

Geoquímica das Terras Pretas Amazônicas

Juscilene A. Costa
Dirse Clara. Kern
Marcondes Lima da Costa
Tarcísio Ewerton. Rodrigues
Nestor Kämpf
Johannes Lehmann
Francisco Juvenal Lima Frazão

Na Amazônia é considerável a existência de áreas em que o solo foi modificado pelo homem pré-colombiano. Tais solos são conhecidos como Terra Preta Arqueológica (TPA), Terra Preta de Índio, Terra Preta (TP) ou Arqueo-Antrossolo (Kern & Kämpf, 1989; Kämpf et al., 2003; Kämpf & Kern, 2005). Essas áreas geralmente correspondem a locais de antigos aldeamentos e por isso são denominadas sítios arqueológicos. Apresentam solos férteis que parecem não exaurir seu conteúdo químico mesmo em condições de floresta tropical, o que contrasta com a maioria dos solos muito intemperizados, de grande ocorrência nesta região. Por essa razão essas áreas são freqüentemente procuradas pelas populações locais para cultivos de subsistência como mandioca, milho, banana, mamão etc., fato que dificulta sensivelmente o estudo referente aos costumes do homem pré-histórico, uma vez que a camada de ocupação humana é constantemente revolvida (Kern, 1996).

Embora a identificação das áreas de ocorrência das Terras Pretas seja simplificada por alguns aspectos de sua morfologia, como a cor escura e presença de fragmentos cerâmicos e/ou artefatos líticos, fatores não aparentes, como as relações geoquímicas dos elementos como Ca, Mg, P, Zn, Cu, Mn e C orgânico em relação aos solos adjacentes são fundamentais na taxonomia da Terra Preta. Vale ressaltar que, para tal compreensão, a aplicação de procedimentos analíticos geoarqueológicos, separadamente ou associados, é fundamental na elucidação dos processos que levaram à formação das Terras Pretas.

O processo de formação das Terras Pretas é objeto de distintas interpretações. Hartt (1885) denomina-as solos vegetais, para os quais os índios eram atraídos em decorrência da elevada fertilidade natural; para Cunha Franco (1962), elas teriam sua origem em lagos antigos, em cujas margens os índios habitavam. Os solos com Terra Preta são antigos assentamentos indígenas, formados a partir da ocupação humana pré-histórica (Gourou, 1950; Hilbert, 1955; Sombroek, 1966; Simões & Correa, 1987; Kern & Kämpf, 1989). Ranzani et al. (1962), Andrade (1986), e Glaser et al. (2001) enfatizam que a elevada fertilidade das TPs deve-se à adição intencional de nutrientes no solo através de práticas de manejo. De modo geral, as TPs possuem altos teores de elementos como Ca, Mg, P, bem como Cu, Zn, Mn, C orgânico (carvão), soma e saturação de bases elevadas, diversidade microbiológica e apresentam-se mais estáveis e melhor estruturadas em relação as adjacências, além de ocorrerem sobrepostas a diversas classes de solos, com predominância nos Latossolos.

Este trabalho propõe-se a analisar as transformações químicas resultantes de padrões de ocupação humana pré-histórica que produziram a Terra Preta e procura entender os processos geoquímicos que promoveram a sua formação, utilizando-se, como exemplo, de pesquisas realizadas nas regiões de Cachoeira-Porteira, Município de Oriximiná e Caxiuanã, Municípios de Portel e Melgaço, no estado do Pará.

