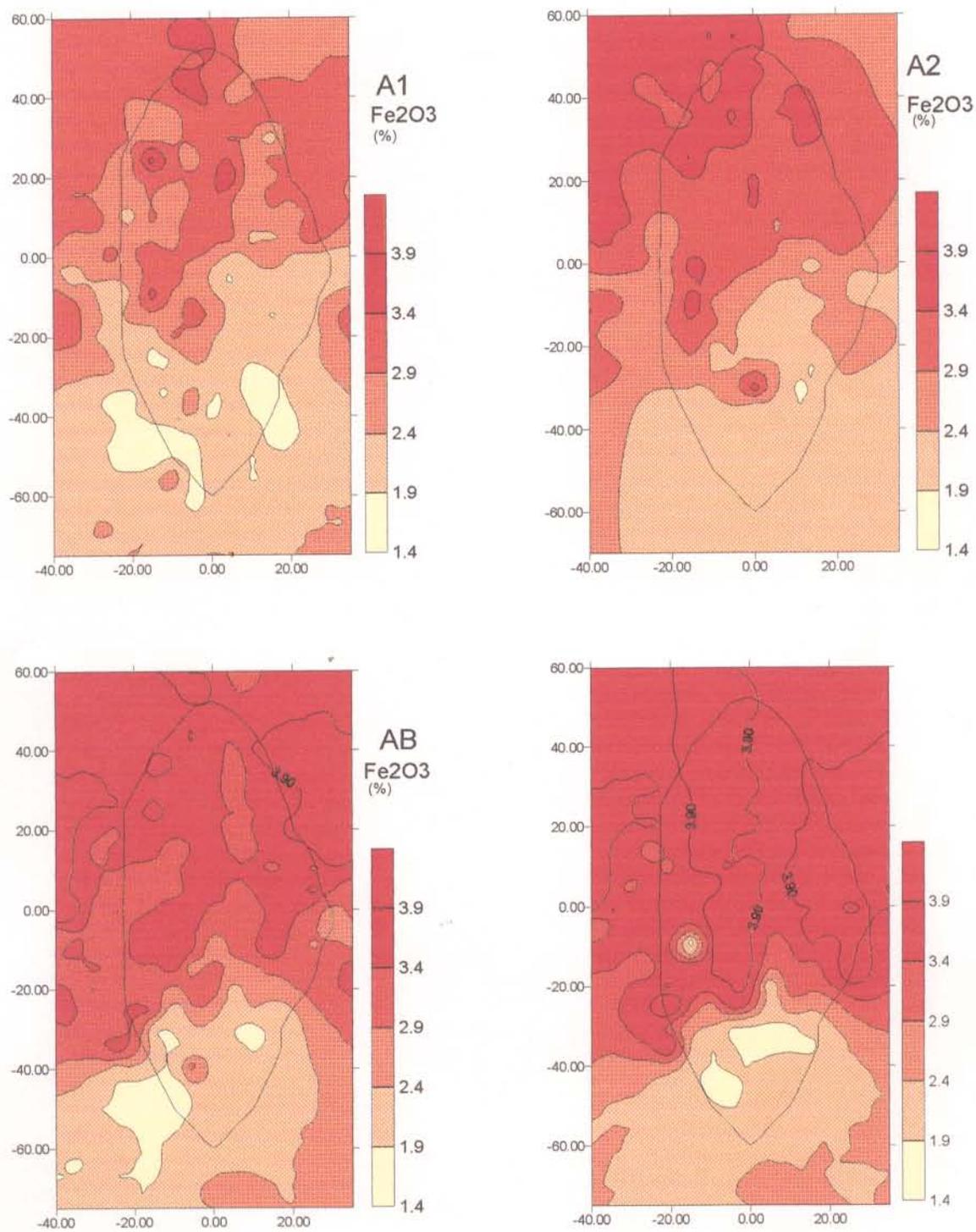


Figura 37 - Distribuição areal do Fe₂O₃ no horizonte A₁, A₂, AB e BA do sítio Manduquinha

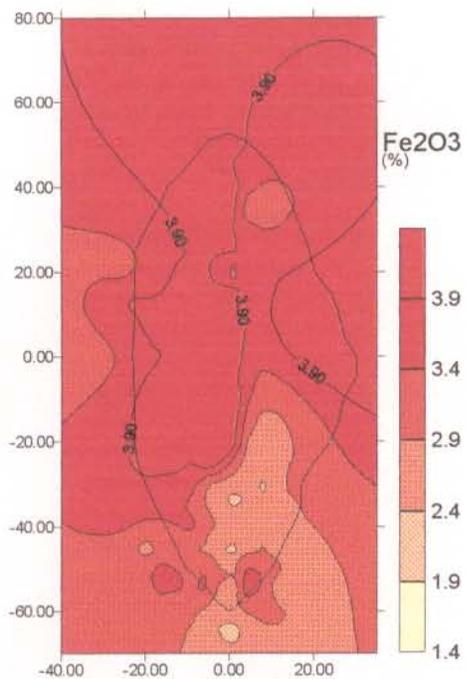


Figura 38 - Distribuição areal dos teores Fe_2O_3 no horizonte B do sítio Manduquinha

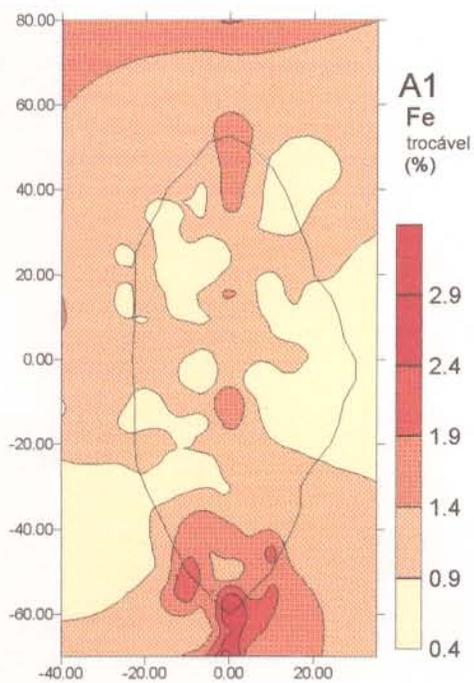


Figura 39 - Distribuição areal dos teores de $\text{Fe}_{\text{trocável}}$ no horizonte A_1 do sítio Manduquinha

5.3.2 MgO e CaO

Na TPA os valores médios de MgO diminuem do horizonte B para o BA e, a partir deste, aumentam gradativamente para os horizontes A (Figura 40), ao contrário do Fe_2O_3 . Os teores de CaO aumentam gradativamente dos horizontes B para os horizontes A (Figura 41). Portanto, o MgO e CaO estão mais concentrados nos horizontes Ap e A₁ da TPA-N e TPA-S, apresentando valores mais elevados na TPA-N. A área adjacente como se observa nas Figuras 40 e 41, apresenta teores de MgO e CaO significativamente mais baixos. Na TPA-N os valores médios de MgO e CaO chegam a atingir respectivamente 0,17 e 0,62%, enquanto que na TPA-S, apresentam valores inferiores, variando de 0,14 a 0,33% (Tabelas 5 a 7 e ANEXOS H a R). Nas AD varia de 0,10 a 0,13% para o MgO e 0,06 a 0,23% para o CaO.

O mapa de distribuição geoquímica dos teores de MgO e CaO, mostra claramente maior concentração nas áreas das TPA, apresentando maiores concentrações nos horizontes A₁, A₂, e AB (Figuras 42 a 46). O MgO concentra-se em toda a porção sul e a noroeste, com diminuição visível do sul para o norte, comportando-se de maneira inversa ao Fe_2O_3 . A área a noroeste, localizada praticamente no limite da TPA e AD, apresenta valores elevados de MgO nos horizontes A₁, AB e BA. Enquanto que o CaO apresenta concentração anômala, que se estende desde o horizonte A₁ até o AB, localizada na porção sudoeste, limite entre a TPA e AD (Figuras 42 a 44).

Verifica-se nestes mapas que os teores de MgO se dispersam gradualmente dos horizontes A para B, enquanto que o CaO apresenta mudanças bruscas, diminuindo significativamente do horizonte AB para BA e B.

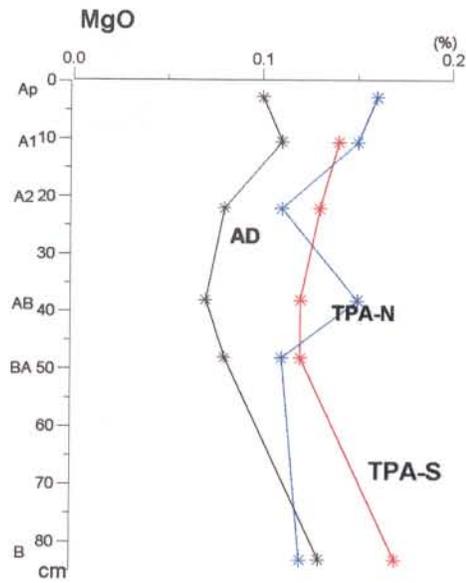


Figura 40 - Distribuição do MgO em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha

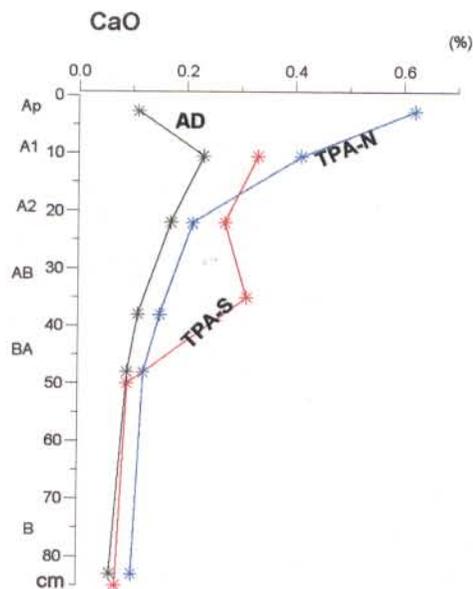


Figura 41 - Distribuição do CaO em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha

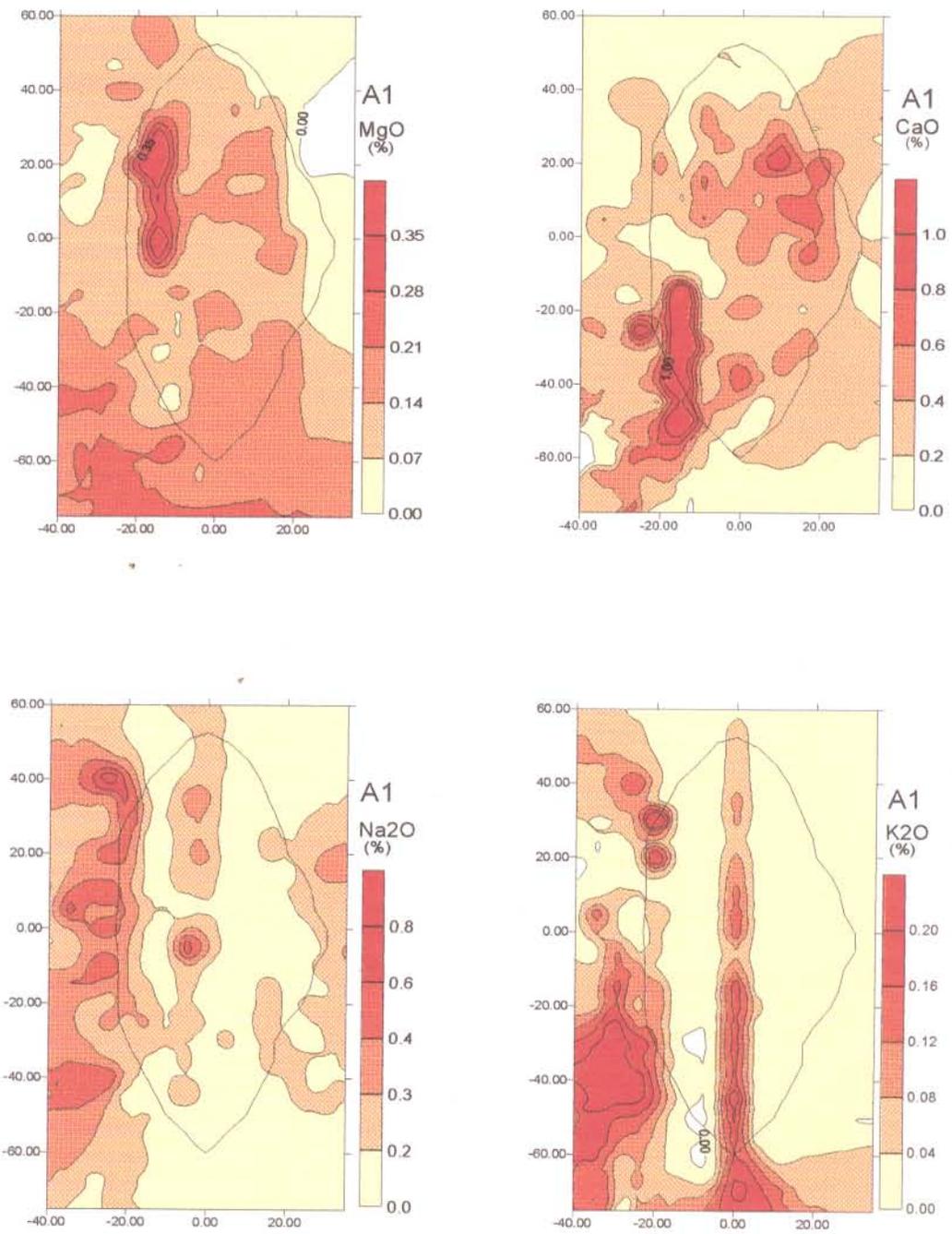


Figura 42 - Distribuição areal do MgO, CaO, Na₂O e K₂O no horizonte A₁ do sítio Manduquinha

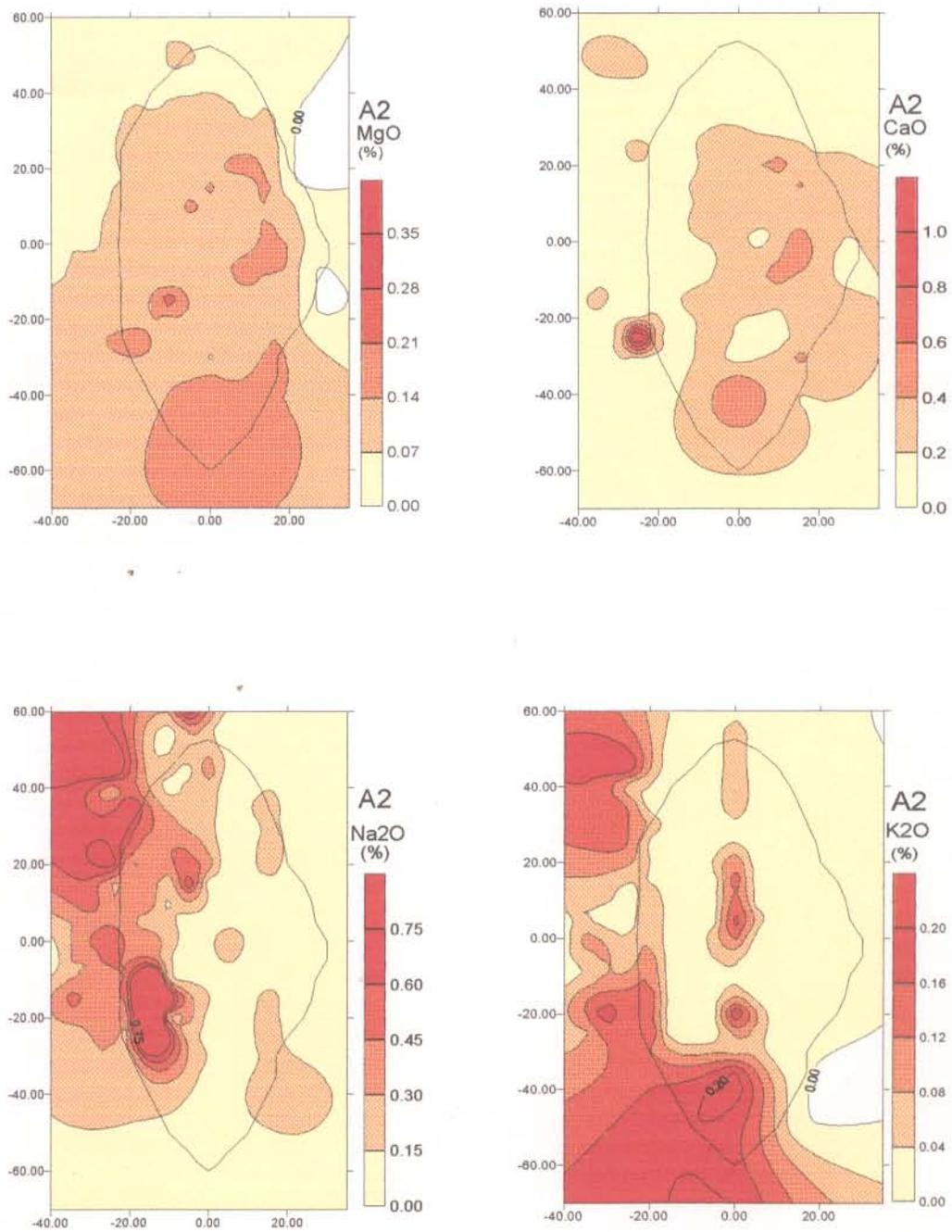


Figura 43 - Distribuição areal do MgO, CaO, Na₂O e K₂O no horizonte A₂ do sítio Manduquinha

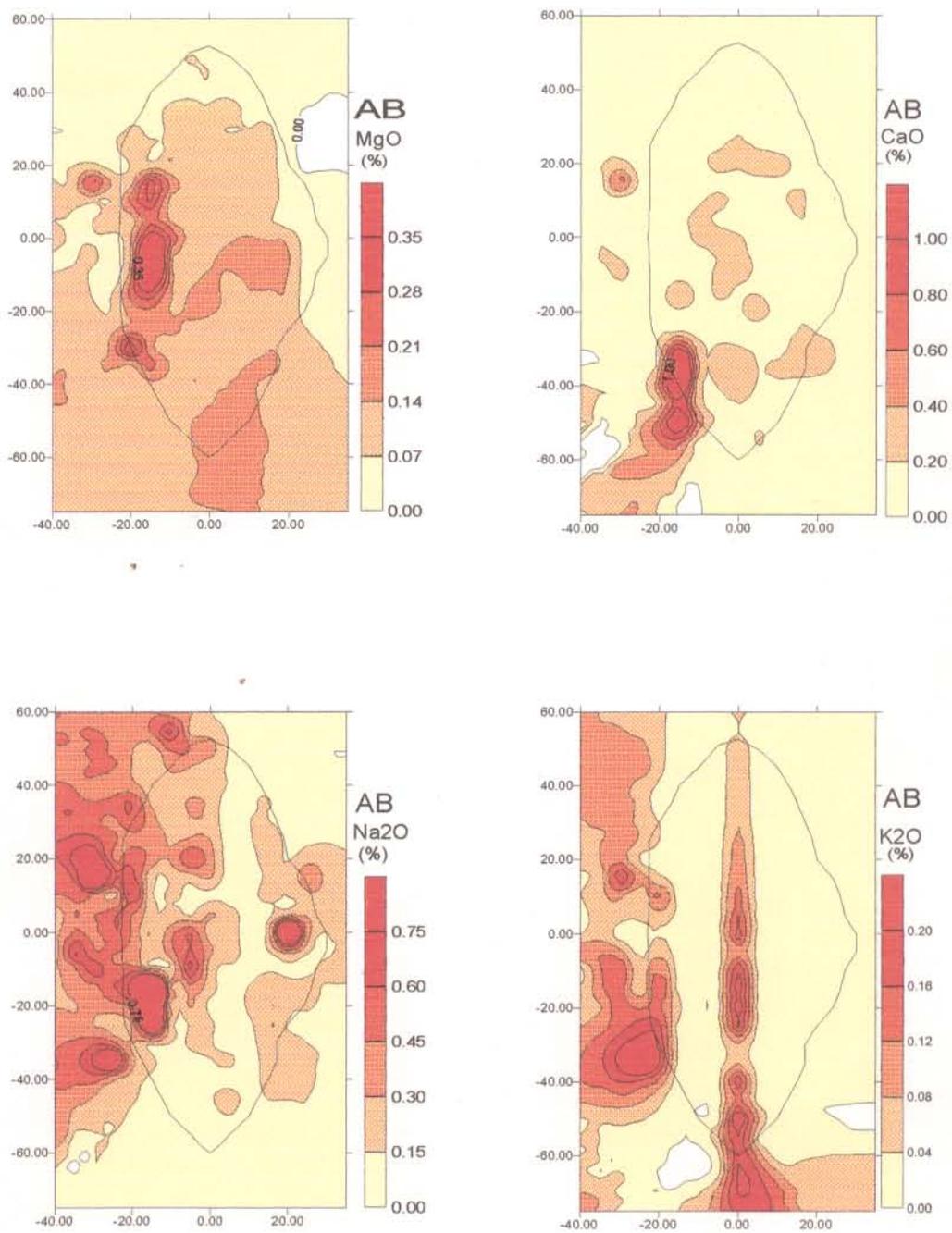


Figura 44 - Distribuição areal do MgO, CaO, Na₂O e K₂O no horizonte AB do sítio Manduquinha