Técnicas e Procedimentos Analíticos (Mineralógicos e Geoquímicos) em Sítios Arqueológicos

Segundo Costa et al (2003), várias são as técnicas das ciências da Terra que podem e devem ser utilizadas nos estudos arqueológicos, procedimentos denominados de geoarqueologia. Pode-se utilizar **informações geológicas**, pois um mapa geológico da região de interesse pode ser uma ferramenta importante no entendimento do processo de formação das TPs e sua relação com paisagem atual ou anterior. Um mapa geológico que focaliza o material de superfície será importante na avaliação dos componentes inorgânicos do solo com TP. Também pode ser de interesse, obter informação sobre a área fonte das matérias-primas usadas na fabricação da cerâmica; como exemplo podemos citar Cachoeira Porteira, na região do Baixo Amazonas, cuja cartografia geológica foi usada para identificar a fonte de feldspato e fragmentos de rocha graníticas encontrados nos artefatos cerâmicos dos sítios. Os afloramentos de granitos encontram-se a menos de 3 km dos sítios de TP (Costa et al 2004a e 2004b). O **microscópio óptico** é uma ferramenta muito útil para estudar solos que contêm artefatos cerâmicos e líticos. Este tipo de informação pode ser usado para identificar a fonte de minerais ou matéria orgânica trazida para a TP. Imagens capturadas por microscópio podem ilustrar aspectos do solo como microestrutura, cor, tamanho de grão, morfologia cristalina, minerais e tecidos orgânicos. Técnicas também eficientes na identificação dos minerais que compõem esses solos e os artefatos são a **Difratometria de raio-x** e a **micro difratometria**; com elas, até mesmo podem ser identificados os minerais raros e minerais equivalentes nos chamados procedimentos de micropreparação. Em geral, a difração de raio-x, quando empregada com microscópio, pode ajudar a identificar os minerais encontrados em frações muito pequenas ou cristalitos. Em vários casos eles consistem em um intercrescimento de argila, oxi-hidróxidos de ferro e matéria orgânica. O curto tempo de formação das TPs representa uma limitação à formação de minerais cristalinos completamente formados; é possível que os solos ainda estejam em formação ou, em alguns casos, sofrendo degradação, o que diminui as chances de desenvolver substâncias cristalinas. **Análises térmicas** são técnicas complementares usadas para identificação e quantificação de minerais. Como a identificação mineral às vezes é limitada por difração de raio-x e microscópio óptico, as análises térmicas podem ser usadas para melhorar a caracterização mineral, especificamente de minerais de argila (Smykatz-Kloss, 1974) encontrados em cerâmica cuja confecção deu-se sob altas temperaturas (queima). Outra técnica complementar na identificação e quantificação mineral é a **Espectrometria de infravermelho**. Detalhes de técnicas e suas aplicações para mineralogia e até substâncias amorfas são apresentados por Farmer (1974). Como os solos e artefatos cerâmicos apresentam fases cristalinas amorfas ou de baixa cristalinidade e até matéria orgânica que não pode ser identificada através de difração de raio-x, a espectrometria de infravermelho é uma alternativa viável na identificação e quantificação deste material. Outrossim o **Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)** é uma ferramenta que pode melhorar o estudo mineralógico das TPs. Ele é satisfatório não somente na caracterização complementar dos materiais inorgânicos fino-granulados (minerais e os seus produtos equivalentes), como também na dos materiais orgânicos que constituem a maioria dos solos com TP. Em muitos casos é a única técnica capaz de capturar imagens de alta qualidade da fração fina e cristalina. Apresenta oportunidades fantásticas para a investigação de artefatos cerâmicos. Combinado com microscópio óptico e difração de raio-x, o MEV permite obter informação sobre a matéria prima da cerâmica, minerais, novas fases minerais, transformação mineral e abundância, tipos de tecidos orgânicos e sua distribuição espacial, reações químicas, estabilidade mineral etc.. **Análises químicas**: para melhorar entendimento dos processos de formação e transformação das TPs, é necessário realizar não só análises mineralógicas, mas também análises químicas sistemáticas, quantitativas e completas para determinar a composição química dos solos e seus artefatos. Atualmente, há muitas técnicas modernas e eficientes empregadas em química e geoquímica que podem ser aplicadas a materiais arqueológicos (solos, artefatos líticos e cerâmica) com grande sucesso. Conhecer a composição química é importante não só para a caracterização química do material investigado, mas também para a identificação da área fonte do material, os tipos de transformações que experimentou com o passar do tempo, suas reações

químicas e mineralógicas, além das opções para restauração ou conservação dos artefatos. O uso de procedimentos clássicos, bem como de procedimentos modernos como AAS (atomic absorption spectrometry), fluorescência de raios x, ICP-AES (induced coupled plasma-atp,oc emission spectromey) e ICP-MS induced coupled plasma massa spectrometry). A fluorescência de raios x (FRX) é uma ferramenta muito eficiente em análise química, tanto para os elementos maiores como para os elementos-traço. Atualmente o equipamento mais versátil e de elevado custo/benefício é o espectrômetro de massa acoplado ao plasma (ICP-MS). Com ele é possível realizar análises multi-elementares simultâneas para mais de 50 elementos na mesma solução e em uma gama grande de concentrações, sem a necessidade de diluir a solução. Ele também permite obter limites de detecção muito baixos, menor efeito matriz e interferências de elemento que o ICP-AES; sendo, portanto, a técnica mais adequada para os estudos geoquímicos multi-elementares de solos tipo TP e seus materiais contidos. **Análises de fase ou Microanálises** podem trazer importantes informações na caracterização de micro-fase mineral ou orgânica. Para tal são indicados a micro-difração de raios X, o ICP-MS, o MEV-EDS e, claro, a microsonda eletrônica (Reed, 1995; Longo, 1995). A microsonda eletrônica é largamente empregada para a caracterização química de fases minerais em rochas e solos como também em novo material da indústria (Reed, 1995, Perkins e Pearce, 1995), superando o espectrômetro de energia-dispersiva acoplado a um microscópio eletrônico de varredura (MEV/EDS) (Williams, 1987; Kevex, 1989; Bain et al., 1994).

Aspectos Físicos e Morfológicos das Terras Pretas

Embora os sítios com Terras Pretas ocorram sobre diversas classes de solo, seu maior registro é sobre Latossolos (Oxisols) e Argilossolos (Ultisols), que juntos recobrem aproximadamente 70% da Amazônia. Esses solos são profundos, bem drenados, de textura variando de média a muito argilosa e com baixa reserva de nutrientes essenciais às plantas (Silvia et al, 1970; Rodrigues, 1996; Rodrigues et al, 1991). As TPs também podem ser encontradas em outras classes de solos: Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Ferrocárbicos, que são essencialmente arenosos; Nitossolos Vermelhos que são bem drenados, profundos, de nível alto de fertilidade natural e textura muito argilosa (Smith, 1980); Cambissolos, que apresentam textura média argilosa, são profundos e bem drenados; Argissolos Plústicos e Plintossolos que são moderada e imperfeitamente drenados, de baixa (fertilidade) reserva de nutrientes, de textura média/argilosa e argilosa; Neossolos Litólicos, bem drenados, rasos, de textura média (Falesi, 1970).

Nas cartas de solos que abrangem a Região Amazônica, apesar da freqüente ocorrência de solos com TP, estes são catalogados como inclusões e abrangem normalmente de 2 a 3 ha (Silva et al., 1970 e Kern et al., 2003). Excepcionalmente, em alguns locais, podem alcançar áreas superiores a 80 ha (Hilbert, 1955). As áreas ocupadas pelas TP além da grande variação quanto à espessura e composição química, também apresentam grande variabilidade quanto à extensão. Em Caxiuanã, no Pará, a delimitação da terra preta revelou áreas de 0.01 e 3.82 ha nos Sítios Flechal e Ilha de Terra, respectivamente. Contrastam com o Sítio Tapajós, no Pará, com cerca de 200 ha (Sombroek, 1966) e 400 ha do Sítio Santarém (Roosevelt, 2000).