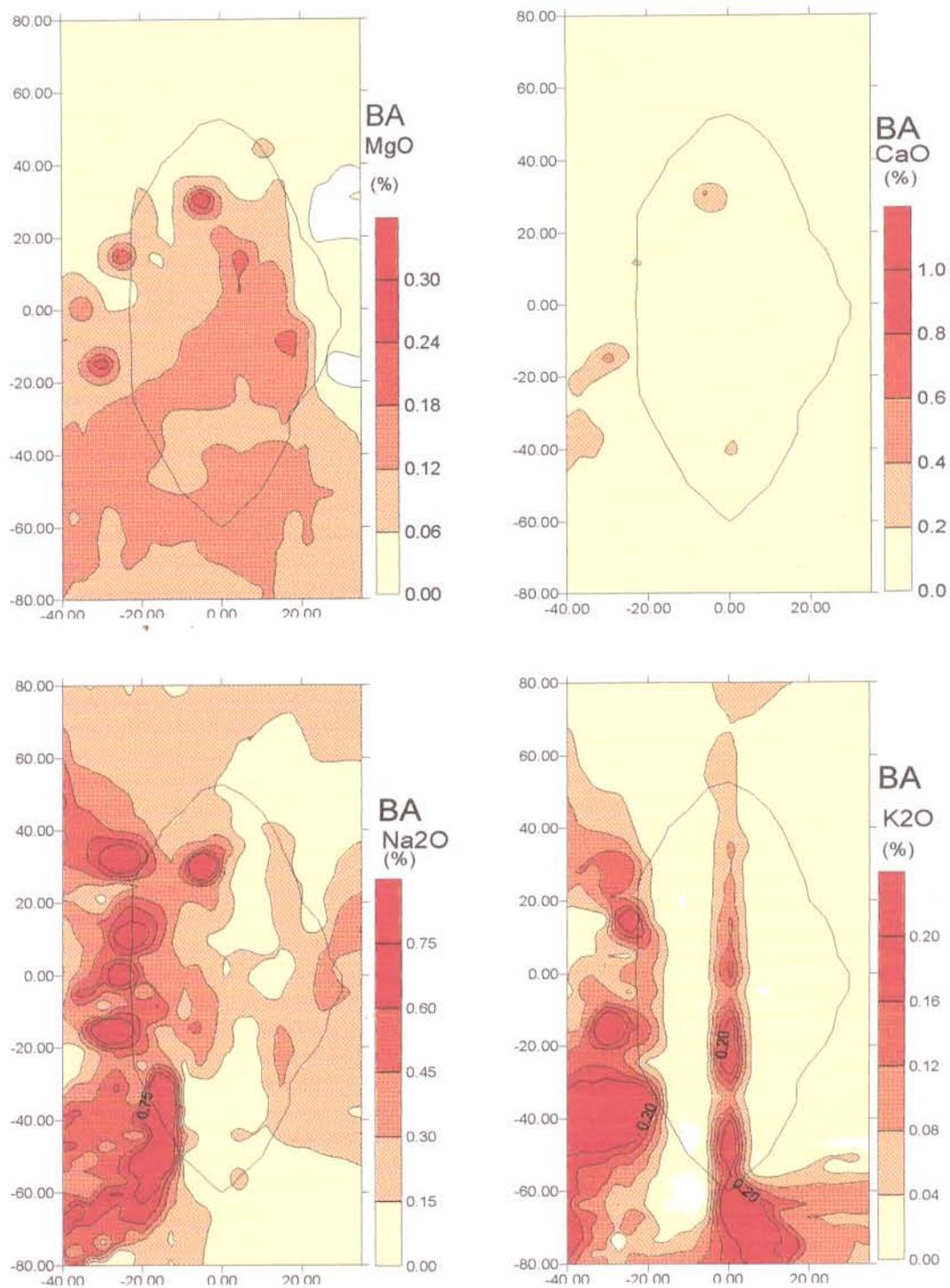


Figura 45 - Distribuição areal do MgO, CaO, Na₂O e K₂O no horizonte BA do sítio Manduquinha

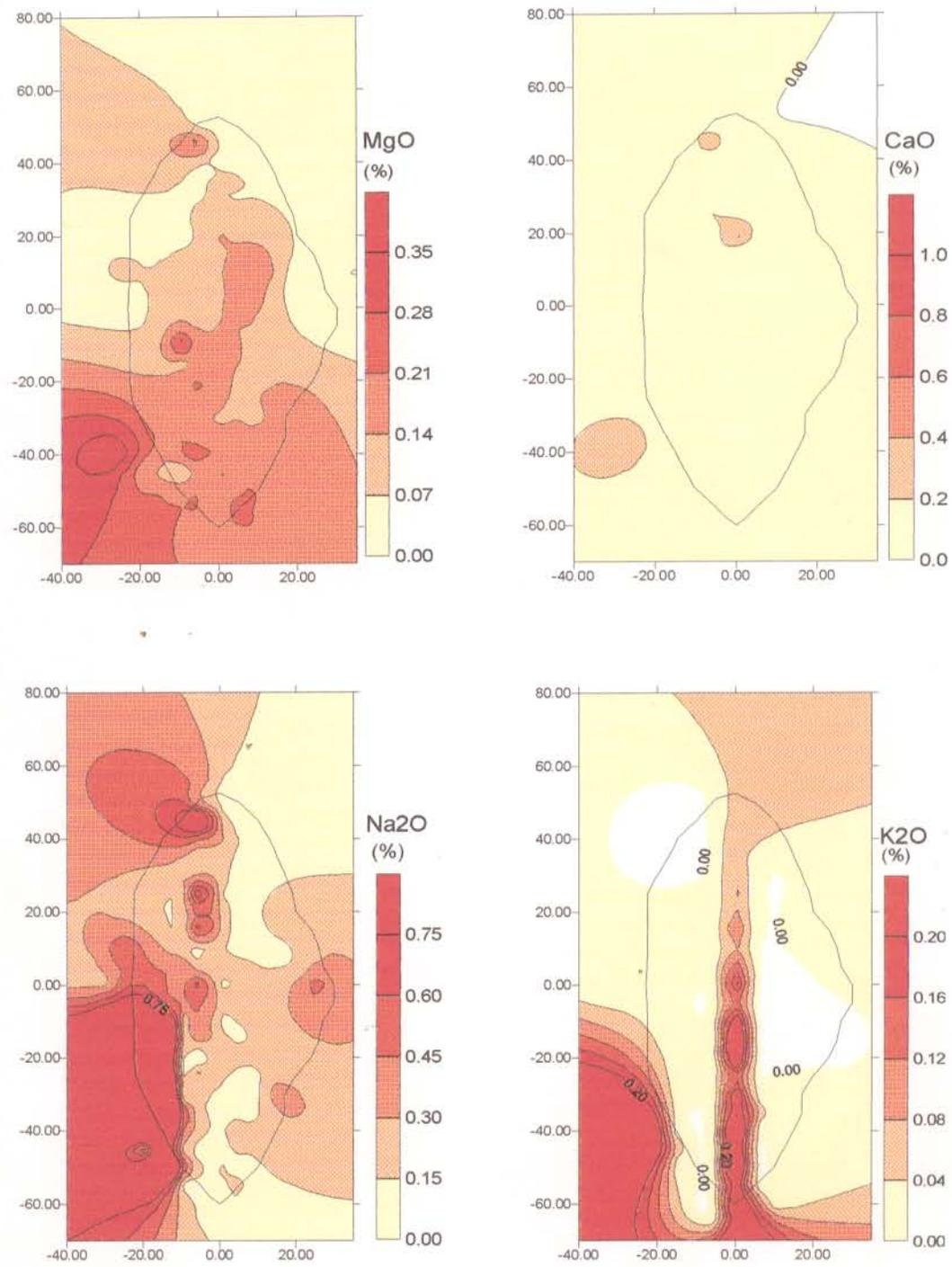


Figura 46 - Distribuição areal do MgO, CaO, Na₂O e K₂O no horizonte B do sítio Manduquinha

5.3.3 Na₂O

A Figura 47 mostra que o Na₂O diminui seu teor médio dos horizontes B para A de forma similar ao Fe₂O₃ e antagônica ao MgO, tanto nas TPA como nas AD do sítio Manduquinha. Esse padrão de distribuição no perfil também foi verificado nas AD do sítio Mina II, bem como na TPA e AD do sítio Ponta Alegre.

Na TPA do sítio Mina II, o Na₂O só foi detectado no horizonte A₃ (0,04%) e nas AD apresenta teores em torno de 0,08% nos horizontes A e de 0,14% no B, portanto significativamente inferiores aos teores encontrados no sítio Manduquinha (ANEXOS D e E).

No sítio Ponta Alegre os teores de Na₂O nos horizontes A da TPA variam de 0,11 a 0,26%, enquanto que nos B, variam de 0,27 a 0,37%. Nas AD, esses teores aumentam de modo significativo do horizonte A₁ (0,11%) para o B (0,39%) (ANEXOS F e G).

A distribuição geoquímica dos teores de Na₂O mostra locais de maior concentração nas áreas adjacentes ao sítio, invadindo a TPA na porção oeste. Tudo indica que o Na₂O era mais enriquecido nesta zona e sofreu diminuição acentuada do horizonte B para o A e de oeste para leste (Figuras 42 a 46).

5.3.4 K₂O

No sítio Manduquinha o K₂O no perfil apresenta padrão semelhante ao do MgO, ou seja, diminui de B para AB/BA e aumenta em direção aos horizontes A, tanto na TPA-N e TPA-S como nas AD, sendo que nas AD estão os teores mais baixos (Figura 48 e Tabelas 5, 6 e 7).

A distribuição geoquímica dos teores de K₂O mostra áreas de maior concentração na porção oeste e em uma faixa que corta a TPA no sentido norte-sul. É marcante a presença dos teores de K₂O na faixa N-S, em comparação com os arredores que estão normalmente abaixo do limite de detecção. A área anômala localizada na porção oeste, se assemelha ao padrão de distribuição do Na₂O, apresentando aumento significativo dos teores em direção aos horizontes B (Figuras 42 a 46).

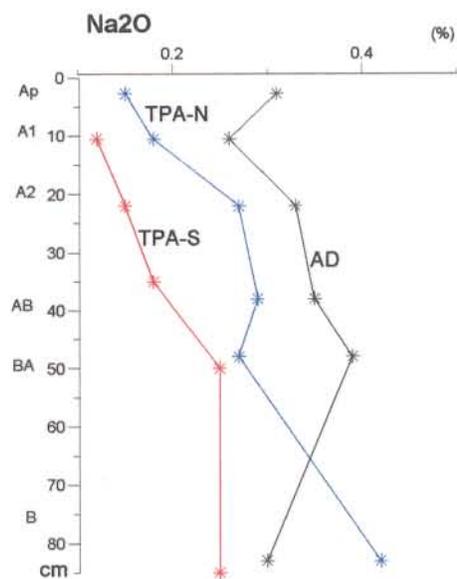


Figura 47 - Distribuição do Na₂O em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha

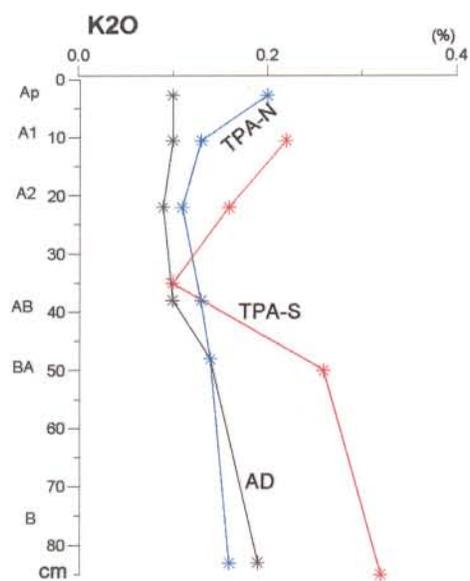


Figura 48 - Distribuição do K₂O em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha

5.3.5 P₂O₅

As curvas de distribuição do P₂O₅ total nos perfis de solos dos sítios Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre (Figuras 49, 50 e 51) indicam um claro enriquecimento nos teores dos horizontes B para o A, na TPA, sendo mais marcante nos sítios Mina II e Ponta Alegre, onde chegam a atingir, respectivamente 2800 e 2200 ppm, contra 1000 ppm no sítio Manduquinha. Essas figuras mostram também que os teores de P₂O₅ no horizonte B da TPA e AD são praticamente constantes e em torno de 700 ppm.

A relação $P_{total}:P_{troc}$ está na ordem de 3 para 2 nestes sítios, ou seja, significativa parcela do fósforo está ainda na forma amorfa, não cristalina (Figura 52).

O mapa de distribuição geoquímica dos teores de P₂O₅ mostra em todos os horizontes de solos uma estreita relação com a área de TPA, com presença mais marcante do horizontes A₁ até o AB. Comportamento semelhante foi observado anteriormente para CaO e MgO. Os teores mais elevados de P₂O₅ ocorrem nos horizontes A₁ e A₂, fazendo com que toda a TPA, seja considerada uma grande anomalia positiva (Figura 53). Em seu interior pode-se verificar locais de concentração ainda maior, distribuídos grosseiramente em semi-círculo, envolvendo uma área central que apresenta valores significativamente mais baixos. A área adjacente também apresenta concentrações, principalmente no limite sul com a TPA, semelhantemente ao MgO (Figuras 42 a 46). Essas concentrações, tanto na TPA como nas AD, são detectados até o horizonte B, porém, neste último já com menor intensidade (Figuras 54).

A distribuição areal do fósforo trocável, analisado apenas no horizonte A₁ do sítio Manduquinha, também mostra uma maior concentração na TPA. Dentro desta, pode-se destacar duas áreas, a noroeste e a sudeste, formadas por locais que apresentam maior concentração, dispostos em círculo, em cujo centro os valores do fósforo trocável são significativamente inferiores. Entre estas duas áreas os valores de P_{troc} são baixos e decrescem ainda mais no limite leste, que dá acesso à baía (Figura 55). A área adjacente apresenta locais restritos com maior concentração, que coincidem com aqueles do P₂O₅ total (Figura 55).

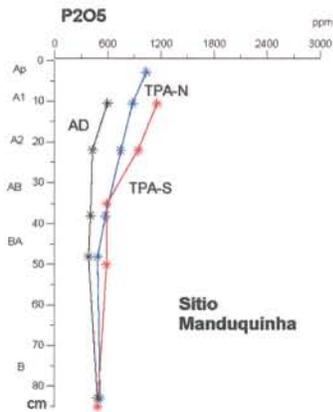


Figura 49 - Distribuição do P_2O_5 em função dos horizontes de solos no sítio Manduquinha

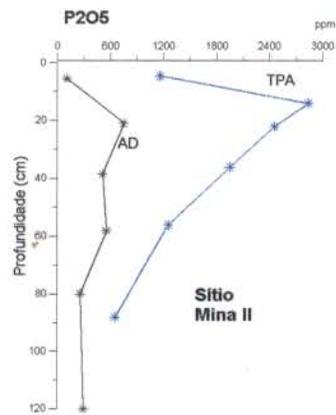


Figura 50 - Distribuição do P_2O_5 em função dos horizontes de solos no sítio Mina II

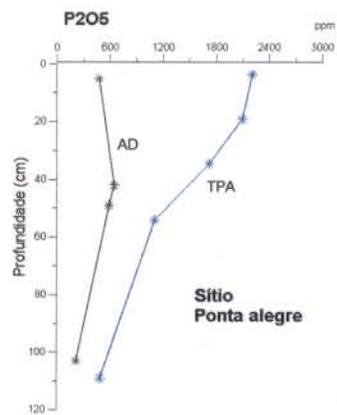


Figura 51 - Distribuição do P_2O_5 em função dos horizontes de solos no sítio Ponta Alegre

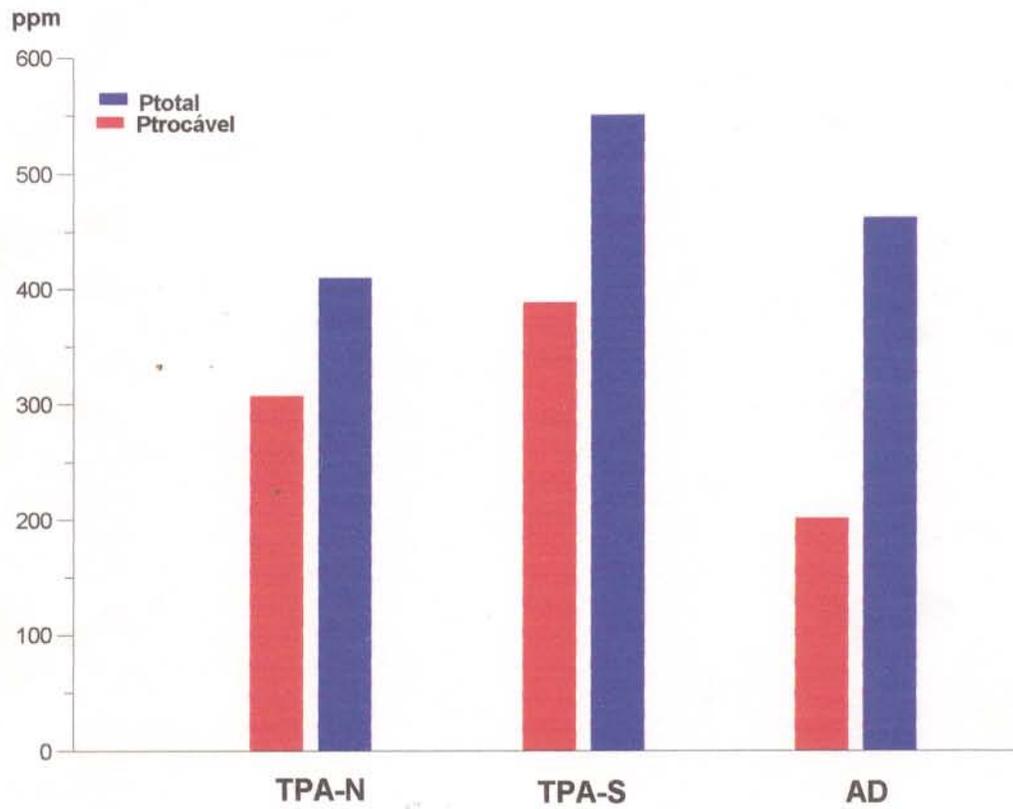


Figura 52 - Relação P_{total} e $P_{trocável}$ no horizonte A_1 da TPA-N, TPA-S e AD do sítio Manduquinha

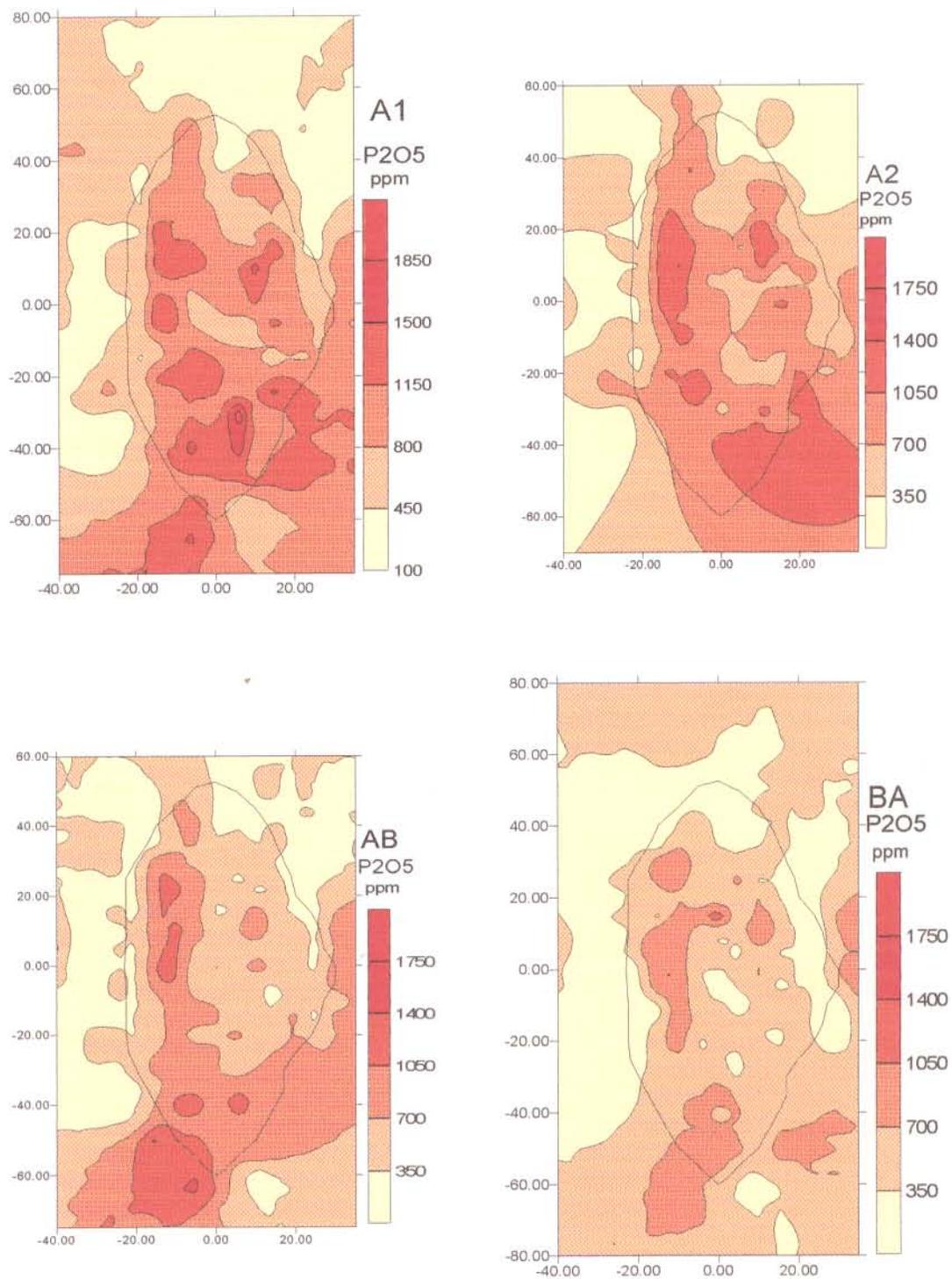


Figura 53 - Distribuição areal do P_2O_5 nos horizontes A₁, A₂, AB e BA do sítio Manduquinha

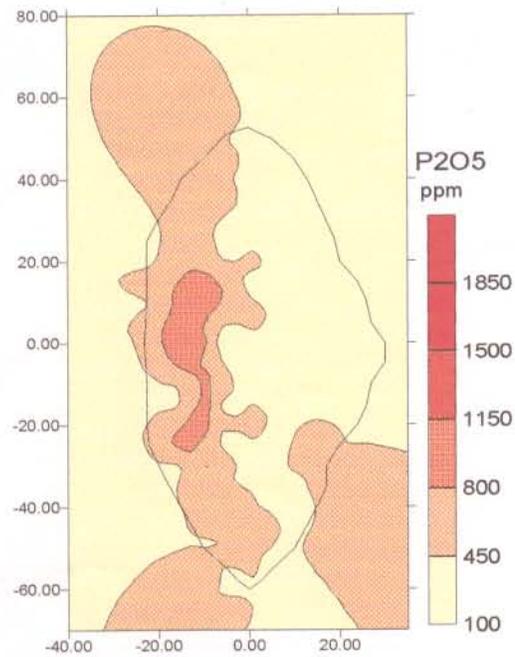


Figura 54 - Distribuição areal do P_2O_5 no horizonte B do sítio Manduquinha

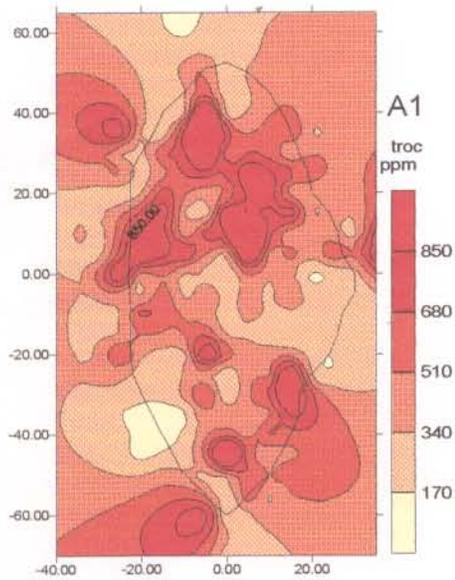


Figura 55 - Distribuição areal do P_{troc} no horizonte A₁ do sítio Manduquinha

5.4 ELEMENTOS TRAÇOS

Os elementos traços serão aqui tratados conforme agrupamentos destes, feitos por análise estatística multivariada, no horizonte A₁ do sítio Manduquinha. O grau de similaridade utilizado foi o coeficiente de correlação de Pearson, modo “R” (N = 60).