De acordo com Kern (1996), Kern & Costa (1997), Lima (2001), Kern et al. (2003), Kämpf & Kern (2005), os horizontes A das TP's, que correspondem à camada de ocupação humana (lembrando que a superfície atual não necessariamente precisa ser a mesma da ocupação antiga), apresentam coloração mais escura, podendo variar de preta, cinza muito escuro a bruno escuro (N2/; 2,5YR2/0; 5YR2,5/1; 7,5YR 2/0; 10YR 2/0 a 3/4), textura mais arenosa e melhor estruturada e presença de fragmentos de cerâmica e/ou artefatos líticos, em relação às áreas adjacentes. Kern et al. (2003) declaram que a espessura do horizonte antrópico ou do refugio ocupacional, em 57% dos sítios arqueológicos registrados (n = 180), apresentam de 30 a 60 cm de espessura, podendo eventualmente chegar a 2m. Menos do que os solos da floresta, geralmente de 10 a 15 cm. Em Caxiuanã, a espessura do horizonte antropogênico em transversais de cinco sítios com TP evidenciou grande variação interna, em geral, de 18 a 47 cm. As variações na espessura do refugio ocupacional podem ser resultantes de processos de

melanização pelo escurecimento do horizonte superficial em função da irregular adição de matéria orgânica e processos de bioturbação (Rodrigues et al., 2003; Kämpf et al., 2003; Kern et al., 2005) (Fig. 1), ou ainda, refletir a diversidade de formas de organização, uso e permanência de grupos pré-colombianos na Amazônia. De modo que a variabilidade na espessura reforça a idéia de diversidade de atividades discutida por Kern (1988, 1996), que são relacionadas ao preparo de alimentos, ciclos agrícolas e descarte de resíduos orgânicos.