A distribuição dos elementos nos perfis será tratada aqui e seguirá os agrupamentos definidos na análise multivariada, embora essa contemple apenas amostras do horizonte A₁. A análise estatística foi efetuada em todos os elementos em que a amostragem permitia, não apenas para os traços. Dessa forma Fe₂O₃, P₂O₅, Na₂O, MgO, CaO, já discutidos no item anterior, serão mencionados aqui para título de comparação e permitir o entendimento da dinâmica global.

Segundo a análise multivariada no sítio Manduquinha pode-se visualizar 3 agrupamentos denominados de agrupamento I, II e III (Figura 56).

Dentre os elementos analisados o U e o Se apresentaram valores sempre abaixo do limite de detecção, por isso não foram computados.

5.4.1 Agrupamento I

O agrupamento I está representado pelo Fe₂O₃ + Na₂O + Cd + Co + Cr + Ga + Hg + Nb + Pb + Sc + V + Zr. De acordo com o grau de similaridade o agrupamento I pode ser desmembrado em dois sub-grupos:

- a) Fe₂O₃-Ga-Nb-Zr-Sc-V-Hg-Na₂O
- b) Pb-Cr-Co-Cd

O agrupamento I é constituído de elementos que apresentam teores geralmente mais baixos nas TPA, tanto no sítio Manduquinha como no Mina II e normalmente aumenta do horizonte B para o A (Tabelas 5, 6 e 7 e ANEXOS S e T). No sítio Manduquinha a TPA-S apresentou teores mais baixos desses componentes que a TPA-N e AD, como mostram as Figuras 57, 58 e 59.

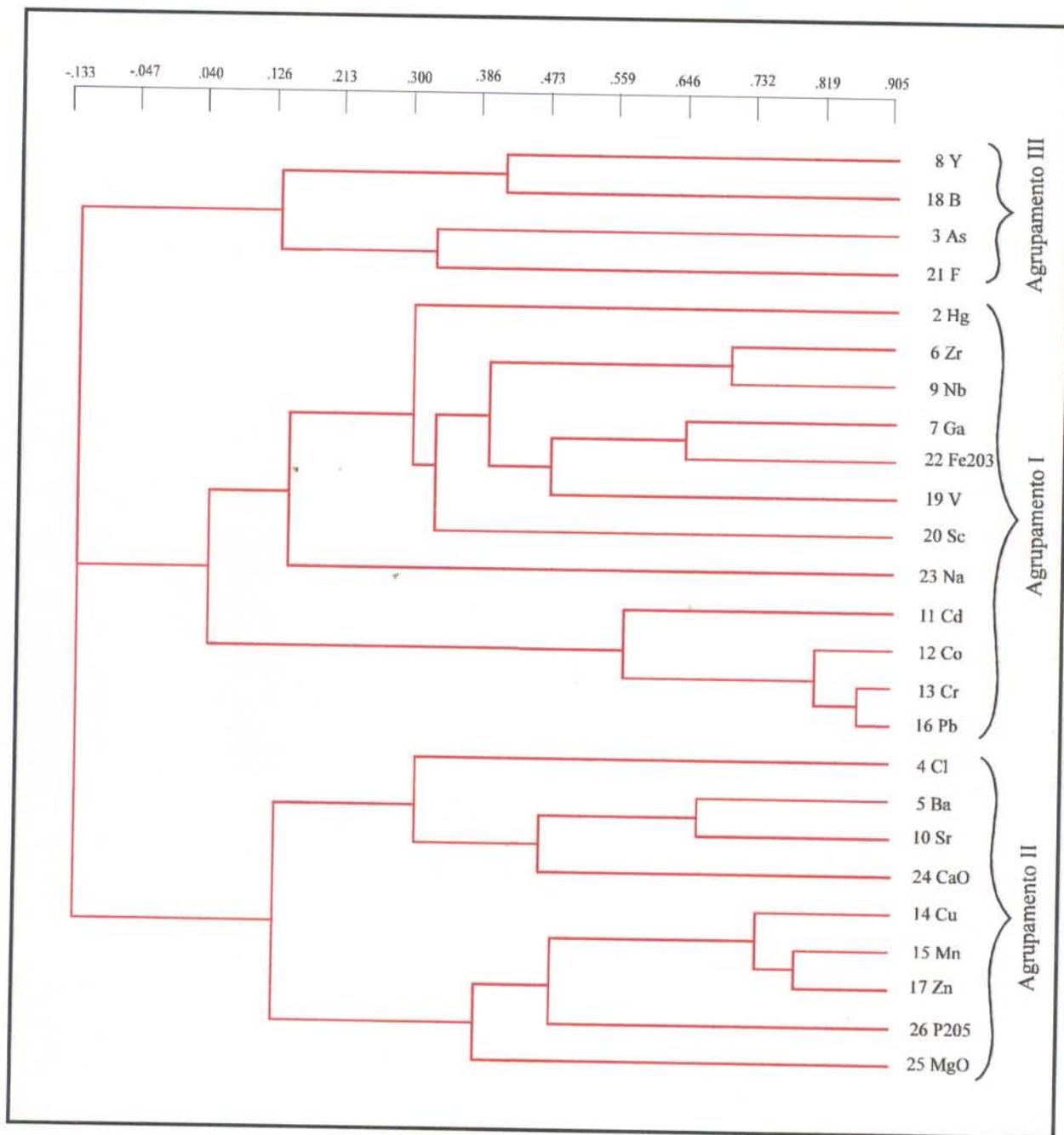


Figura 56 - Dendrograma modo "R" nas amostras de solo no horizonte A1 do sítio Manduquinha.

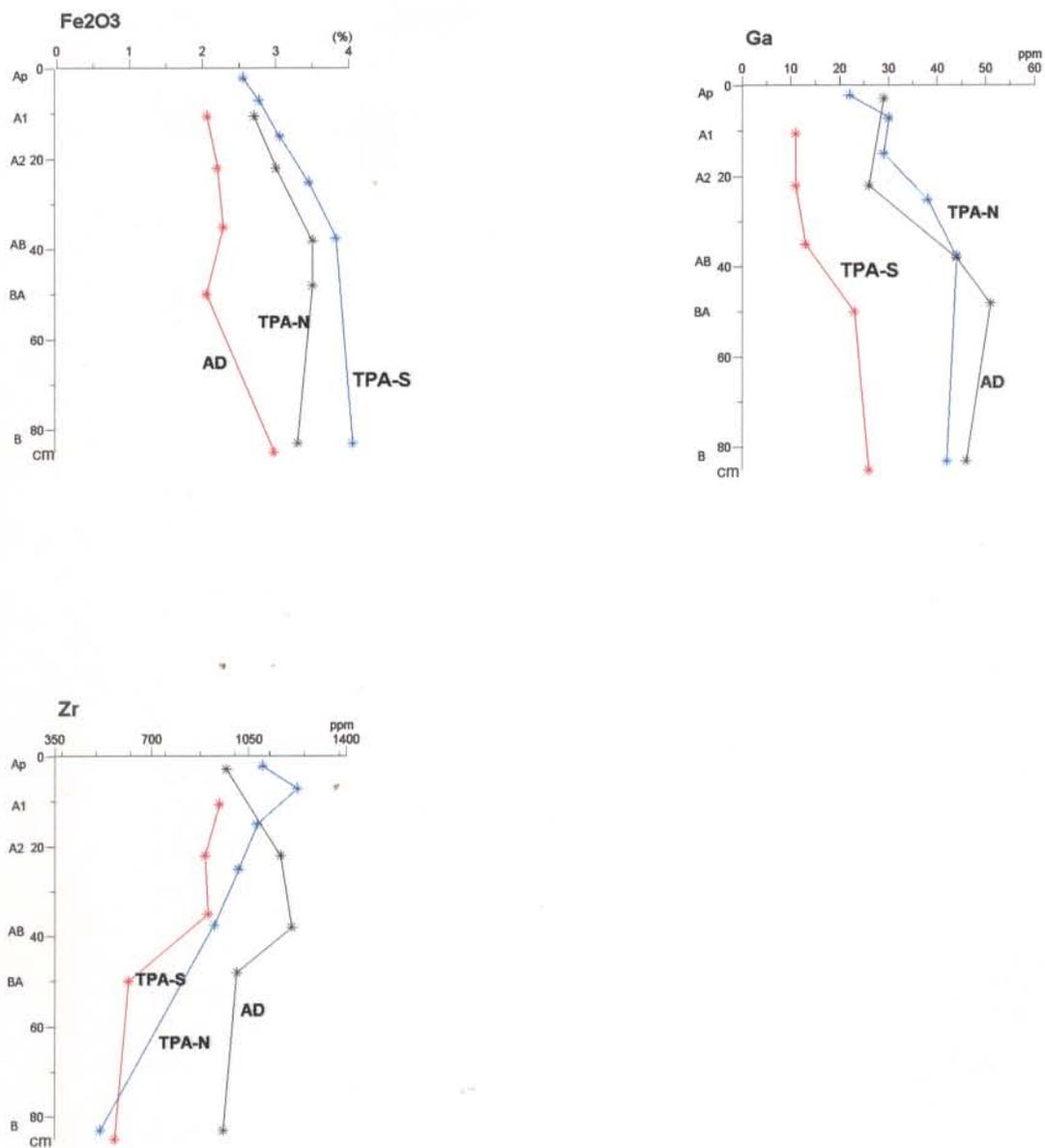


Figura 57 - Distribuição dos teores de Fe₂O₃, Ga e Zr em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha

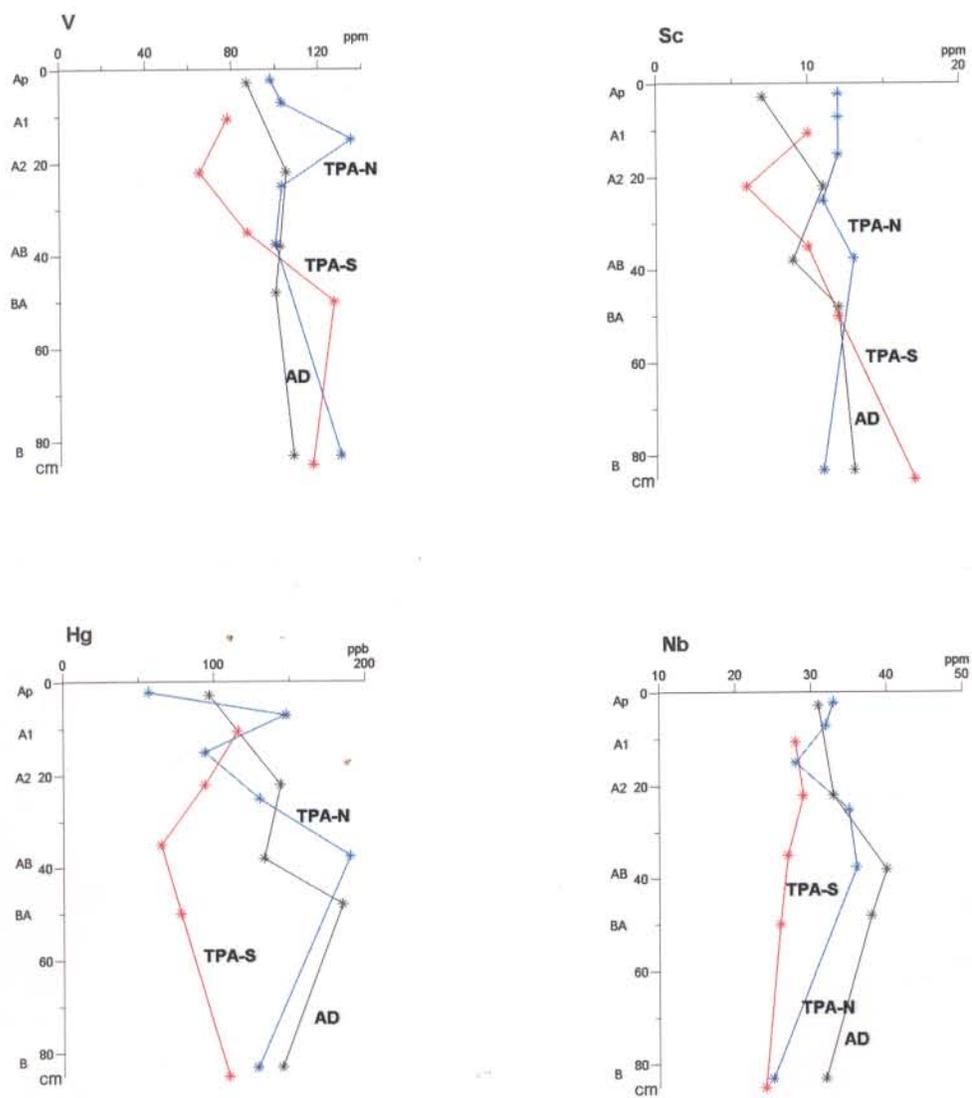


Figura 58 - Distribuição dos teores de V, Sc, Hg e Nb em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha

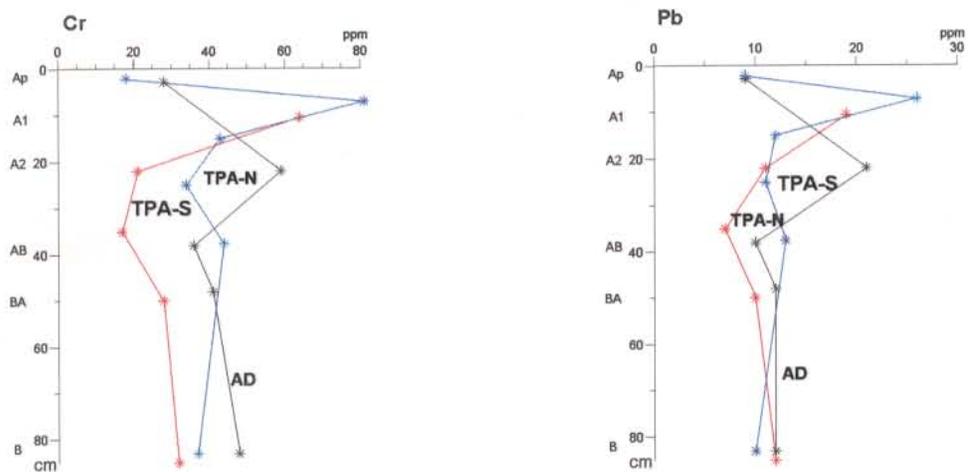


Figura 59 - Distribuição dos teores de Cr e Pb em função dos horizontes do solo no sítio Manduquinha

No sub-agrupamento (a) a distribuição dos elementos não é idêntica nos perfis.

Ga se distribui no perfil de maneira semelhante ao Fe_2O_3 (Figura 57). Na TPA-N, por exemplo, os teores diminuem dos horizontes B (42ppm) para o A (30ppm), estando no solo provavelmente na goethita.

Sc, V e Hg apresentam modo de distribuição semelhantes entre si nos perfis de solos (Figura 58), que diminuem de B para A. Destes elementos principalmente o V pode estar na goethita.

Os teores de Nb não apresentam variações significativas ao longo dos perfis, apresentando maiores valores no horizonte BA das AD (40 ppm). O Nb apresenta o mesmo padrão de distribuição dos teores do TiO_2 , devendo estar no mineral anatásio.

Os teores de Zr aumentam de B para A apresentando seus maiores teores no horizonte A_1 . Esse elemento está no solo provavelmente como mineral zircão.

No sub-agrupamento (b) a distribuição dos teores dos elementos Pb e Cr é idêntica, (Figura 59) enquanto que Co e Cd apresentam valores abaixo do limite de detecção para a maioria dos horizontes analisados. Esses elementos estão provavelmente na goethita.

Pb e Cr enriquece abruptamente nos horizontes A_1 . Na TPA-N, por exemplo, os teores de Pb aumentam de B (10ppm) para A_1 (26ppm) e Cr de 37 para 81ppm nestes mesmos horizontes. Co apresenta teores variando de 1 a 1,5 ppm, enquanto que os valores de Cd variam de 7 a 11 ppm.

Os mapas de distribuição geoquímica dos elementos químicos do agrupamento I, apresentam claramente maiores concentrações na porção norte, diminuindo acentuadamente para TPA-S e suas adjacências. Essa diminuição dos valores de norte para sul, é muito semelhante ao Fe_2O_3 , independente de ser TPA ou AD, como pode ser visualizado nas Figuras 60, 61 e 62. Na_2O apresenta distribuição areal diferente dos demais elementos do agrupamento I, faz parte desse agrupamento provavelmente por apresentar valores médios mais elevados nas áreas adjacentes, porém sua correlação não é significativa. Esse fato está refletido nitidamente no mapa de distribuição geoquímica (Figuras 42, 60, 61 e 62).

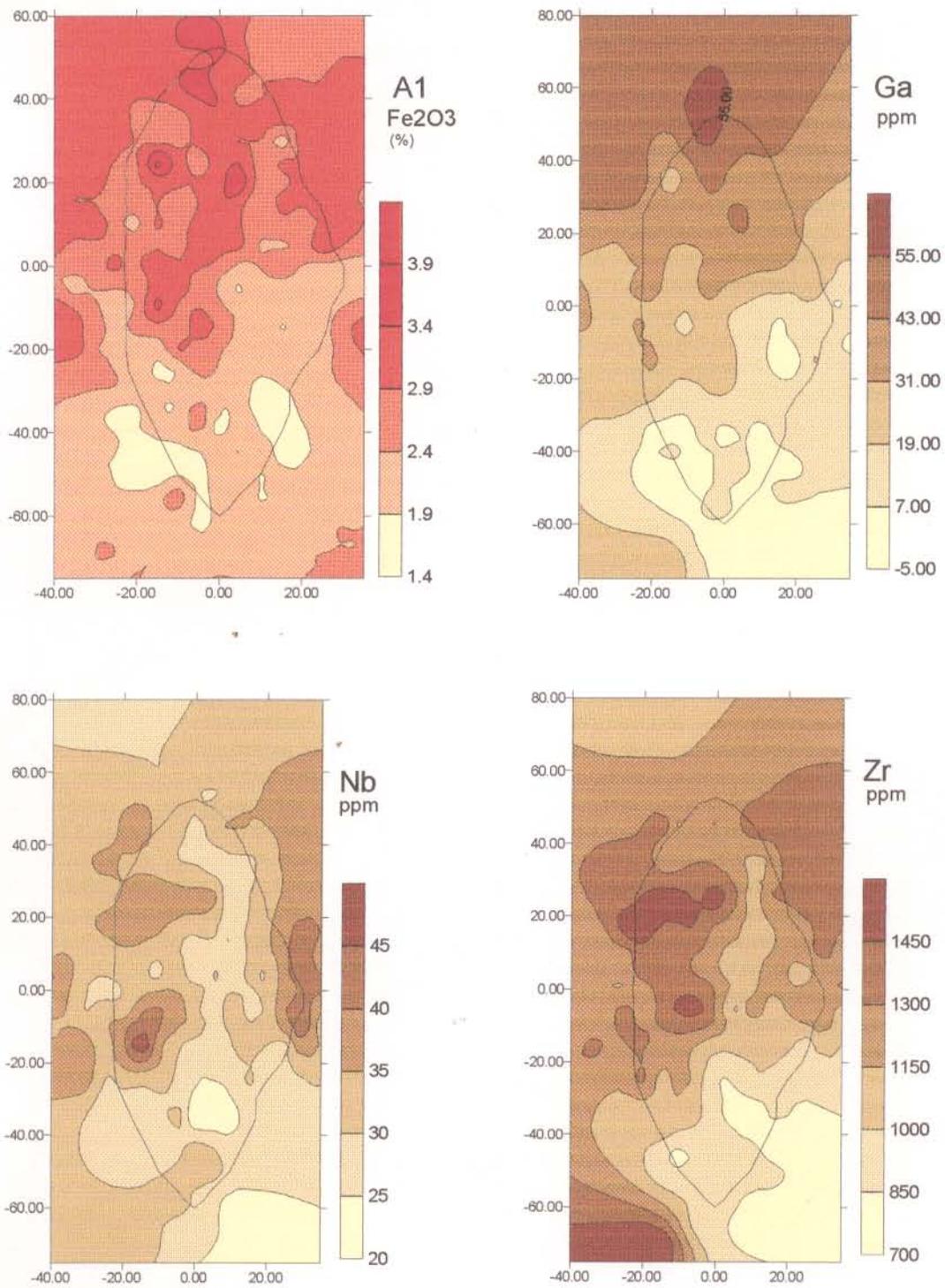


Figura 60 - Distribuição do Fe₂O₃ (para fins de comparação), Ga, Nb, Zr no horizonte A₁ do sítio Manduquinha - Sub-agrupamento (a)

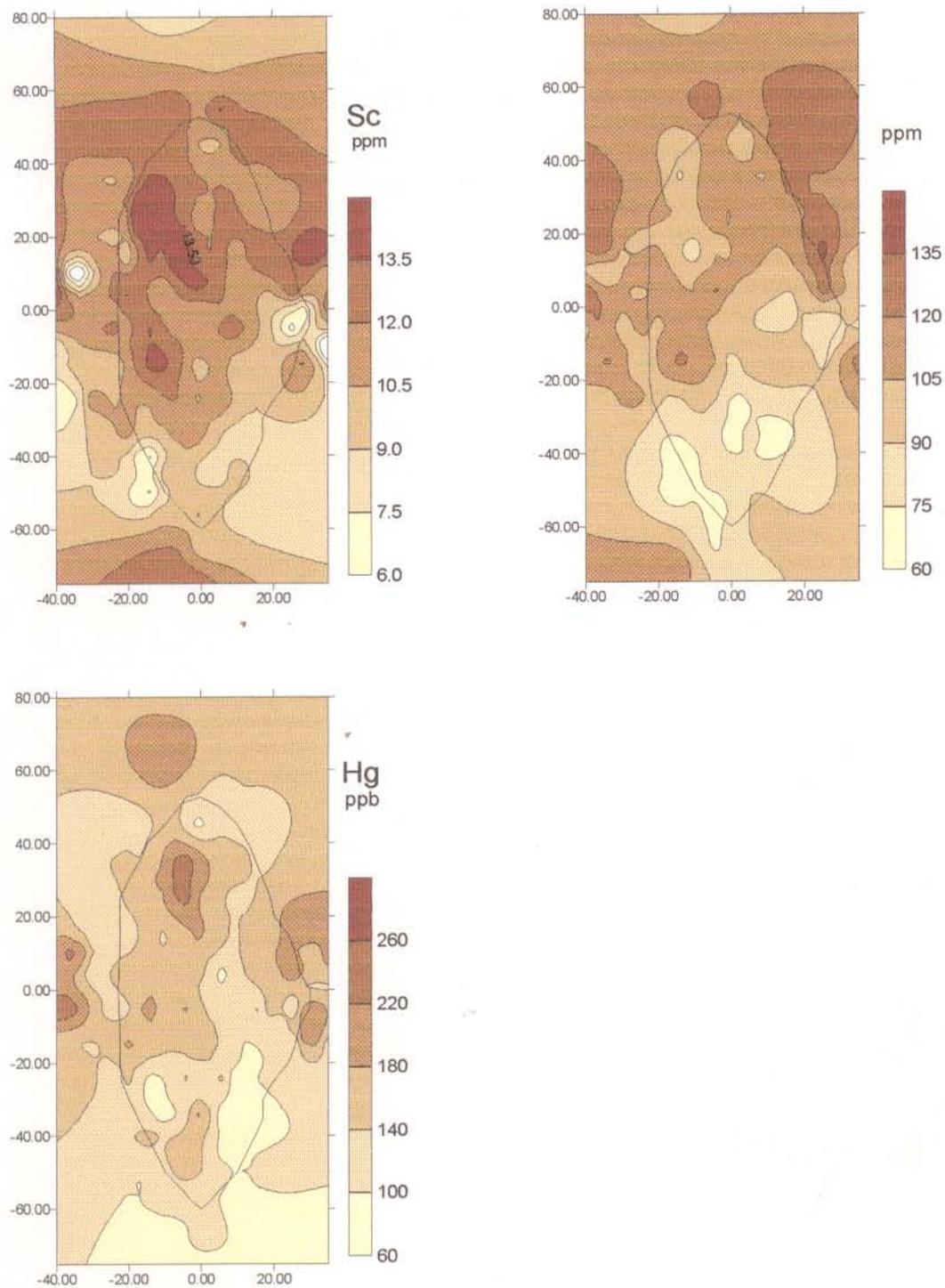


Figura 61 - Distribuição do Sc, V e Hg no horizonte A₁ do sítio Manduquinha - Sub-agrupamento (a)

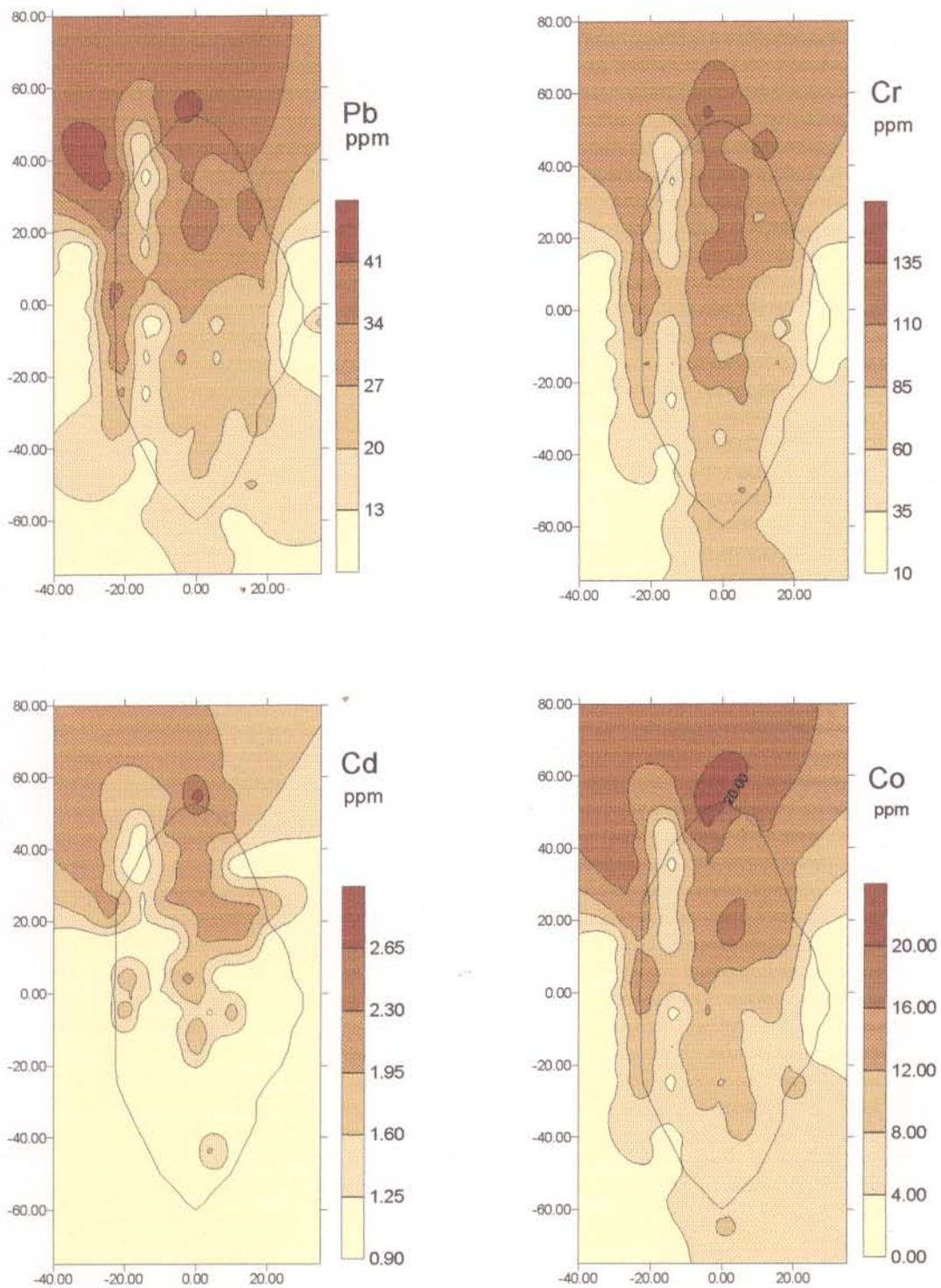


Figura 62 - Distribuição do Pb, Cr, Cd e Co no horizonte A₁ do sítio Manduquinha - Sub-agrupamento (a)

5.4.2 Agrupamento II

O agrupamento II está representado pelo $MgO + CaO + P_2O_5 + Ba + Cl + Cu + Mn + Sr + Zn$. De acordo com o grau de similaridade o agrupamento II foi desmembrado, em ordem decrescente de correlação, em dois sub-grupos:

- a) Zn-Mn-Cu- P_2O_5 -MgO
- b) Sr-Ba-CaO-Cl

O agrupamento II é formado pelos elementos que apresentam teores mais elevados nos horizontes A das TPA, dos sítios Manduquinha e Mina II, como verificado anteriormente para CaO, MgO e P_2O_5 (Figuras e Tabelas 5, 6 e 7). No sítio Manduquinha o perfil de solo da TPA-S apresenta, geralmente, valores médios mais elevados, em oposição ao agrupamento II.

Os teores de Zn, Mn e Cu, sub-agrupamento (a), estão visivelmente mais concentrados nos horizontes A das TPA, como mostra a figura 63, Os horizontes B não apresentam variações significativas nos teores destes entre as TPA e AD. Estes elementos devem estar na estrutura da matéria orgânica.

Sr, Ba e Cl do sub-agrupamento (b) tem curva de distribuição no perfil semelhante a do CaO, em especial Sr e Cl, com valores aumentando dos horizontes B para A (Figura 64). Sr e Cl devem estar junto com o CaO fazendo parte da aragonita das conchas.

Os elementos traços do agrupamento II, mostram através dos mapas de isovalor uma clara relação com a TPA (Figuras 65 e 66), principalmente no horizonte A_1 onde estão os teores mais elevados, da mesma forma que os elementos principais desse grupo como CaO, MgO e P_2O_5 (Figuras 42 e 53). Os componentes deste agrupamento apresentam maiores concentrações em toda a porção sul, principalmente para sudeste, com diminuição de sul para o norte, comportando-se de maneira inversa ao Fe_2O_3 . Zn, Mn e Cu apresentam dois núcleos de maior concentração localizados no limite sudeste da TPA e a nordeste da TPA (Figura 65). O $Mn_{\text{trocável}}$ apresenta teores mais elevados em locais que coincidem com os de Zn, Mn e Cu, porém está mais restrito à TPA.

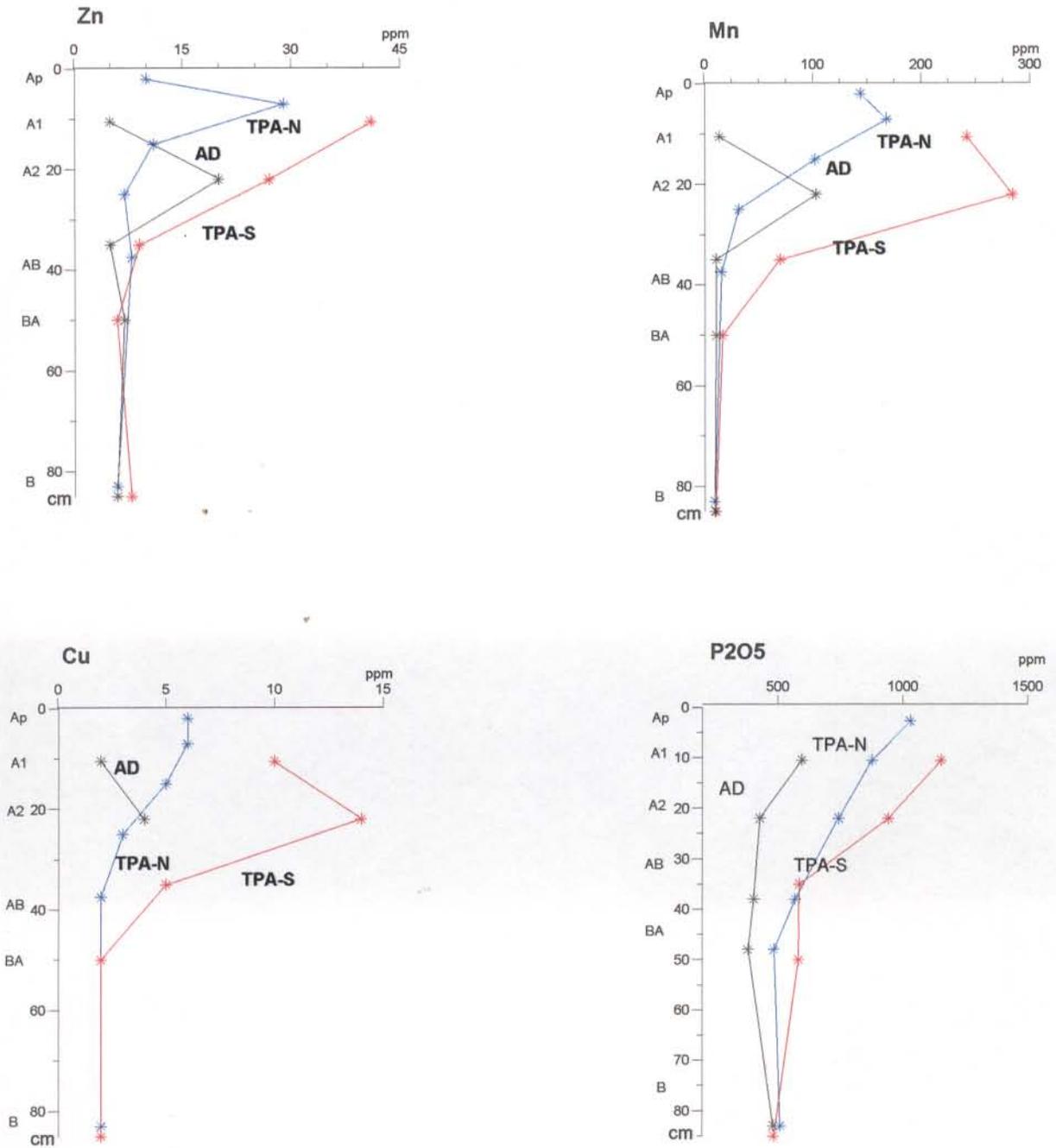


Figura 63 - Distribuição dos teores de Zn, Mn, Cu e P₂O₅ em função dos horizontes de solo do sítio Manduquinha - sub-agrupamento (a)

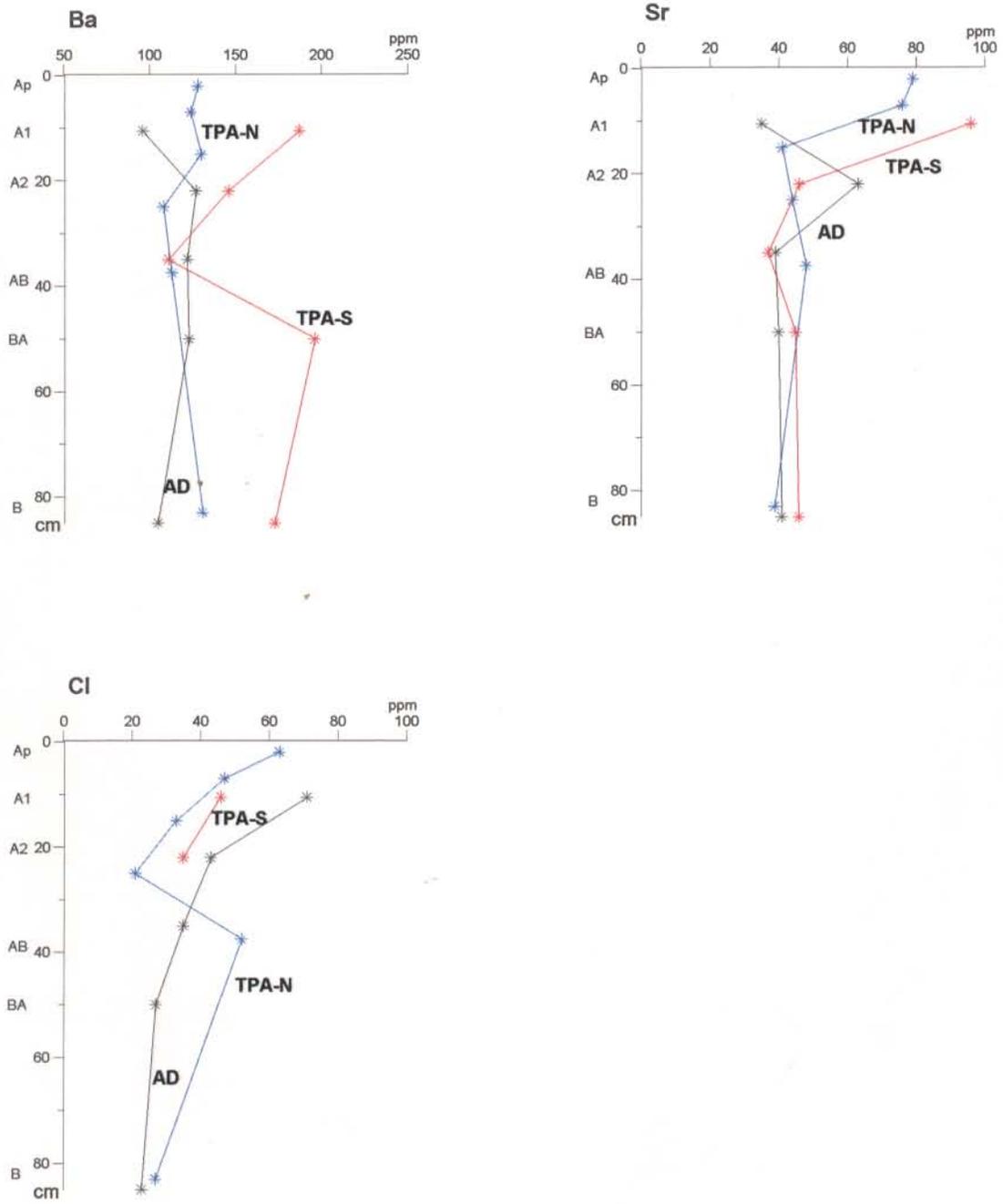


Figura 64 - Distribuição dos teores de Ba, Sr e Cl em função dos horizontes de solo do sítio Manduquinha - sub-agrupamento (b)

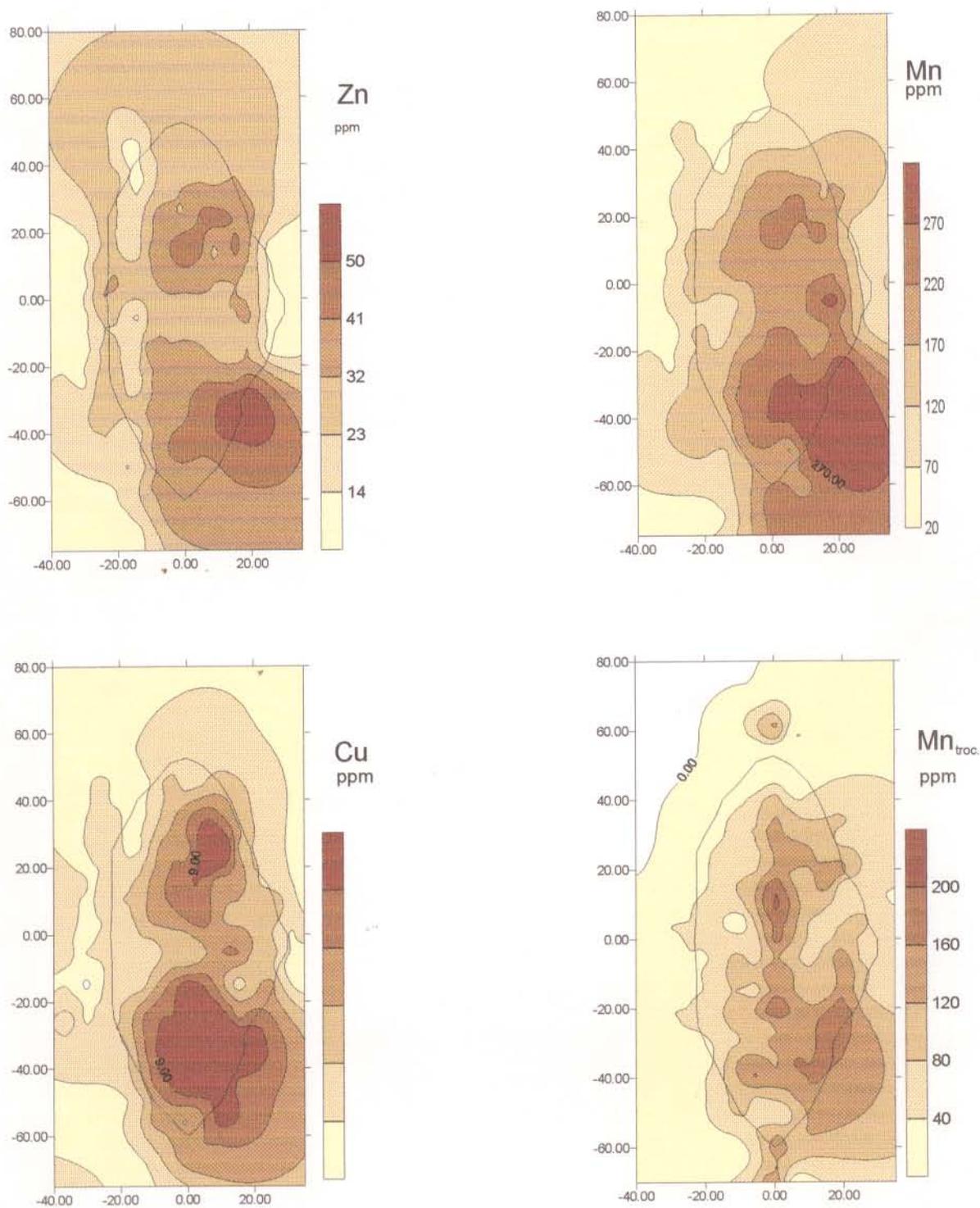


Figura 65 - Distribuição do Zn, Mn, Cu e Mn_{ox} no horizonte A₁ do sítio Manduquinha.
- sub-agrupamento (a).

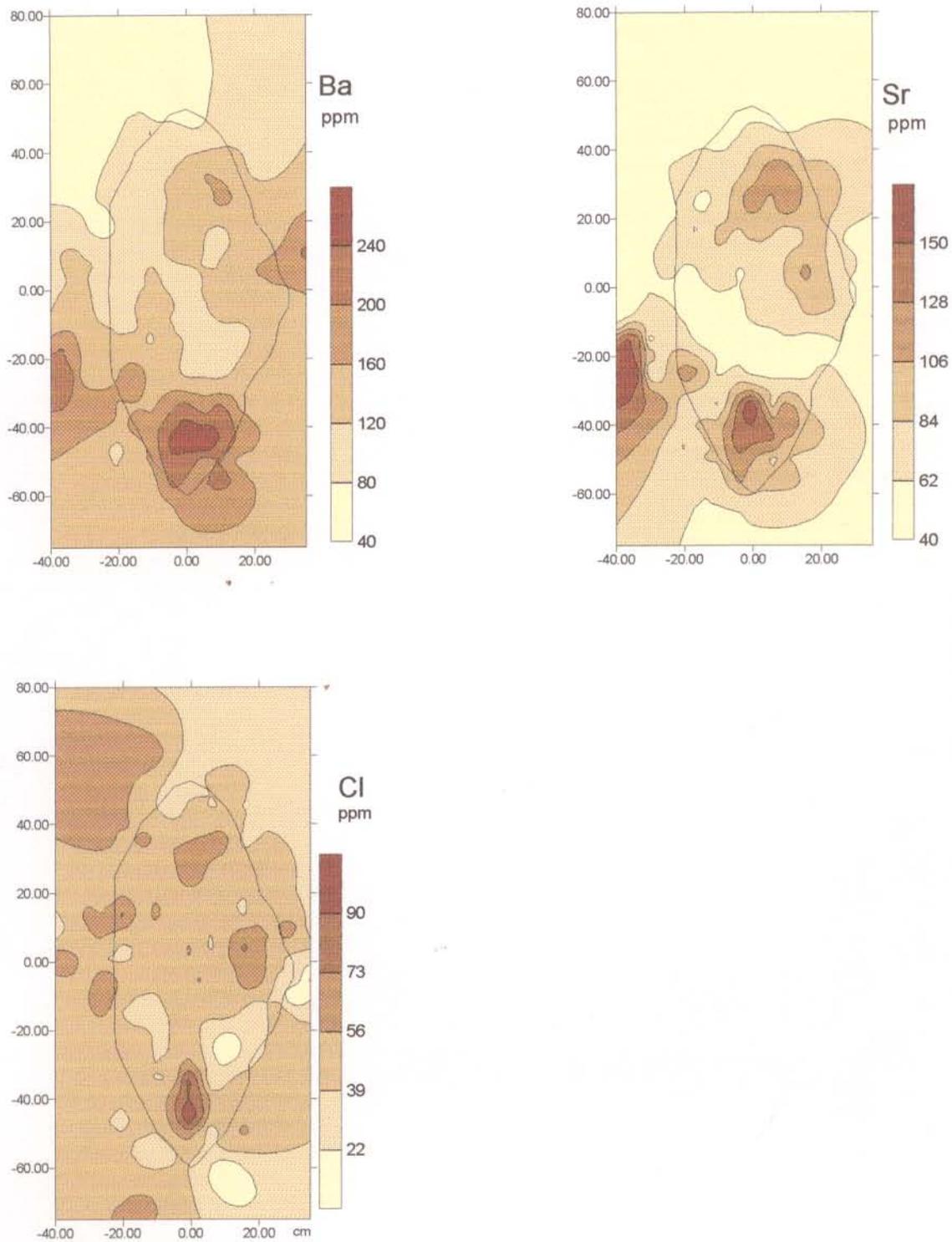


Figura 66 - Distribuição do Ba, Sr, e Cl no horizonte A₁ do sítio Manduquinha.
- sub-agrupament (b).

5.4.3 Agrupamento III

O agrupamento III é representado pelo $As + B + F + Y$ não se correlacionando positivamente com nenhum elemento químico principal.

Nos perfis de solo dos sítios Manduquinha e Mina II, a distribuição dos teores de As, B, F e Y não é idêntica e não apresentam diferenças significativas entre as TPA e AD.

Nas TPA e AD do sítio Manduquinha, os teores de boro aumentam acentuadamente do horizonte B/AB para os horizontes A_1 e A_2 . Os teores de ítrio também aumentam nestes horizontes porém de forma mais suave. Os teores de arsênio, por outro lado, diminuem do horizonte B para o A. Os teores de flúor diminuem do horizonte B para o AB, aumentando novamente para os horizontes A (Figura 67 e Tabelas 5, 6 e 7).

De modo geral os elementos boro e ítrio no perfil tem um padrão mais próximo ao agrupamento II, com valores aumentando do horizonte B para o A, provavelmente encontrados na matéria orgânica como organo-metais ou fazendo parte da aragonita das conchas. Flúor e arsênio possuem um padrão mais próximo ao agrupamento I, com valores diminuindo do horizonte B para o A, em associação com o ferro na goethita.

A distribuição geoquímica areal dos teores de boro e ítrio mostra uma certa tendência desses elementos a se concentrarem na porção sul, enquanto que flúor e arsênio nas porções oeste e leste, geralmente fora da área de TPA (Figura 68).

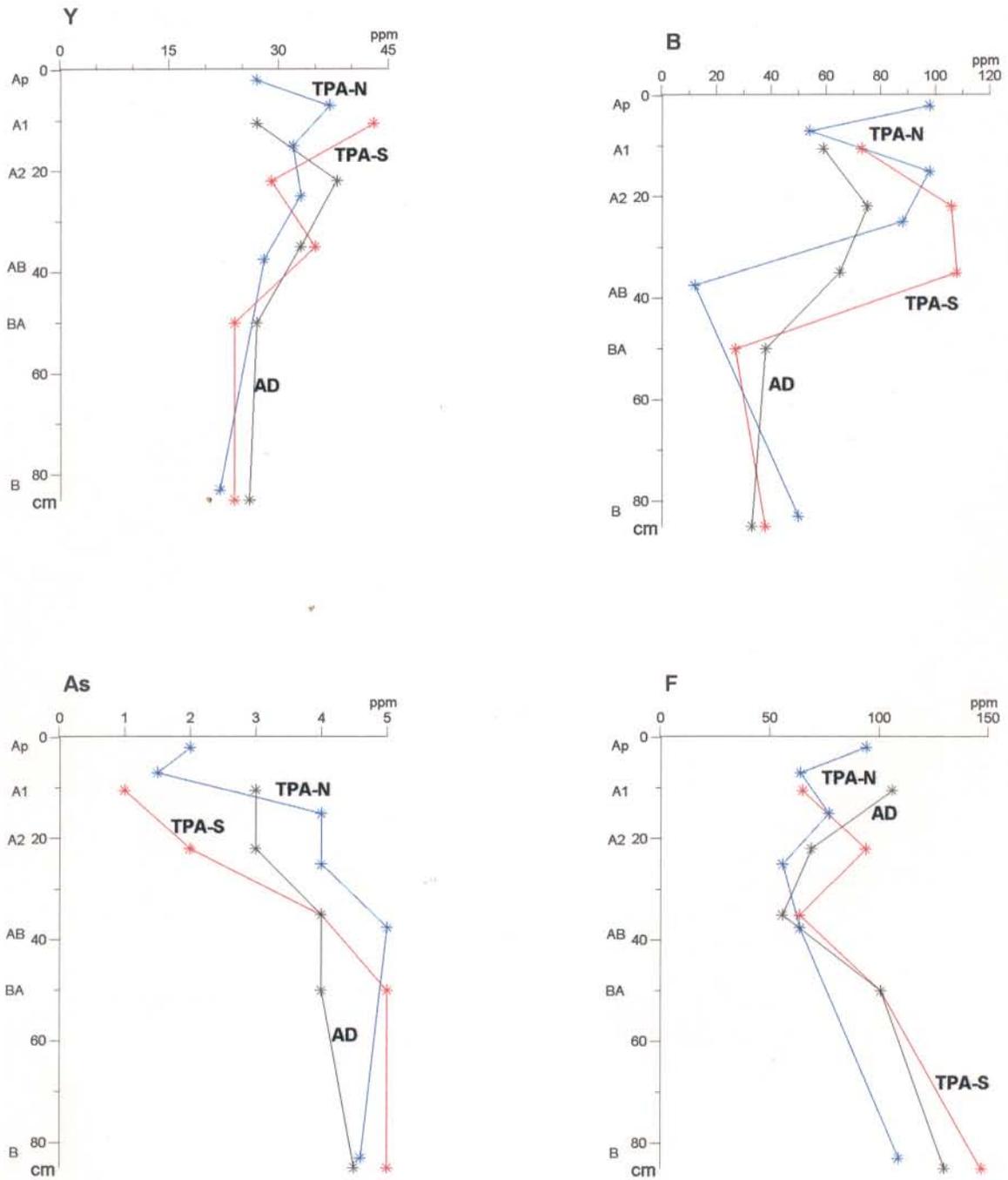


Figura 67 - Distribuição dos teores de Y, Ba, As e F em função dos horizontes de solo do sítio Manduquinha

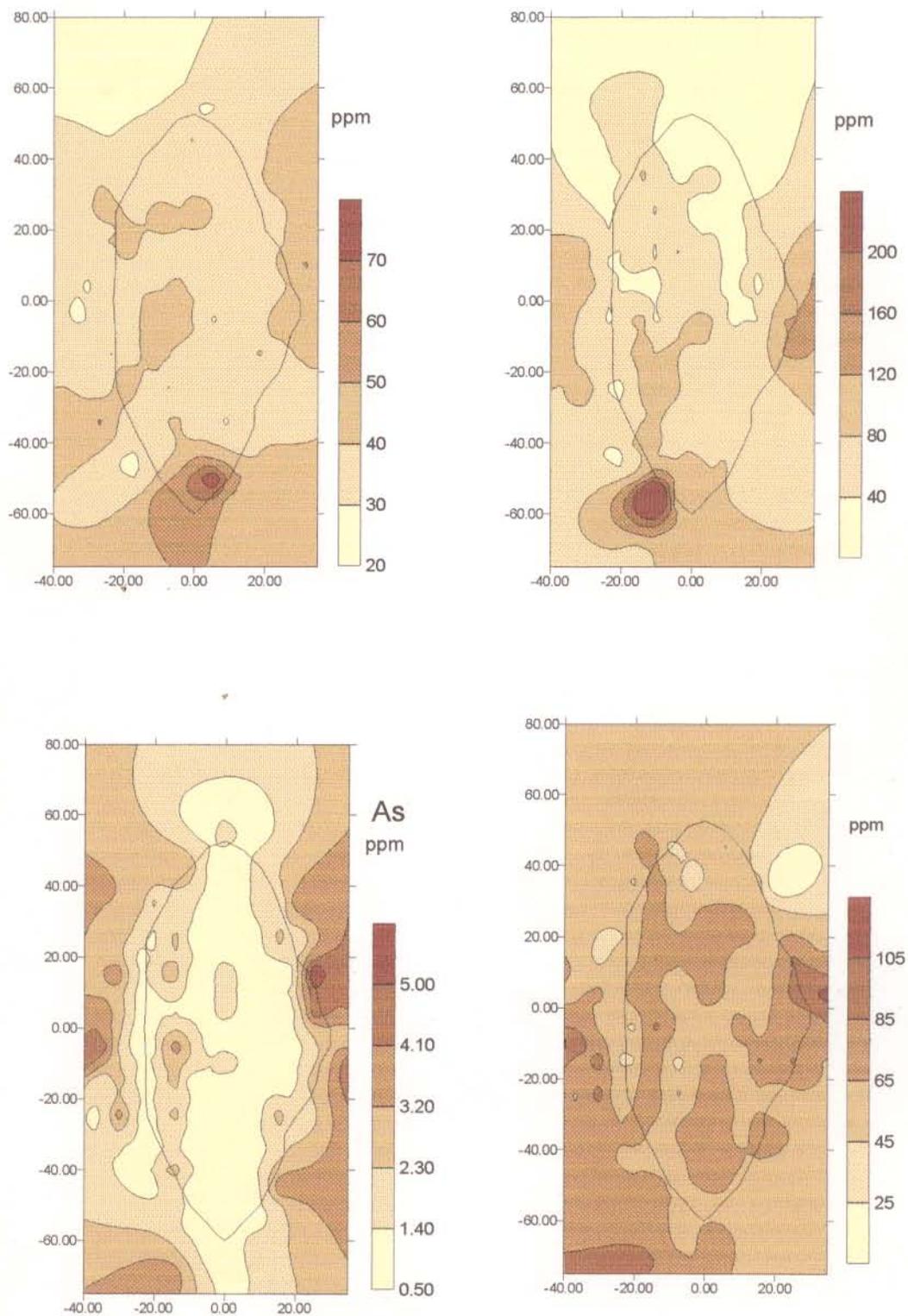


Figura 68 - Distribuição do Y, B, As e F no horizonte A₁ do sítio Manduquinha.

6 A CERÂMICA

6.1 CERÂMICA ARQUEOLÓGICA

A cerâmica arqueológica⁴, aqui estudada compõe-se de 624 fragmentos coletados nas 14 sondagens realizadas no sítio Manduquinha.

A técnica de confecção identificada nestes fragmentos, foi quase sempre o acordelado, além da modelagem de pequenas peças ou pequenos apêndices de peças maiores. Do total dos fragmentos, 75,8% é cerâmica simples (sem decoração) e 24,2% decorada. Ao contrário do que ocorre atualmente na região, grande é a diversidade do material utilizado como antiplástico: cariapé, areia, cauixi, fragmentos de cerâmica, concha, carvão ou rocha triturada. Para a cerâmica simples foram calculadas as frequências por tipo de antiplástico e para a cerâmica decorada, por tipo de decoração, conforme geralmente utilizado na classificação da cerâmica arqueológica.

Do total de fragmentos simples, o antiplástico mais freqüente é o cariapé, com 36,5%, ocorrendo tanto sozinho como combinado a todos os outros. Segue-se o antiplástico de areia com 15,9%. O antiplástico areia quando associada com outros, não foi considerado face à possibilidade de pré-existir na matéria prima, o que não é possível para o cariapé, por exemplo. Os fragmentos com antiplástico de cauixi (excluídos aqui os de cariapé associado ao cauixi, já considerados no primeiro) perfazem 10,7% do total. Ainda 12,7% de fragmentos simples distribuem-se entre os outros antiplásticos e suas combinações (Figura 69).

No conjunto dos fragmentos decorados (Figura 69), a maior frequência é a decoração branca (9,9%), seguindo-se a vermelha (6,2%), incisa (2,7%), excisa (1,0%) e a modelada (0,8%). Outras decorações de menor expressão também ocorrem (3,7%).

⁴ Ver glossário arqueológico ANEXO FF

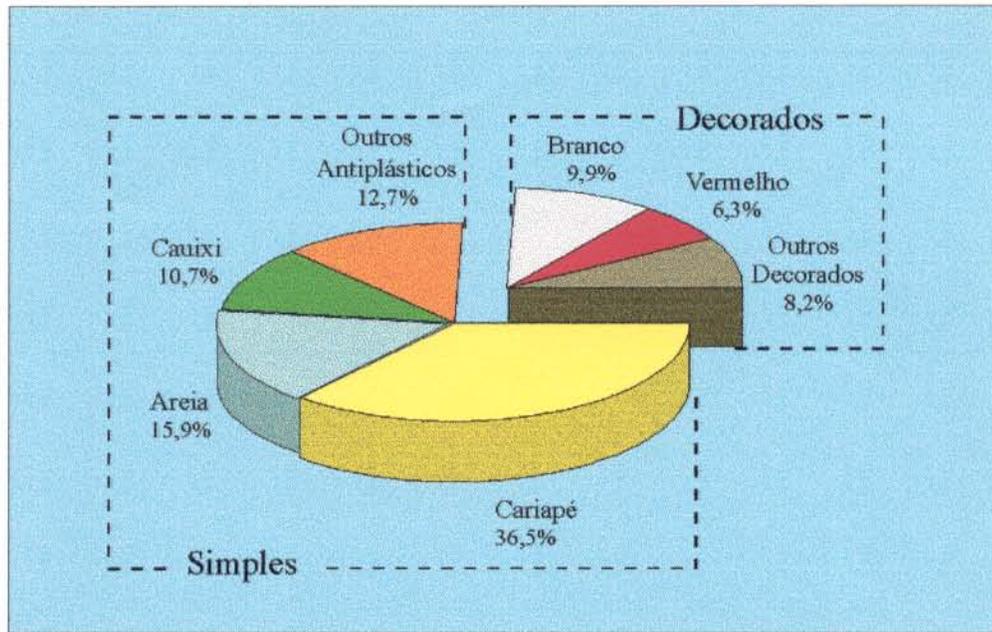


Figura 69 - Frequência de tipos de decoração e antiplástico ocorrentes na cerâmica.

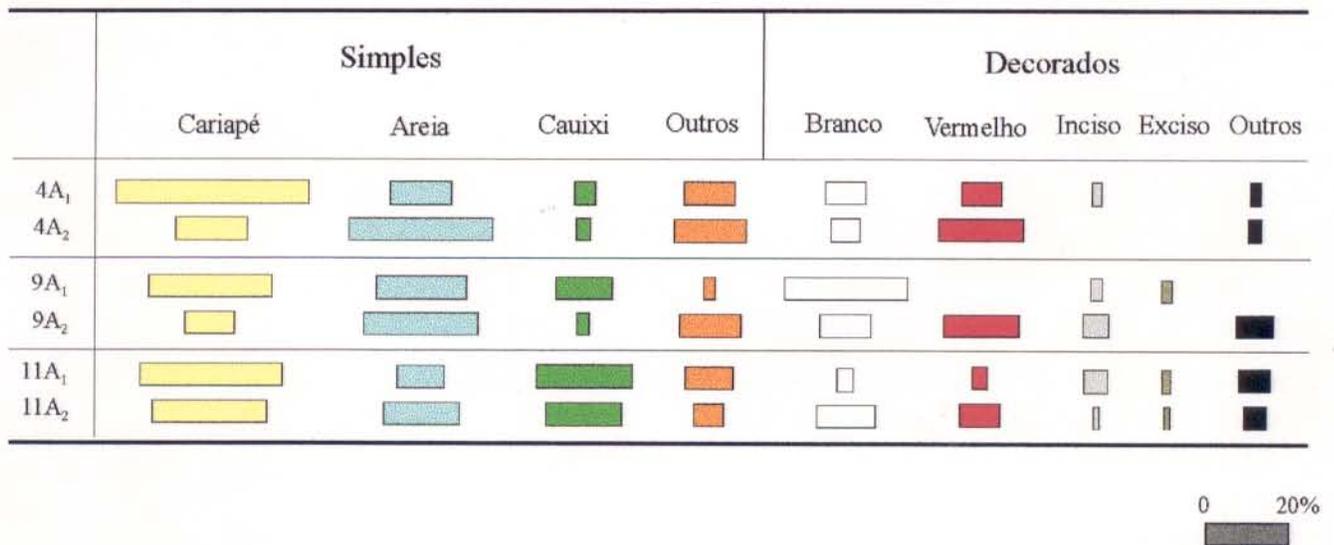


Figura 70 - Frequência relativa dos fragmentos cerâmicos simples e decorados em função dos horizontes A1 e A2 nos pontos 4, 9 e 11.

Apresentemente o sítio arqueológico não sofreu alterações na disposição original de seus horizontes correspondendo, portanto, as camadas superiores a períodos de tempo mais recentes que as inferiores. Para uma verificação de possíveis variações da cerâmica com o tempo, quantificou-se as características do material proveniente das sondagens 4, 9 e 11, já que estas apresentaram quantidade regular de fragmentos nos horizontes A₁ e A₂. Nos três casos a cerâmica simples com antiplástico de cariapé tende a aumentar a sua frequência para o tempo presente em oposição ao antiplástico de areia que diminui de frequência (Figura 70). Em linhas gerais as decorações brancas e vermelhas também parecem a diminuir sua frequência em direção ao tempo presente, enquanto as decorações incisa e excisa aumentam sua frequência com o tempo (Figura 70).

Quando analisada a densidade de fragmentos por sondagem, àquelas localizadas a leste do sítio, portanto mais próximo a margem da baía de Caxiuanã, apresentam maior número de fragmentos. As sondagens localizadas a norte apresentam solo mais compactado, com menor quantidade de sementes e raízes.

Poucos foram os fragmentos (3,5%) que permitiram reconstituição das formas do vasilhame. A maior parte das formas reconstituídas é de panelas (recipientes destinados ao processamento de alimentos). Segue-se o grupo das tigelas (recipientes destinados à distribuição de alimentos), além de um único fragmento de prato (assador de beiju) (Figura 71).

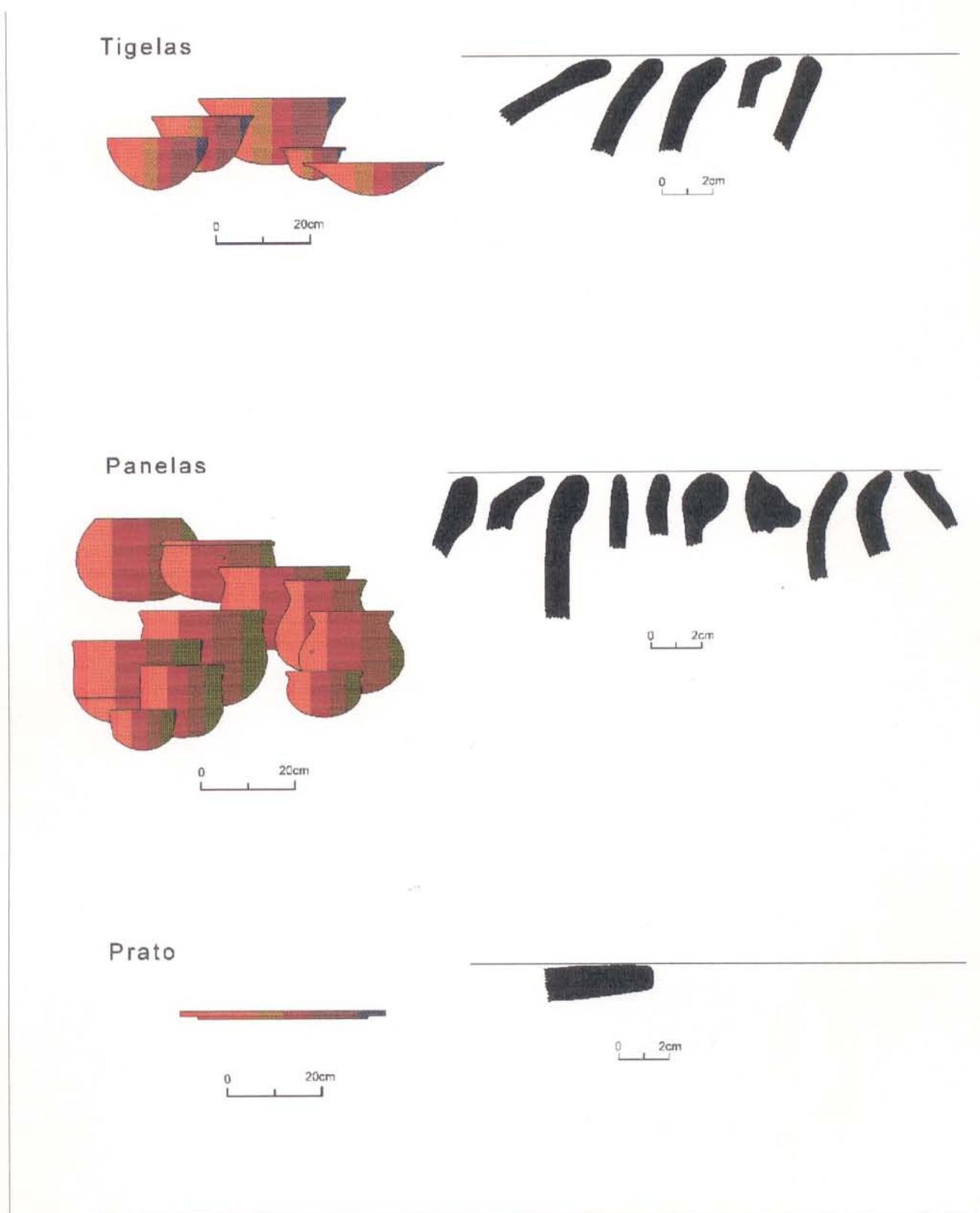


Figura 71 - Reconstituição das formas do vasilhame.

6.2 ASPECTOS QUÍMICOS E MINERALÓGICOS

A composição química dos fragmentos cerâmicos do sítio Manduquinha não apresentou variações significativas para as amostras constituídas de diferentes antiplásticos, bem como quando levado em consideração sua distribuição areal, tanto horizontal (pontos de amostragem) como em profundidade (horizontes A₁ e A₂). A composição média mostra que SiO₂ é o principal constituinte, seguido de Al₂O₃, Fe₂O₃, P₂O₅, Na₂O, K₂O e TiO₂ (Tabela 8). Os principais minerais ocorrentes na cerâmica de Caxiuana são o quartzo, caulinita e a hematita, não apresentando variações mineralógicas, tanto quando analisados os diferentes antiplásticos como a sua distribuição no sítio (areal e em profundidade) (COELHO et al. 1995).

No microscópio eletrônico de varredura (MEV), a cerâmica apresenta matriz fina, composta principalmente por silicatos de alumínio. Em menor quantidade ocorrem Fe, Ti, K e Cl. Dentro dessa matriz ocorrem grãos de quartzo, de oxi-hidróxidos de Fe, cariapé, e espículas de cauxi. Foi confirmada a composição silicosa do cariapé e do cauxi, analisados anteriormente por COSTA et al. (1994). A borda alterada do cauxi e do cariapé, apresenta muitas vezes uma massa de coloração branca composta principalmente por C e O; podendo ocorrer em menor quantidade Si, Al, S, K e Ca; e por vezes Mg (Figura 72). Quando efetuado mapeamento para Ca, P, Al, Zn e Mn, verificou-se que todos esses elementos ocorrem distribuídos e em pouca quantidade, principalmente o Zn e o Mn. Os locais que apresentam concentrações de P não apresentam de Ca e vice-versa.

Tabela 8 - Composição química média dos fragmentos de cerâmica arqueológica do Sítio Manduquinha

Composição	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	Na ₂ O	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	P.F	TOTAL
média	71,35	8,60	4,53	1,17	0,39	0,98	0,01	0,25	0,18	0,59	11,62	99,88

COELHO et al. (1995)

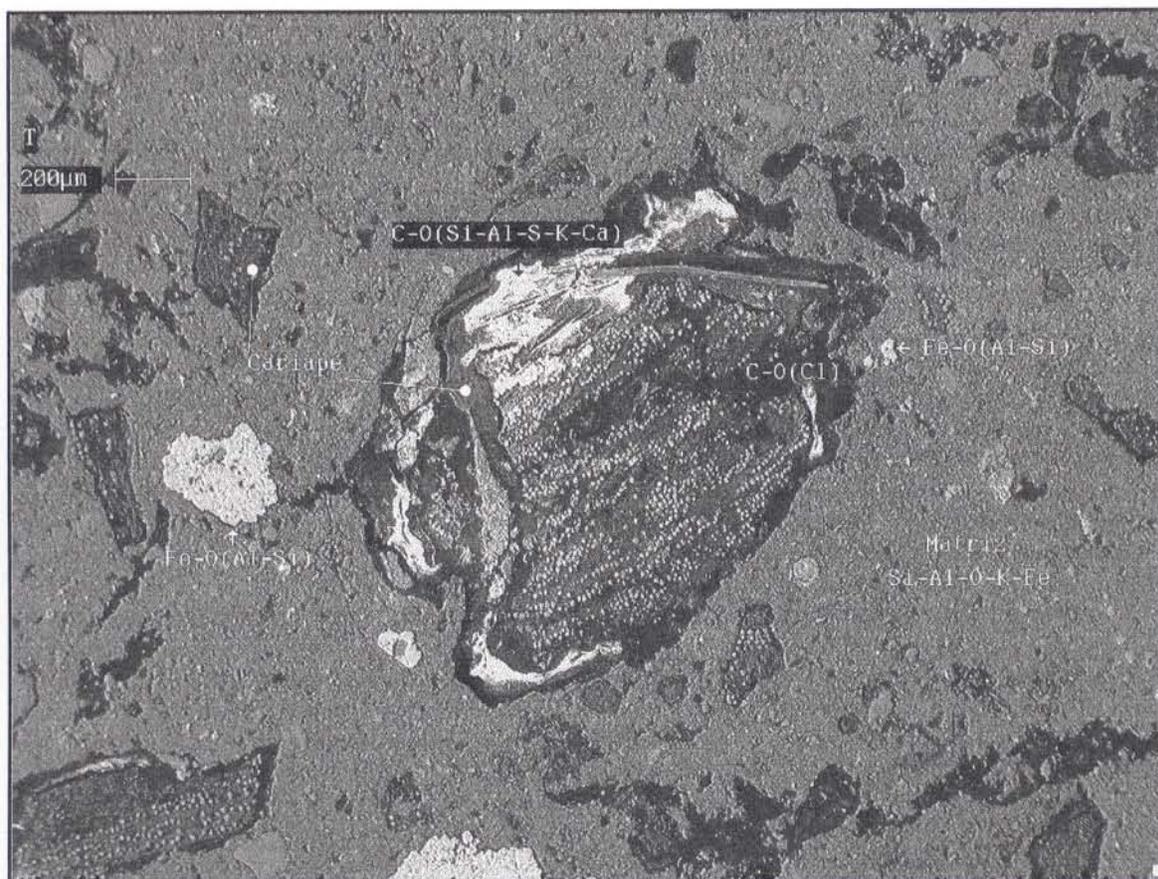


Figura 72 - Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura mostrando a matriz, grãos de óxido de ferro e fragmentos de cariapé com borda alterada na cerâmica arqueológica.

6.3 CORRELAÇÃO COM A CERÂMICA CABOCLA

O naturalista Domingos Soares Ferreira Penna em 1864 visitou a de baía de Cunani, hoje conhecida como baía de Caxiuanã. Na região eram confeccionados inúmeros utensílios em cerâmica como panelas, potes, alguidares, bacias, tachos de torrar farinha e ainda recipientes para a coleta de borracha. Atualmente apenas uma moradora local faz esses utensílios, porém, passado mais de um século, o processo é muito semelhante àquele descrito pelo naturalista (CONSELHO ESTADUAL DE CULTURA 1971). Segundo a ceramista, a matéria prima utilizada (argila e antiplástico) deve ser cuidadosamente selecionada. A argila é coletada atualmente às margens do igarapé Curuazinho e o antiplástico utilizado é a casca da árvore cariapé (*Licania*, *Crysobalanacea*), queimada e moída. Com a mistura da argila umedecida e o antiplástico molda-se o utensílio manualmente (Figura 73). Este, já moldado (Figura 74), deve ser seco ao sol por um período mínimo de 2 dias, depois ao fogo por cerca de uma hora (Figura 75). Com o utensílio ainda quente efetua-se a impermeabilização interna com resina denominada de taicica ou jutaicica (Figura 76), assim finalizando o processo de confecção.

A aparência dessa cerâmica, suas características e provavelmente o modo de confecção são semelhantes àqueles com antiplástico de cariapé encontrados no contexto arqueológico (fragmentos cerâmicos no solo da TPA), conforme descrito acima.



Figura 73 - Confeção de utensílio cerâmico

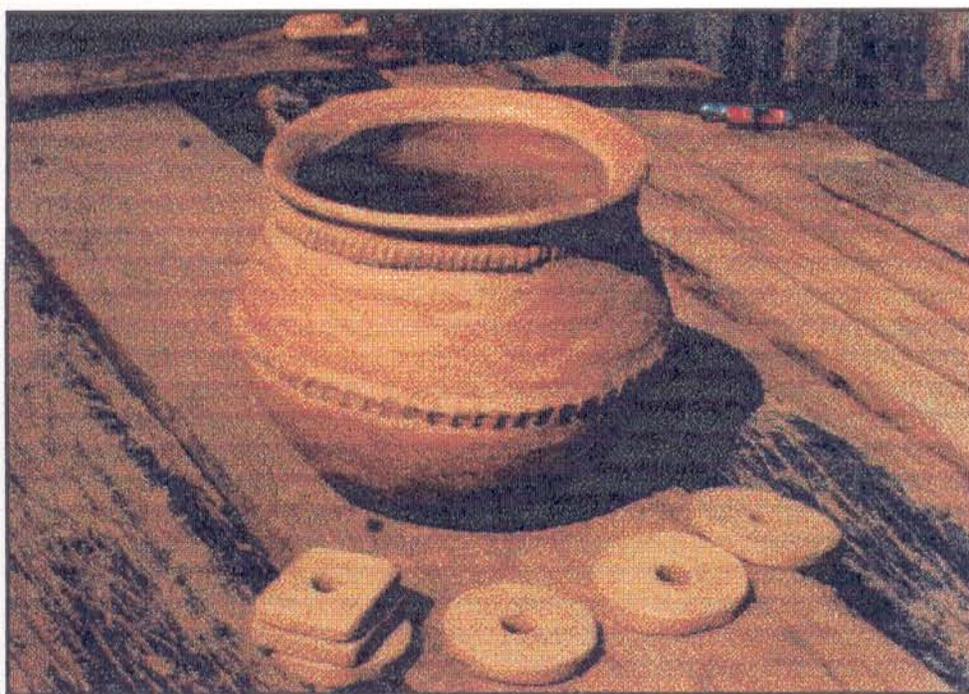


Figura 74 - Utensílio cerâmico em processo de secagem

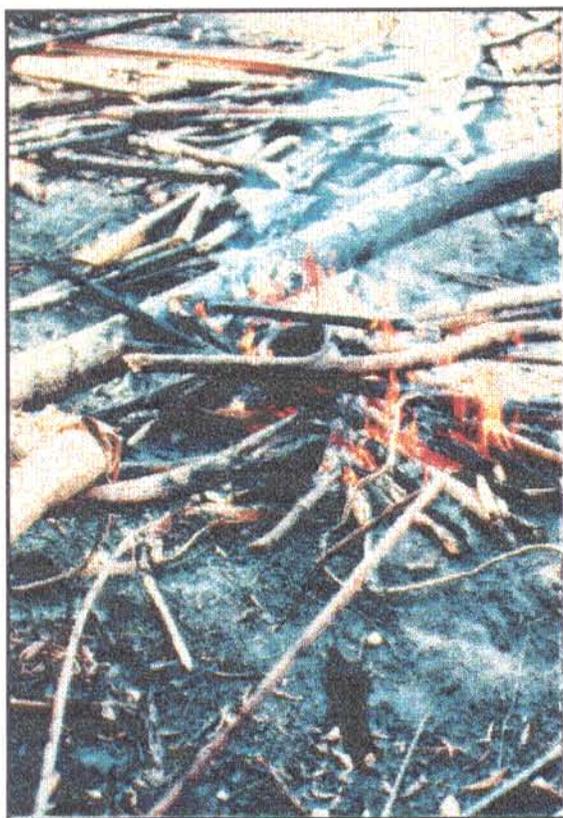


Figura 75 - Processo de queima do utensílio cerâmico



Figura 76 - Impermeabilização interna de utensílio cerâmico com resina vegetal

7 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

7.1 GEOLOGIA E PEDOLOGIA

Na região de Caxiuanã, sedimentos correlacionados à Formação Alter do Chão e posteriormente lateritizados, foram submetidos a processos pedogenéticos formando solos oxídicos classificados como Latossolo Amarelo.

No entanto, algumas áreas são conhecidas pelos ribeirinhos por apresentarem uma elevada fertilidade natural, sendo por isso hoje em dia muitas vezes procuradas para moradia e/ou cultivo. Verificando localmente essas áreas, em relação às suas adjacências, elas apresentam, principalmente nos horizontes A, elevados teores de Ca, Mg, K, P, C, H+Al, K, capacidade de troca de cátions, saturação de bases, bem como de pH e teores mais baixos em Al.

Os horizontes A, desses locais chamam a atenção por apresentarem coloração preta (10YR 2/1 ou 7,5YR 2/0), sendo por isso denominados de *terra preta*. A textura destes solos é mais arenosa e a estrutura mais forte que as adjacências. Apresentam ainda relativa quantidade de material arqueológico como fragmentos de cerâmica e de artefatos líticos, que comprovam tratar-se de locais utilizados por grupos pré-históricos.

Os horizontes B normalmente não apresentam variações significativas quanto aos aspectos químicos, físicos e morfológicos, comprovando tratarem-se inicialmente (antes da ocupação humana) de uma única classe de solo, o Latossolo Amarelo.

Na Amazônia as áreas de *terra preta* foram analisadas, principalmente para Ca, Mg, P e C por CUNHA FRANCO (1962), RANZANI et al. (1962), SOMBROEK (1966), FALESI (1970, 1972 E 1974), SILVA et al. (1970), VIEIRA (1975); BENNEMA (1977), ZECH et al. (1979), SMITH (1980), EDEN et al. (1984), KERN & KÄMPF (1989) e PABST (1991), mostrando uma alta fertilidade desses solos, que se destacam em relação àqueles comumente encontrados na região. Em todas as amostras analisadas os teores de Ca apresentam-se mais elevados que Mg, K e Na, por causa de sua maior afinidade com as superfícies de troca no solo. Em Caxiuanã, os teores mais elevados de Ca alcançaram 16 mE/100g. O valor máximo, de 52 mE/100g foi registrado nas TPA de Belterra (PABST, 1991) e o mínimo, abaixo de 1 mE/100g, nas TPA da Colômbia (EDEN et al., 1984). Os teores mais elevados de Mg em Caxiuanã foram de 3 mE/100g, porém na região de Cachoeira-Porteira e Belterra, as TPA chegaram a apresentar teores na ordem de 7 mE/100g (KERN & KÄMPF, 1989 e PABST, 1991). Em Caxiuanã os teores de P trocável alcançaram 1370ppm, chegando a um valor máximo de 1500ppm na região de Santarém-Pa (ZECH et al. 1979).

O conteúdo máximo de matéria orgânica nas TPA de Caxiuanã é de 7%, bastante elevado quando comparado com o Latossolo Amarelo da Amazônia que apresenta em média 2%. Porém nas TPA de Belterra chega a alcançar valor máximo de 21% (PABST, 1991). Para esse autor a matéria orgânica das TPA, além de diferir em termos de quantidade, também difere em sua estruturação: é mais estável e mais rica em componentes organo-metálicos que a dos Latossolos amazônicos. Esse fato pode estar ligado à composição inicial da matéria orgânica. No Latossolo a fonte da matéria orgânica é a cobertura vegetal natural. Nas TPA, além do componente vegetal selecionado (folhas para cobertura de casas, sementes, cipó etc.), há grande contribuição advinda de restos animais como ossos, carapaças, conchas, fezes, urina etc. Isso faz com que sejam formados microecossistemas, com dinâmica própria, que são as TPA.

7.2 A CERÂMICA

Os fragmentos cerâmicos ocorrem em maior densidade a leste do sítio, portanto mais próximo à margem da baía de Caxiuanã. As sondagens efetuadas a norte apresentaram solo mais compactado, com menor quantidade de sementes e raízes.

Os aspectos morfológicos do solo mostraram que aparentemente os horizontes do sítio Manduquinha não sofreram alterações na sua posição original. Assim sendo os horizontes superiores correspondem a períodos de tempo mais recentes que os inferiores.

Na cerâmica o antiplástico mais comum foi o cariapé, que apresentou um aumento significativo em sua utilização para o tempo presente, ou seja para o horizonte A₁, em oposição ao antiplástico de areia, que é mais frequente no A₂. O antiplástico de cauixi, é mais encontrado no horizonte A₂. Atualmente a única ceramista da região utiliza somente cariapé como antiplástico. Apesar do cauixi ser encontrado com certa frequência na cerâmica arqueológica, hoje em dia as populações locais parecem não conhecer este material. A argila é retirada das margens dos igarapés na própria região, provavelmente a mesma fonte da matéria prima do passado. Na cerâmica decorada as decorações brancas e vermelhas diminuem sua frequência em direção ao horizonte A₁, enquanto as decorações incisa e excisa aumentam. Entre os poucos fragmentos que permitiram reconstituição das formas do vasilhame, podem ser identificadas panelas (recipientes destinados ao processamento de alimentos), tigelas (recipientes destinados à distribuição de alimentos) e prato (assador de beiju). Esse último sugere o uso da mandioca na dieta alimentar do grupo.

O sítio arqueológico Manduquinha apresentou idade de 400 ± 50 AP e 720 ± 40 AP para os horizontes A₁ e A₂, respectivamente. O distanciamento de 300 anos entre as duas datações, sugere que a área foi utilizada no mínimo por este espaço de tempo. Tanto pode ter sido uma ocupação contínua como superposição de ocupações. De qualquer forma, a pequena dimensão da TPA (0,5 ha), a pouca espessura da camada ocupacional e a pequena quantidade do material arqueológico, sugerem tratar-se de grupo de baixa densidade populacional. As características observadas no material arqueológico, em termos de técnicas de confecção, antiplástico utilizado, queima e decoração, corroboram a idéia de uma continuidade cultural.

A composição química e mineralógica dos fragmentos cerâmicos do sítio Manduquinha não apresentaram variações significativas para as amostras constituídas de diferentes antiplásticos, na distribuição areal (TPA-N e TPA-S) ou em profundidade (horizontes A₁ e A₂). Os principais constituintes da composição química são SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, P₂O₅, Na₂O, K₂O e TiO₂. A mineralogia é composta principalmente por quartzo, caulinita e hematita (COELHO et al. 1995). A composição química dos fragmentos de cerâmica é diferente da encontrada no solo. Os fragmentos de cerâmica apresentam teores mais elevados que no solo em P₂O₅, MgO, Na₂O e K₂O, enquanto que o solo apresenta teores mais elevados em CaO, em decorrência da presença de fragmentos de conchas.

7.3 GEOQUÍMICA

Pelo exposto anteriormente o sítio Manduquinha, Mina II e Ponta Alegre são sítios arqueológicos enquadráveis na categoria de terra preta arqueológica formados sobre Latossolo Amarelo derivados de crostas lateríticas ferro-aluminosas. Assim foi possível avaliar o impacto geoquímico de ocupações humanas em solos da Amazônia.

Na TPA e AD dos sítios arqueológicos da região de Caxiuanã, os principais componentes químicos são SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃. Nos horizontes A das TPA encontram-se os teores mais altos de SiO₂, MgO, CaO e K₂O, bem como os teores mais baixos de Al₂O₃, Fe₂O₃ e Na₂O quando comparados com os horizontes A das áreas adjacentes. TiO₂ não apresenta diferenças significativas ao longo dos perfis e entre perfis das TPA e AD. A composição química está

compatível com a mineralogia identificada, onde os minerais encontrados são quartzo, caulinita, oxi-hidróxido de ferro (principalmente goethita) e anatásio.

As diferenças químicas entre TPA e AD, ocorrem apenas nos horizontes A, não apresentando diferenças significativas para o B, o que confirma ser uma mesma unidade de solos antes da ocupação. No sítio Manduquinha os horizontes A da TPA-S apresentam valores mais elevados em SiO₂, C, CaO, MgO, K₂O, P₂O₅, B, Ba, Cl, Cu, Mn, Sr, Y e Zn e mais baixos em Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, As, Cd, Co, Cr, F, Ga, Hg, Pb e V. Os teores de Nb e Sc não apresentam diferenças significativas para cada perfil e entre perfis das TPA e AD.

De modo geral os perfis e mapas de distribuição geoquímica dos teores de CaO, MgO, K₂O, P₂O₅, B, Ba, Cl, Cu, Mn, Sr e Zn mostram claramente maior concentração nas áreas das TPA, apresentando concentrações em toda a porção sul, com diminuição para norte. Pode-se concluir que esses elementos químicos constituem uma associação típica de sítio arqueológico com TPA na Amazônia, devendo, portanto, estarem relacionados diretamente com a atividade humana pretérita.

Os componentes químicos Fe₂O₃, Cd, Co, Cr, Ga, Hg, Pb e V, por outro lado mostram um padrão independente a área do sítio, ou seja, comuns às TPA e AD, estando representados nos mapas e perfis de distribuição geoquímica dos teores. As maiores concentrações estão situadas na porção norte, que se dispersam para sul, independentemente de ser TPA ou AD. Assim se conclui que esse grupo de elementos não depende da atividade humana pretérita, embora tenha sofrido influência.

O quadro acima foi melhor visualizado no tratamento de dados químicos obtidos para o horizonte A₁, com a análise fatorial. A análise fatorial forneceu 3 fatores principais, representando 89,29 da variância total, obtidos com base na carga dos fatores e correlação entre as variáveis ($r = 0,34$).

As equações que representam estes fatores são:

$$F_1 = \frac{\text{MgO} + \text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Ba} + \text{Cu} + \text{Mn} + \text{Sr} + \text{Zn}}{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{As} + \text{Ga} + \text{Hg} + \text{Nb} + \text{Sc} + \text{V} + \text{Zr}}$$

$$F_2 = \frac{\text{Na}_2\text{O} + \text{As} + \text{Hg} + \text{Nb} + \text{Zr}}{\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Co} + \text{Cr} + \text{Cu} + \text{Mg} + \text{Mn} + \text{Pb} + \text{Zn}}$$

$$F_3 = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Ga} + \text{Co} + \text{Cr} + \text{Pb} + \text{V}}{\text{P}_2\text{O}_5 + \text{B} + \text{Ba} + \text{Y}}$$

No fator F_1 , MgO, CaO, P_2O_5 , Ba, Cu, Mn, Sr e Zn, correspondem em grande parte aos elementos típicos da TPA e indicam a sua oposição àqueles que discriminam os latossolos regionais, não afetados pela ocupação humana pré-histórica. A distribuição areal do F_1 separa a porção sul do sítio, já observados nas análise modo "R" e mapas de isovalor (Figura 77).

O fator F_2 discriminado por Na_2O , As, Hg, Nb e Zr, também identificado através de análises modo "R" e mapas de isoteor. F_2 separa áreas anômalas a oeste e leste já fora do sítio (Figura 77) Isso fica nítido nos mapas de distribuição geoquímica dos teores de Na_2O e As.

O fator F_3 discrimina a associação Fe_2O_3 , Ga, Cd, Co, Cr, Pb e V. O mapa de distribuição areal desse fator mostra a sua afinidade para a porção norte do sítio já observado através de análises modo "R" e mapas de isoteor, concordando com as áreas de maior teor dos elementos desse grupo (Figura 77).

Os dados geoquímicos tratados através da análise de agrupamento modo "R", mapas de isovalor e análise fatorial permitem identificar três grandes associações geoquímicas e localiza áreas de sua maior concentração.

1. P_2O_5 , MgO, CaO, Ba, Cu, Cl, Mn, Sr, e Zn representam os elementos estritamente relacionados com a TPA, que foram adicionados aos solos.

2. Fe_2O_3 , Na_2O , As, Cd, Co, Cr, F, Ga, Pb e V representam a assinatura geoquímica dos Latossolos regionais. Foram modificados indireta e possivelmente no sítio pela atividade humana pré-histórica.

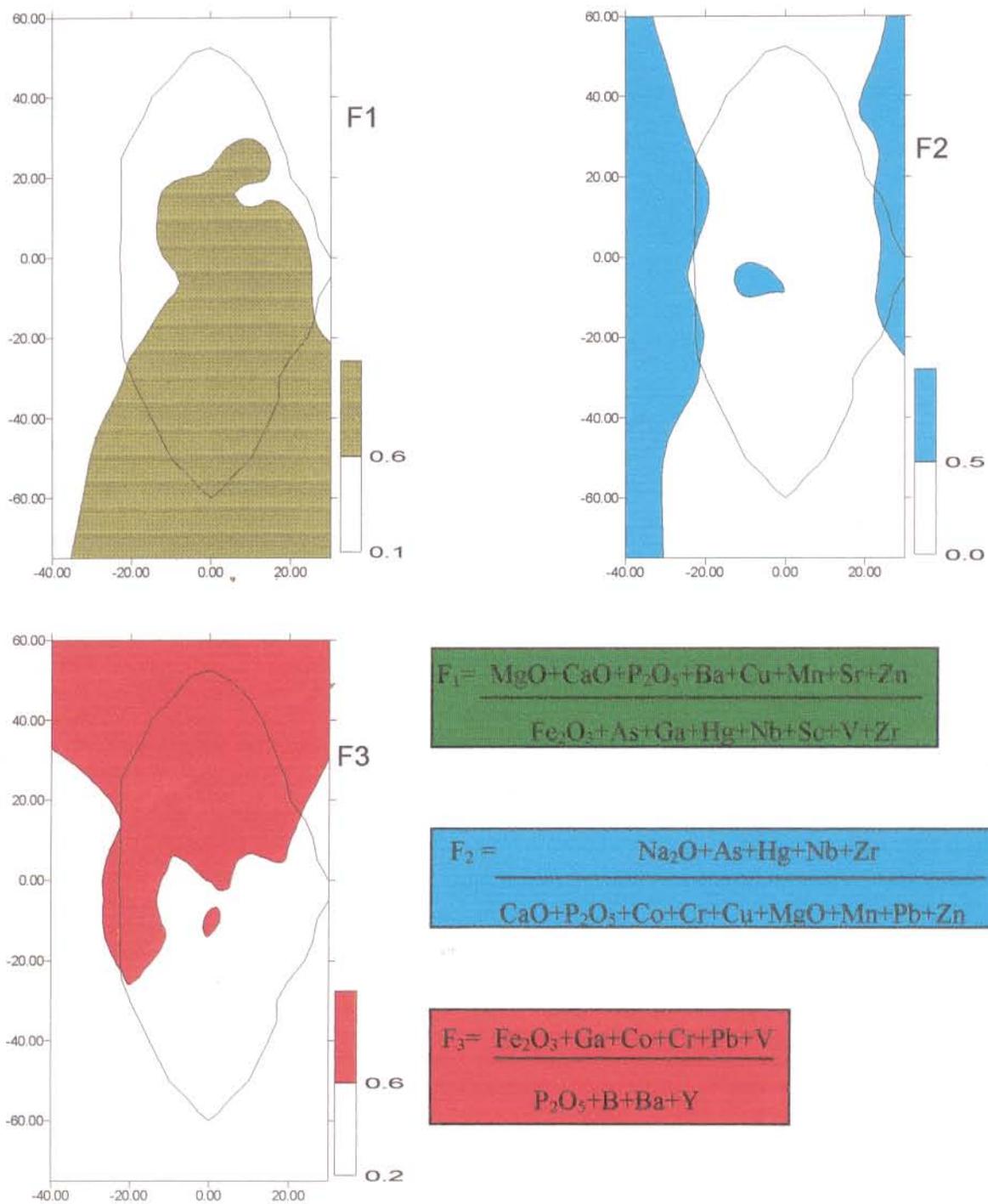


Figura 77 - Mapa de distribuição areal dos fatores F₁, F₂ e F₃ no horizonte A₁ do sítio Manduquinha

3. B, Hg, Nb, Sc, Y e Zr que também representam a assinatura geoquímica dos Latossolos regionais, não sofreram modificações em decorrência da ocupação humana pretérita e de outros processos.

O mapa da Figura 78 sintetiza a distribuição geoquímica global multi-elementar indicando as áreas de domínio das assinaturas geoquímicas, sendo que F_1 e F_3 superpõem a F_2 , e delimitam predominantemente o sítio Manduquinha.

7.4 EVOLUÇÃO

Na Figura 79 será apresentado sinteticamente o processo de formação das TPA.

7.4.1 Formação dos Latossolos

A região de Caxiuanã é constituída de sedimentos correlacionáveis a Formação Alter do Chão. Segundo COSTA (1984) no terciário houve intenso processo de lateritização que, no quaternário, foram transformados em Latossolo Amarelo distrófico abundante na região.

7.4.2 Formação das TPA

7.4.2.1. Chegada do homem pré-histórico na área

No mínimo há 720 anos antes do presente o homem chegou a região de Caxiuanã, procurou os locais mais elevados na paisagem, que permitissem uma boa visibilidade da área, para se instalar. O sítio Manduquinha foi um desses locais escolhidos, localizado às margens da baía de Caxiuanã. As características no processo de confecção da cerâmica, dimensões da área, espessura do refugio ocupacional, sugerem uma continuidade cultural para esse sítio, ou seja, tratava-se de um mesmo grupo e que apresentava pequena densidade populacional. O grupo permaneceu no local, ocupando continuamente a área ou não por cerca de 300 anos.

O descarte de lixo dos povos que habitavam a área foram de grande significação para o aumento de matéria orgânica no solo. Produtos alimentícios de ordem vegetal, como por exemplo, a mandioca, o açaí, a bacaba, etc., e de ordem animal como ossos, carapaças de animais como tatu, jabuti, carangueijo, conchas, etc. produzem grande quantidade de matéria orgânica que não é consumida, permanecendo no local.

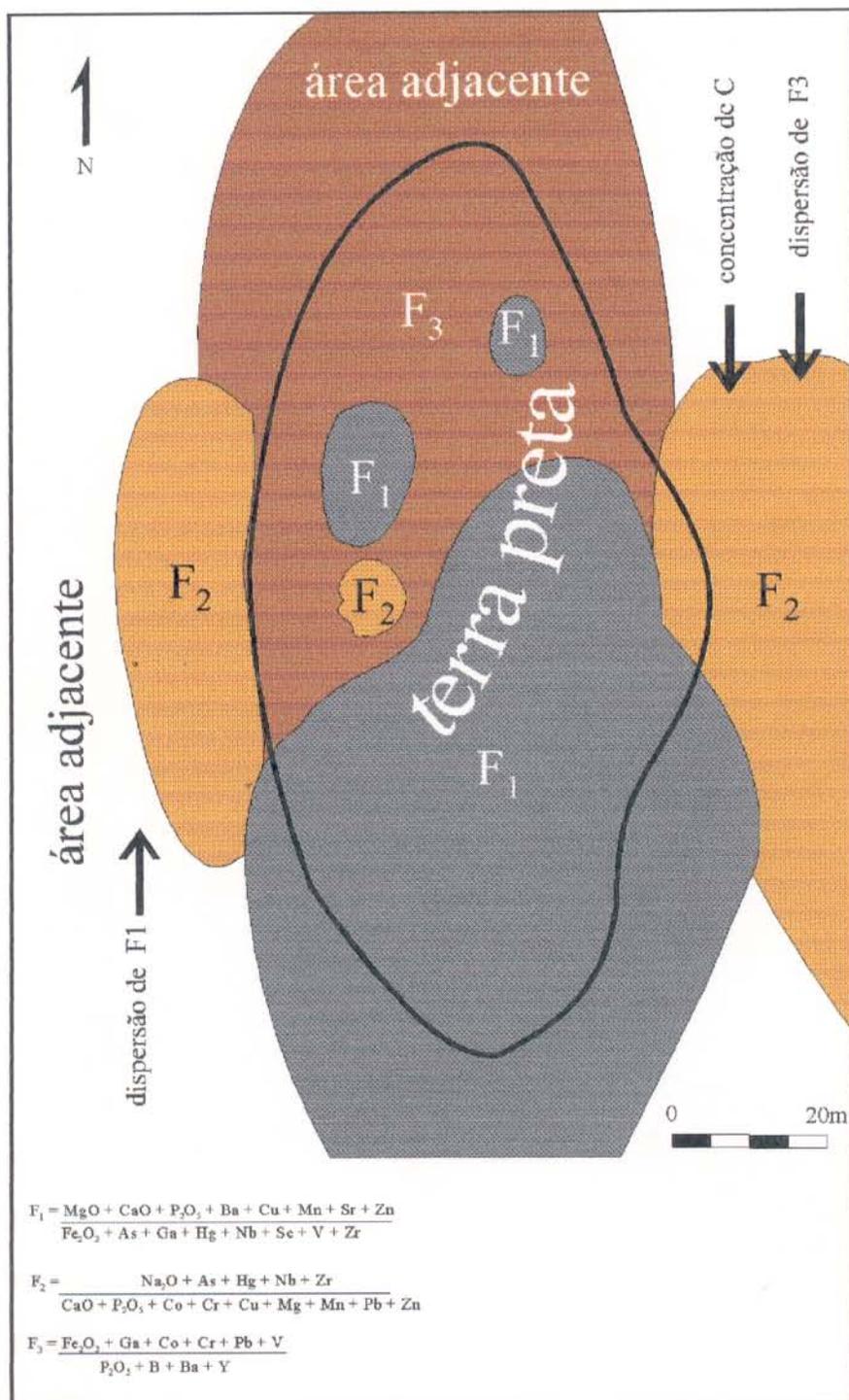


Figura 78 - Distribuição global multi-elementar indicando as áreas das assinaturas geoquímicas.

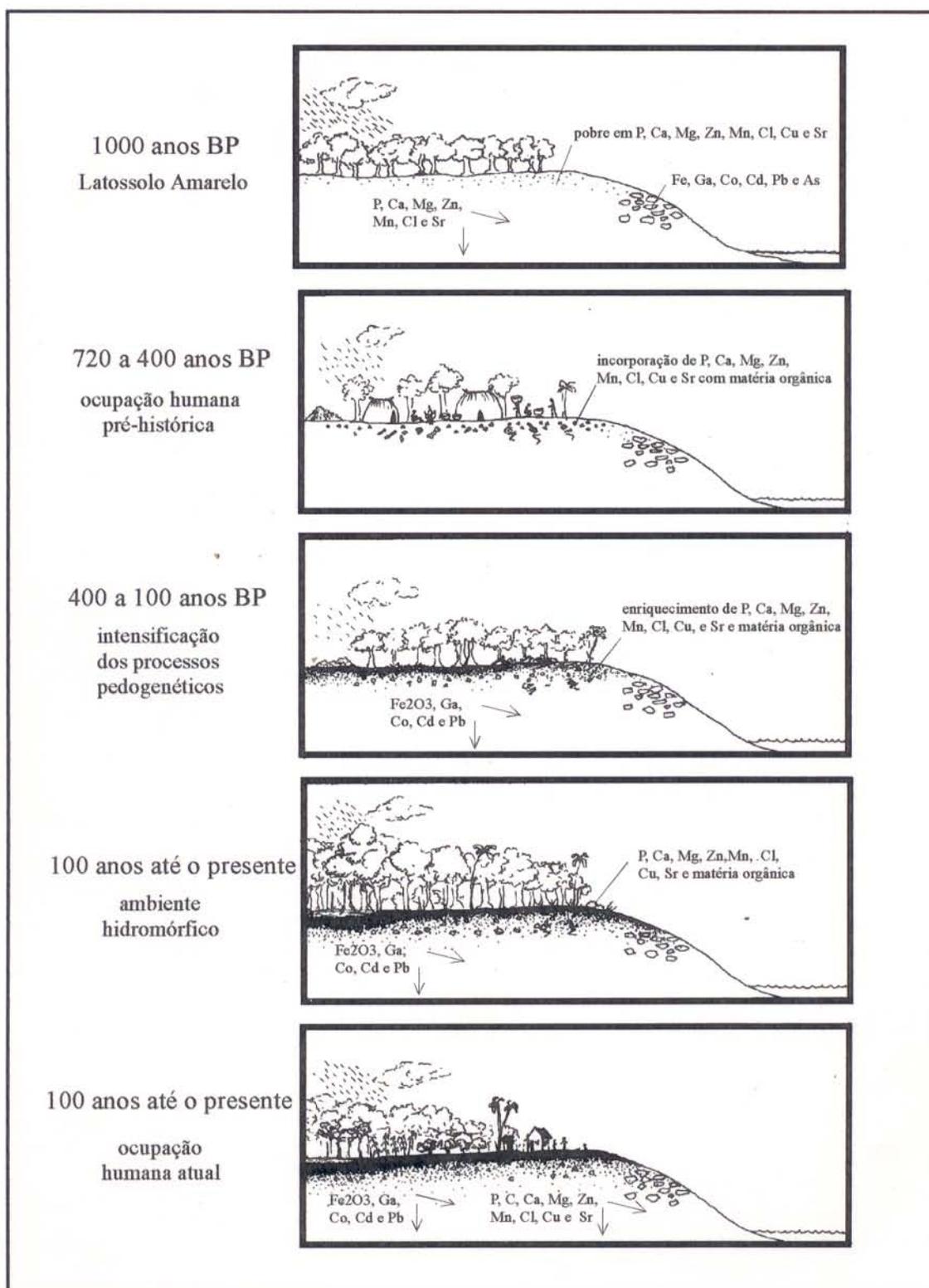


Figura 79 - Processo de formação de TPA.

A partir dos dados etnográficos, verifica-se que os resíduos orgânicos como restos de alimentos, folhas, sementes e casca de vegetais descartados geralmente eram depositados desordenadamente nos arredores e em alguns casos dentro das habitações. Ainda, vários grupos enterram seus mortos dentro da própria casa, ou ainda no centro da aldeia (BALDUS, 1942; ROQUETTE PINTO, 1950; ARNOUD, 1966; OLIVEIRA, 1968; RAMOS, 1971; AGOSTINHO, 1974; RAMOS, 1980 e GALLOIS, 1983).

Nos sítios estudados não foram identificados vestígios referentes aos componentes orgânicos, com exceção de mínimos fragmentos de conchas, até porque não era o objetivo desse trabalho, devendo ocorrer pesquisa neste sentido, em um futuro próximo. Os resíduos orgânicos são os responsáveis diretos pelo aumento de elementos químicos nas TPA. SMITH (1980), estudando Terra Preta da Amazônia, atribui a P e Ca uma origem orgânica, a partir de fezes, urina, tecidos vegetais, animais e ossos. Nos sítios arqueológicos da região de Cachoeira-Porteira, Oriximiná-Pa, a fonte provável de P e Ca foi a hidróxiapatita encontrada nos ossos, já que há coincidência nos locais de maiores concentrações destes dois elementos (KERN & KÄMPF, 1996).

LEWIS et al. (1992) sugerem que os altos valores de Zn e Cu encontrados em sítios arqueológicos romanos, (uma média de 77ppm para o Zn e de 67ppm para o Cu), se deve à alta utilização destes em artefatos de metal, no período de ocupação romana. Para esses autores Mn e Ba, foram considerados como efeito de biociclagem, por serem encontrados nos horizontes superiores, sendo utilizados como indicadores de solos enterrados. Na Amazônia, o homem pré-histórico ainda não fazia uso do Zn e Cu como metal, entretanto os solos arqueológicos da região de Caxiuanã, apresentam valores destes elementos significativamente mais elevados nas TPA. No caso das TPA, seria pouco provável que a biociclagem de nutrientes fosse o fator responsável pelo acúmulo de Ba e Mn, nos horizontes A₁ e A₂. Estudos ainda precisam ser feitos para identificar prováveis fontes de Zn, Cu, Mn e Ba.

O grupo que habitou o sítio Manduquinha, provavelmente fazia descarte de material em locais preferencias no sítio, agindo intencionalmente ou não. Pois há fortes evidências de predomínio de materiais ricos em Mg e P a noroeste da área; de Ca a sudoeste, que pode ser atribuído a local de descarte de conchas, uma vez que é comum se encontrar bolsões destas em outros sítios arqueológicos da região; de Zn, Mn e Cu em dois núcleos localizados a sudeste e a nordeste da área, embora mesmo nestes locais a presença de Mg, Ca e P continue marcante, representativos de materiais de origem vegetal e animal.

Na porção mais central da TPA pode-se visualizar uma área que apresenta menores teores de P, Mg, Ca, Ba, Cl, Cu, Mn, Sr e Zn, podendo ser interpretado como local deixado intencionalmente mais limpo, e que não deveria ter sido utilizada como cemitério.

As TPA estão localizadas em níveis mais elevados na paisagem, mas não se sobressaem em relação as áreas adjacentes, como no caso dos “tesos” da ilha do Marajó ou dos “serritos” no Sul do país, que foram intencionalmente construídos por grupos pré-históricos. No caso das TPA o descarte de material era efetuada normalmente na superfície, que se incorporava ao solo paulatinamente, uma vez que as mudanças são evidentes nos horizontes A que podem variar de centimétricas a métricas (2 m, na região de Santarém-Pa). Segundo KERN & KÄMPF (1996), as características físico-químicas do solo, associadas a topografia levam a crer num espessamento das camadas em profundidade através de processos pedogênicos.

Assim ao longo de 300 anos o sítio Manduquinha foi palco de intensa adição de material orgânico, em locais preferenciais, que se sobressaíam aos processos pedogênicos.

7.4.2.2 Abandono da área pelo homem pré-histórico

Com o abandono da área pelo homem pré-histórico, por volta de 1600 AD, os processos pedogenéticos se intensificaram. Os resíduos orgânicos descartados pelo homem se transformaram liberando elementos que vão para a solução do solo. Em um primeiro momento Ca, Mg e K poderiam ter sido adsorvidos nos complexo de troca catiônica, absorvidos pelas plantas ou lixiviados; P trocável, provenientes da mineralização direta dos fosfatos orgânicos (por exemplo ossos), por microorganismos, poderia ser absorvido pelas plantas, que depois de mortas retornam ao solo como fosfatos orgânicos e novamente mineralizados, poderia ser adsorvid na superfície de partículas coloidais, formando fosfatos menos solúveis ou ainda ser fixada no solo ao se precipitar como fosfatos de Fe, Al e Ca (FASSBENDER, 1986).

A matéria orgânica adicionada influenciou diretamente nas propriedades física dos solos ao favorece a formação de agregados, reduzir a coesão e a plasticidade e ao dar condições favoráveis ao arejamento e à friabilidade do solo. Quimicamente pode incorporar ao solo N e C, capazes de fixar Zn e Mn; aumentar a capacidade de retenção da água; elevar o pH com o seu poder tampão; aumentar a capacidade de troca de cátions (Ca, Mg, Na e K) e ânions (principalmente fosfatos e sulfatos); e ainda participar nos processos pedogenéticos (FASSBENDER, 1986).

Assim os processos pedogenéticos agindo intensamente sobre as áreas abandonadas e com grande acúmulo de material orgânico, fizeram com que elementos como como C, Ca, Mg, K, P, B, Ba, Cl, Cu, Mn, Sr e Zn, fossem incorporados ao solo. Com o passar do tempo, houve uma complexação da matéria orgânica com íons de cálcio, revestindo as partículas do solo SOMBROEK (1966), formando então as TPA.

7.4.3 Ação hidromórfica

O sítio Manduquinha apresenta um suave desnível no terreno no sentido norte sul, suficiente para manter a extremidade sul do sítio alagada durante o período mais chuvoso do ano. A visível diminuição do Fe_2O_3 , Ga, Cd, Co, Cr, Pb e V, de norte para sul, pode ser atribuída a processos pedogênicos pós-ocupação humana. Este microambiente anaeróbico formado inibe a oxidação do ferro e de outros elementos químicos como Ga, Cd, Co, Cr, Pb e V, a ele associados. Podendo ser responsável ainda pelo maior teor dos elementos típicos da TPA na TPA-S.

7.4.4 População atual

As TPA são consideradas pelas populações ribeirinhas como fonte inesgotável de nutrientes. No sítio Manduquinha apesar de estar atualmente inabitado, são encontradas culturas de cacau, café, laranja entre outras. No entanto o solo continua apresentando uma alta fertilidade.

7.4.5 Reconstituição do assentamento pré-histórico no sítio Manduquinha

A análise geoquímica multi-elementar permitiu identificar áreas gerais de atividades no sítio Manduquinha (Figura 80). O grupo que habitou este local fazia descarte de material em locais específicos e diferenciados. Nos sítios Ponta Alegre e IBAMA as conchas eram depositadas em locais preferenciais na forma de bolsões. No sítio Manduquinha anomalia de CaO e identificação de microfragmentos de conchas, indicam a ocorrência de um depósito dessa natureza no limite sudoeste da TPA com AD. Na porção oeste do sítio, houve predomínio de descarte de material rico em Mg, P e Ca, associados a resto de alimentos, principalmente de ordem vegetal, como ossos. Segundo dados etnográficos, vários grupos que habitaram a região, faziam o descarte de restos de alimentos na parte de trás da casa, onde se localizava a cozinha. Neste sítio verificou-se anomalias de Zn, Mn e Cu a sudeste e nordeste, que podem estar relacionados com matéria orgânica vegetal utilizada na cobertura e paredes das casas como mostram os dados etnográficos. Locais com teores relativamente baixos de elementos típicos da TPA, foram identificados: na porção central, local que poderia ser uma praça por isso deixado intencionalmente mais limpo; a norte da TPA, dando acesso para a mata e; finalmente a leste que dá acesso para a baía de Caxiuanã, principal fonte de água para abastecimento do grupo. Pelas evidências geoquímicas, pode ser inferido que o padrão de assentamento do grupo que habitou o sítio Manduquinha apresentava casas dispostas em semicírculo ou paralelas ao curso d'água, uma praça central e áreas preferenciais de circulação localizadas a norte e a leste. As conchas, restos de alimentos e ainda fezes e urina deveriam estar mais concentradas na porção oeste, marginais à área de influência de moradia do grupo, hoje limite TPA e AD. Pelo menos uma superposição de assentamentos houve no sítio Manduquinha, a do homem atual, mesmo assim é evidente a variabilidade espacial diferenciada nas concentração dos teores de elementos tipicamente associados a TPA.

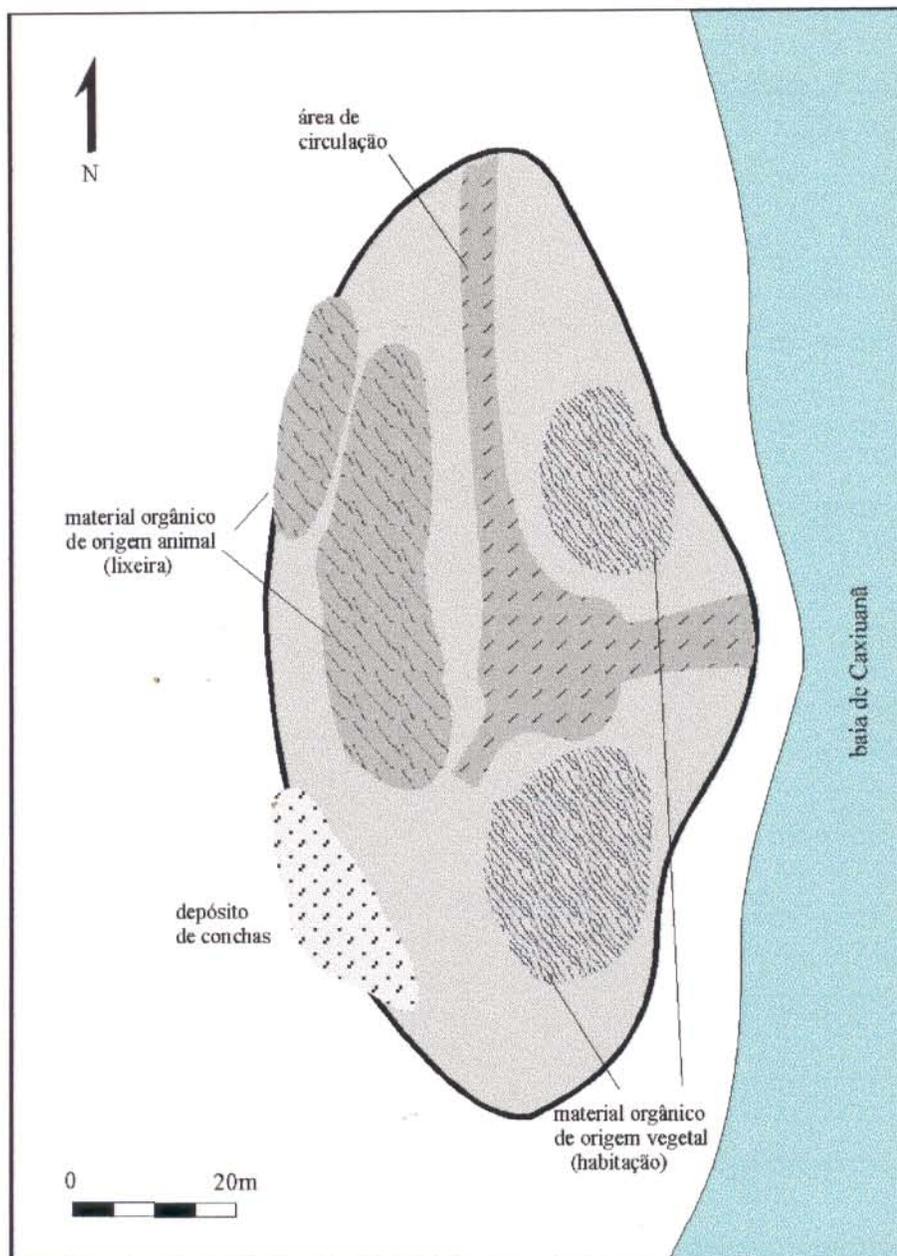


Figura 80 - Reconstituição hipotética das áreas de atividade no sítio Manduquinha, a partir dos dados geoquímicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, P. 1974. **Kuaríp. Mito e ritual no alto Xingu**. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo. 221p.
- ALVES, J.A. & LOURENÇO, J.S. 1981. Métodos Geofísicos Aplicados à Arqueologia no Estado do Pará. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi: Geologia**, 26: 1-52.
- ANDRADE, A. 1986. **Investigacion arqueológica dos antrosolos de Araracuara**. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales Banco de la República.
- ARNOUD, E. 1966. Os índios Galibí do rio Oiapoque: Tradições e mudanças. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol**, 3: 1-52.
- BALDUS, H. 1942. Aldeia, casa, móveis e utensílios entre os índios do Brasil. **Sociológica** 04 (2):157-72.
- BALÉE, W. 1989. Cultura na Vegetação da Amazônia Brasileira. **Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi, Coleção Eduardo Galvão**: 95-109.
- BATES, H.W. 1944. **O naturalista no rio Amazonas**. Ed. Brasiliense. v. 2, 400p. (Série 5).
- BENNEMA, J. 1977. Soils. In: BENNEMA, J. *Ecophysiology of Tropical Crops*. New York, Academic Press. p. 29-55.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. 1973. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos no Estado do Rio Grande do Sul**. Recife. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- BROCHADO, J.P. 1970. **A Alimentação na Floresta Tropical**. Inst. De Filosofia e Ciências Humanas-UFRGS. 103p.
- CAMARGO, F. C. 1941. **Estudos de Alguns Perfis de Solos Cadastrados em Diversas Regiões da Hiléia**. (Relatório Técnico.) (Inédito).
- CAMARGO, M.N.; KLANT, E.; KAUFFMAN, J.H. 1987. Classificação de Solos usados em Levantamentos Pedológicos no Brasil. *Separata do B. Inf. Soc. Bras. Ci. Solo*, Campinas, (12):11-33.
- CASTRO FARIA, L. de 1951. Origens culturais da habitação popular do Brasil. **Boletim do Museu Nacional, N.S.** Antropologia, 12.
- CHMYZ, O. A. 1966. **Terminologia Arqueológica Brasileira para a Cerâmica**. Universidade Federal do Paraná. (Manuais de Antropologia, 1).

- COELHO, S.R.C.; COSTA, M.L.; KERN, D.C.; 1995. Aspectos Texturais Mineralógicos e químicos de fragmentos de cerâmica arqueológica do Sítio Manduquinha (Caxiuana-Portel-Pa). In: CONGRESSO DE GEOQUÍMICA, Niterói, 1995. **Anais em CD**. Niterói.
- COLLINS, M.E. & SHAPIRO, G. 1987. Comparison of human influenced and natural soils at the San Luis. Archaeological Site, Florida. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, (51):171-176.
- CONSELHO ESTADUAL DE CULTURA. 1971. **Obras Completas de Domingos Soares Ferreira Penna**. Belém. 268p. (Coleção Cultura Paraense, Série Inácio Moura. Vol. II).
- CORRÊA, C.G. 1987 - Horticultores pré-históricos do litoral do Pará, Brasil. **Revista de Arqueologia**, 4 (2):357-252.
- COSTA, M.H.F. & MALHANO, H.B. 1987. **Habitação indígena brasileira**. v. 2: Suma etnológica brasileira. p. 27-94.
- COSTA, M.L. 1984. A dinâmica da formação de lateritos: o exemplo do NE do Pará e NW do Maranhão, In: CONG. BRAS. GEOL., 33., Rio de Janeiro, 1984 **Anais**. Rio de Janeiro, SBG. p. 4823-4837.
- COSTA, M.L. & KERN, D.C. 1994. Geoquímica aplicada à arqueologia (Arqueogeoquímica). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4., Belém, 1994. **Anais**.
- COSTA, M.L.; KERN, D.C.; PINTO, A.H.E.; SOUZA, J.R.F. 1994. Geochemical contribution to archaeological ceramics of Cachoeira-Porteira (Oriximiná - Pa). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUATERNARY OF AMAZONIA, Manaus, 1994. **Anais**. Manaus.
- CUNHA FRANCO, E. 1962. As "Terras Pretas" do Planalto de Santarém. **Revista da Sociedade dos Agrônomos e Veterinários do Pará**, Belém, (8):17-21.
- DEETZ, J. & DETHLEFSEN, E. 1963 soils pH as a tool in archaeological site interpretation. **American Antiquity**, 29:242-43.
- DINIZ, E.S. 1966 - O perfil de uma situação interétnica - Os Makuxi e os regionais de Roraima. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol.**, 31: 1-37.
- DINIZ, E.S. 1968 - A terminologia de parentesco dos índios Wapitxâna. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol.**, 34: 1-13.
- EDEN, M.J.; BRAY, W.; HERRERA, L.; McEVAN, C. 1984. Terra Preta Soils and their archaeological context in the Caquetá Basin of Southeast Colombia. **American Antiquity**, 49 (1)125-140.
- EMBRAPA. 1979. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro, Ed. SNLCS. 247p.
- EMBRAPA. 1988. **Crítérios para Distinção de Classes de Solos e de Fases de Unidades de Mapeamento**. Rio de Janeiro, Ed. SNLCS. Nº 11. 67p
- FALESI, I.C. 1967 - O estudo atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA. Belém, 1966. **Atas**. H. Lent. ed. Rio de Janeiro. CNPq. Geociências. v.1, p.151-168.
- FALESI, I. 1970. Solos de Monte Alegre. **IPEAN**. Belém, 54:106-110.

- FALESI, I. 1972. O estudo atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. **IPEAN**, 54:17-31.
- FALESI, I. 1974. Soils of Brazilian Amazon. In: WAGLEY, Ch. (Hrsg.): **Man in the Amazon**. Gainesville. p. 201-229.
- FALESI, I.; VIEIRA, L.S.; SANTOS, W.H.P. 1964. Os Solos da Colônia Agrícola de Tomé-Açu. Instituto de Pesquisa e Experimentação Agrícola do Norte. **Boletim Técnico**, 44:1-93.
- FARIA, J.B. 1946. **A Cerâmica da Tribo Uaboí dos rios Trombetas e Jamundá**. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Proteção ao Índio p. 5-42.
- FASSBENDER, H. W. 1986. **Química de Suelos. Con énfasis en suelos de América Latina**. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. 398p.
- FREESTONE, F.C. & MIDDLETON, A.P. 1987. Mineralogical applications of the analytical SEM in archaeology. **Mineral Magazine**, 51:21-31.
- GALLOIS, D. 1983 - A casa Waiãpi. In: NOVAES, S.C. **Habitacões Indígenas**. São Paulo-SP, Ed. Universidade de São Paulo. p.147-168.
- GALVÃO, E. & SIMÕES, M.F. 1965 - Notícias sobre os índios txikão - Alto Xingu. **Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi. Série Antropol**, 24:1-23.
- GOUROU, P. 1950. Observações geográficas na Amazônia. **Rev. Bras. de Geologia, IBGE**, (2):171-250.
- GRIFFITH, M.A. 1980. A pedological investigation of an archaeological site in Ontário, Canadá, 2: use of chemical data to discriminate features of the Benson site. **Geoderma**, 25:27-34.
- HARTT, F. 1885. Contribuição para a Ethnologia do Valle do Amazonas. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, 6:10-14.
- HILBERT, P.P. 1955. **A cerâmica arqueológica da região de Oriximiná**. Belém, Instituto de Antropologia e Etnologia do Pará. 76p.
- IBGE/MINISTÉRIO DA FAZENDA E PLANEJAMENTO. 1991. **Geografia do Brasil. Região Norte**. 307p.
- KERN, D.C. 1988. **Caracterização Pedológica de solos com terra arqueológica na região de Oriximiná-PA**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Solos, 231p. Tese (Mestrado em Solos). Curso de pós-graduação em Agronomia, UFRGS, 1988.
- KERN D.C. & KÄMPF, N. 1989. O Efeito de Antigos Assentamentos Indígenas na Formação de Solos com Terra Preta Arqueológica na Região de Oriximiná-Pa. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 13:219-25
- KERN, D.C. & KÄMPF, N. 1996. **Antropogênese e Pedogênese de Solos com Terra Preta em Cachoeira-Porteira, Pa**. (Inédito)
- LADEIRA, M.E. 1983 - Uma aldeia Timbira. In: NOVAES, S.C. **Habitacões Indígenas**. São Paulo-SP, Ed. Universidade de São Paulo. p.11-32.

- LANDIN, P.M.B. 1976. Aplicação da Análise de Agrupamento (cluster analysis) em Bioestratigrafia. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA. 29. Ouro Preto, 1976. **Anais**. Ouro Preto, SBG, v.2, p.81-86
- LA PENHA, G.M de; LISBOA, P.L.B; ALMEIDA, S.S. de 1990. A estação científica do Museu Emílio Goeldi. **Ciências em Museus**, 2;87-96.
- LEMONS, A. & SANTOS, P.B. 1984. **Manual de Descrição e Coleta de Solos em Campo**. Campinas-SP, Ed. SBCS/SNLCS. 46p.
- LOGANATHAN,P. & SUTTON,P.M. 1987. Phosphorus fractions and availability in soils frmed on different geological deposits in the Niger Delta area of Nigeria. **Soil Sci.**, Baltimore, 143 (1):16-25.
- LEWIS, R.J.; FOSS, J.E.; MORRIS, M.W.; TIMPSON, M.E. & STILES, C.A. 1992. Trace Element Analisis in Pedo-Archaeology Studies. **Proceedings of the First International Conference on Pedo- Archaeology**. Knoxville, (1):81-88.
- MEGGERS, B.J. & EVANS, C. 1957 - **Archaeological investiga-tions at the mouth of the Amazon**. Washington, Smithsonian Institution. Bureau of Americam ethnology. (Bulletin, 167).
- MEGGERS, B.J. & EVANS, C. 1970. Como interpretar a linguagem da cerâmica. In: MANUAL para arqueólogos. Washington. Smithsonian Institution. 111p.
- MIGLIAZZA, E. 1964 - Organização social dos Xiriâna do rio Uraricaá. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol**, 22:1-19.
- MOMMSEN, H. 1986. **Archaeometrie: Neuere naturwissenschaftliche Methoden und Erfolge in der Archaeologie**. B.G. Teubner Stuttgart. 304p.
- MORÁN, E. F. 1989. **A Ecologia Humana das Populações da Amazônia**. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes. 368p.
- MURRIETA, B.J.; BRONDEZIO, E.; SIQUEIRA, A; MORAN, E. 1989 Estratégia de Subsistência de uma População Ribeirinha do Rio Marajó-Açu, ilha do Marajó, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ser. Antropol.**, 5 (2):147-63.
- NIMUENDAJU, C. 1948. Os Tapajós. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 10:93-106.
- NOVAES, S.C. 1983 - As casas na organização social do espaço Bororo. In: NOVAES, S.C. **Habitacões Indígenas**. São Paulo-SP. Ed. Universidade de São Paulo. p.33-56.
- OLIVEIRA, A.E. 1968 - Os índios Juruna e sua cultura nos dias atuais. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol.**, 35:1-28.
- OLIVEIRA, A.E. 1975 - A Terminologia de Parentesco Baniwa. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol.**, 56:1-36.
- PABST, E. 1991. Critérios de Distinção entre Terra Preta e Latossolo na Região de Belterra e os seus significados para a Discussão Pedogenética. **Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi. Série Antropol.**, 7 (1)5-19.
- PARSONS, R.B.; SHOLTES, H.W.; RIECKEN, F.F. 1962. Soils of indian mounds in northeastern Iowa as Benchmarks for studies of soil genesis. **Soil Sci. Soc. Am. Pros**, Madison 26 (5)491-96.

- PEREIRA, E. S.; KERN, D. C.; VERÍSSIMO, C. U. 1986. Nota sobre o Salvamento Arqueológico do sítio AP-MA-03: Pacoval, Macapá-AP. **Revista do Centro de Estudos e Pesquisas Arqueológicas. Arqueologia**, Curitiba, 5:55-67.
- QUEIROZ, W.T.; SILVA,E.P; SILVA,P.T.E.; SANTOS,R.A.; BARROS, A.V.; ALBÉRIO,V.E.V.; GOMES, J.S.; MACEDO, N.M.S. 1992. **Inventário Florestal da Floresta Nacional de Caxiuanã - Pará**. IBAMA. 83p. (Inédito).
- RAMOS, A. 1971 - **As culturas indígenas**. Rio de Janeiro, Livraria editora da casa do estudante do Brasil. v.2. 320p.
- RAMOS, A. 1980. **Hierarquia e simbiose**. São Paulo-SP, Ed. Hucitec. 246p.
- RANZANI,G.; KINJO, T.; FREIRE, O. 1962. Ocorrência de "Plaggen Epipedon"no Brasil. **Bol. Te. Cient. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 5:1-11.
- RODRIGUES, T.E.; SILVA, B.N.; ARAUJO,J.V.; FALESI, I.C.; MELO, V. 1971. Solos da área do projeto de colonização do Alto Turi; Norte do rio Turiaçu. **IPEAN**, Belém, 3 (1):1-93
- RODRIGUES, T.E.; SILVA, B.N.; FALESI, I.C.; REIS, R.S.; MARIKAWA,I.K. 1974. Solos da rodovia PA-70; trecho Belém-Brasília-Marabá. **IPEAN**, Belém, (60):1-192.
- ROOSEVELT, A.C.1991. **Moundbuilders of the Amazon: Geophysical Archaeology on Marajó Island, Brazil**. New York, Academic Press.
- ROQUETTE PINTO, E. 1950 - **Rondônia**. São Paulo, Ed. Brasiliense. 395p. (Série 5, v.39).
- SÁ, C. 1983 - Observações sobre a habitação em três grupos indígenas brasileiros. In: NOVAES, S.C. **Habitações Indígenas**. São Paulo-SP. Ed. Universidade de São Paulo, p.103-46.
- SANCHES, P.A. 1976. **Properties and Mangement of Soils in the Tropics**. New York, Wilwy. 618p.
- SANTOS, R.D. et al. 1973. "Estudo expedito de solos no trecho Itaituba-Estrito, da rodovia Transamazônica, para fins de classificação e correlação". Rio de Janeiro, DDP, MA. (Boletim técnico, 31).
- SCHWERTMANN, U. 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extration Ammoniumoxalate-Losung. **Z. Pflanzenernaehr. Bodenk** (105):194-202
- SILVA, A.L. 1983 - Xavante: casa, chão, terra, vida. In: NOVAES, S.C. **Habitações Indígenas**. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo. p.33-56.
- SILVA, B.N.; ARAUJO,J.V.; RODRIGUES, T.E.; FALESI, I.C. REIS, R.S. 1970. Solos da área de Cacau Pirêra-Manacapuru. **IPEAN**, Belém, 2 (3):1-198.
- SIMÕES, M.F. 1972 - O Museu Goeldi e a Arqueologia da Bacia Amazônica. In: ROQUE, C. - **Antologia da Cultura Amazônica**. São Paulo, Amazônia Edições Culturais. p. 172-80 (Antologia-Folclore, 6).
- SIMÕES, M.F. 1982 - A Pré-História da Bacia Amazônica: Uma tentativa de reconstituição. In: CULTURA INDÍGENA, textos e catálogo. **Semana do Índio, Museu Goeldi**, Belém, 5-21.
- SIMÕES, M.F. & CORRÊA, C.G. 1987 - Pesquisa arqueológicas no baixo Uatumã-Jatapu (AM). **Revista de Arqueologia**, 4 (1):29-48.

- SIMÕES, M.F. & KALKMANN, A.L. 1987 - Pesquisa arqueológicas no médio rio Negro (AM). **Revista de Arqueologia**, 4 (1):83-116.
- SIMÕES, M.F. & LOPES, D.F. 1987 - Pesquisa arqueológicas no lago de Silves (AM). **Revista de Arqueologia**, 4 (1):117-34.
- SIMÕES, M.F. & MACHADO, A.L. 1987 - Pesquisa arqueológicas no lago de Silves (AM). **Revista de Arqueologia**, 4 (1):49-82.
- SIOLI, H. 1984. **The Amazon: Limnology and landscape Ecology of a mighty Tropical River and its basin**. Dordrecht: Junk.
- SJOBORG, A. 1976. Phosphate Analysis of Antropic Soil. **Journal of field Archaeology**, 3:448-454.
- SMITH, N.J.H. 1980. Anthrosols and Human Carring Capacity in Amazônia. **Annals of the Association of American Geographers**, 70 (4):553-66.
- SOBREIRO NETO, A.P. & CAMPOS, H.C.N.S. 1980. Análise de Agrupamento. Um Método Auxiliar na Caracterização de Aquíferos. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 31., Camboriu, 1980. **Anais**. Camboriu, SBG v. 2, p.1041-1055.
- SOIL SURVEY STAFF. 1987. **Keys to Soil Taxonomy**. New York, Ithaca, ed.AID/USDA/SMSS (SMSS Tecnical monograf,6)
- SOKOLOFF, V.P. & CARTER, G.F. 1952 Time and trace metals in archaeological sites. **Science** 116:1-5.
- SOMBROEK, W. 1966. **Amazon soils: A Reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon Region**. Wageningen, Center for Agricultural Publications and Documentation. 292p.
- TEDESCO, M.J.; WOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. 1985. **Análises de Solos, Plantas e outros Materiais**. Porto Alegre. FA-UFRGS. (Boletim Técnico, 5).
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.B. 1984. **Soil Fertility and Fertilizers**. New York. Macmillan Publishing Company. 754p.
- VAN DER VERWE, N. & STEIN, P.H. 1972 Soil chemistry of postmolds and rodent burrows: identification without excavation. **American Antiquity**, 37:245-254.
- VIDAL, L. 1983 - O espaço habitado entre os Kaiapó-Xicrin (Jê) e os Parakanã (tupi), do médio tocantins - Pa. In: NOVAES, S.C. **Habitações Indígenas**. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo. p.77-102.
- VIEIRA, L.P. & BORNEMIZA, E. 1968. Categorias de fósforo em los principales grandes grupos de suelos en la Amazonia de Brasil. **Turrialba (Costa Rica)**, 18 (3):242-48.
- VIEIRA, L.S. 1975. **Manual da Ciência do Solo**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 464p.
- WALLACE, A.R. 1939. **Viagem pela Amazônia e rio Negro**. Trad. TORRES, F. São Paulo, Ed. Brasileira. (Série 2, v. 156).
- WHITE E.M. & REICKEN, F.F. 1955. Brunizen gray brawn Podzolic soil biosequences. **Soil Sci. Soc. Am. Pros.** (19)504-509.

WOODS, W.I. 1984. **Soil chemical investigations in Illinois Archaeology: Two example studies**. Washington D.C. p.67-77. American Chemical Society. (Advances in Chemistry Series).

ZECH, W.; PABST, E.; BECHTOLD, G. 1979. Analytische Kennzeichnung vom Terra Preta do Índio. Mitt., **Dtsch. Bodenk. Ges.** 29:709-716