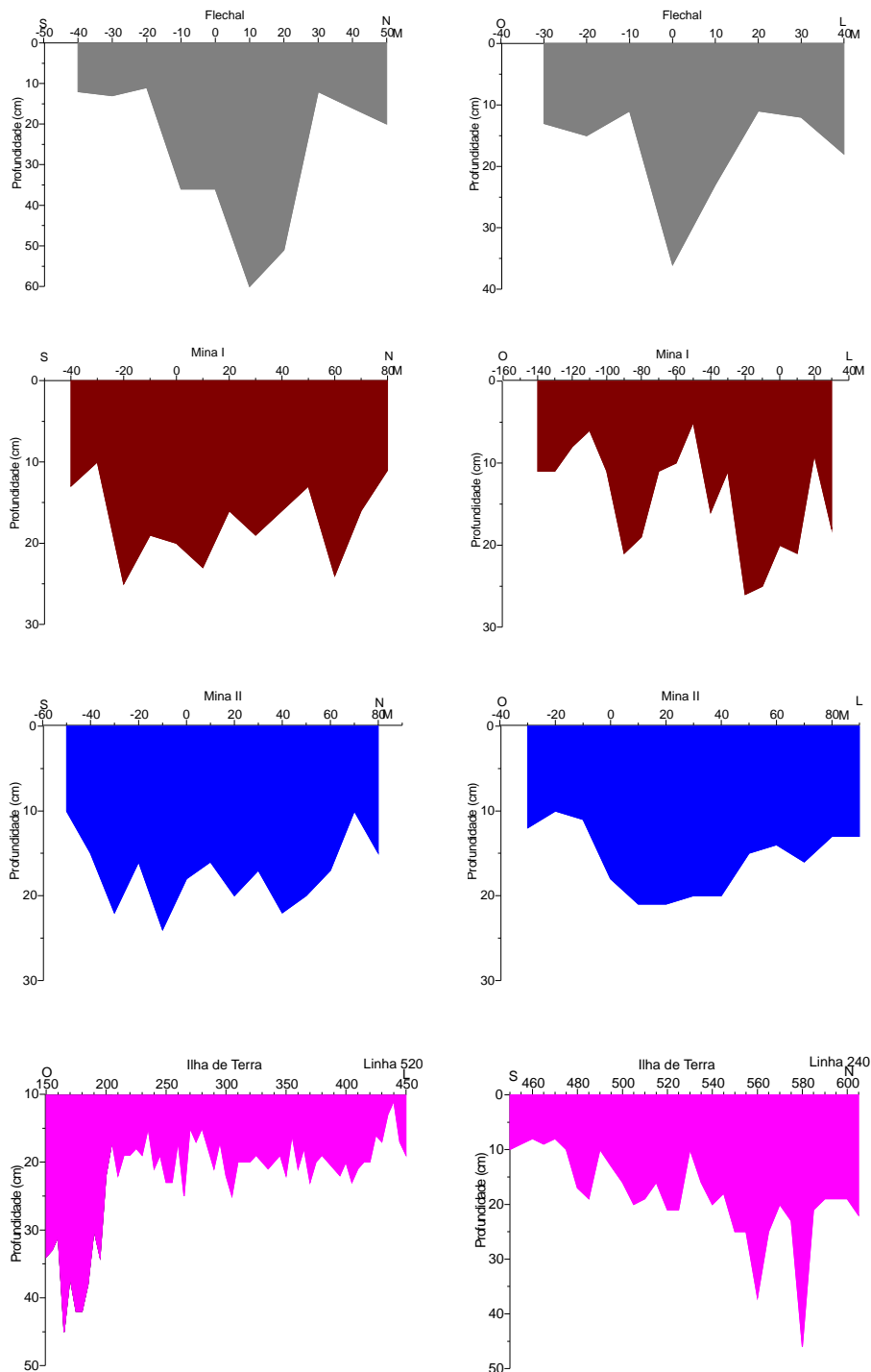


Fig. 1. Variabilidade de espessura do horizonte antropogênico em transversais, Caxiuanã-PA (Costa, 2003)

A espessura dos horizontes de transição AB e BA nas TPAs variam de 20 a 60 cm. Os horizontes apresentam cores mais escuras, variando de preto (10YR 2/1) a bruno muito escuro (10YR2/2), com textura mais arenosa e melhores estruturados do que as áreas circunvizinhas. Os horizontes B dos perfis de solos das TPs e adjacências em geral não apresentam grandes variações em suas características morfológicas e físicas. A granulometria das TPs revela predomínio da fração areia nos horizontes superficiais e transição (Tabela 1). Os valores chegam a 830 g kg⁻¹ no horizonte A1 na Ilha de Marajó e 630 g kg⁻¹ no horizonte A2 na Região de Caxiuanã. Enquanto nos horizontes de transição e B os teores de areia diminuem à medida em que as camadas se aprofundam.

Tabela 1. Características físicas e morfológicas das terras pretas amazônicas.

Horizonte	Prof. Cm	Cor	Areia	Silte	Argila	Classe textural
AMARELO Distrófico antropogênico (Silva et al., 1970) Manacapuru, Amazonas						
A1	0-8	10YR3/1	480	150	370	Média
A2	8-31	10YR3/1	440	130	430	Argilosa
AB	31-63	10YR3/2	380	120	500	Argilosa
Bw1	63-123	10YR6/6	310	40	650	Muito argilosa
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico antropogênico. (IDESP, 1974). Marajó, Pará						
A1	0-13	10YR3/2	830	120	50	Média
A2	13-47	10YR3/1	800	140	60	Média
A3	47-85	10YR3/1	800	140	60	Média
AC	85-110	10YR4/3	840	110	50	Média
CAMBISSOLO CRÔMICO Tb Eutrófico antropogênico (Kern 1988) Cachoeira Porteira, Pará						
AI	0-7	N2/	550	150	300	Média
A2	7-27	N2/	560	130	310	Média
AB	-110	10YR4/2	530	100	370	Argilosa
Bi1	110-148	10YR6/6	420	100	480	Argilosa
LATOSSOLO AMARELO Eutrófico antropogênico, (Lima, 2001) Iranduba, Amazonas						
A1	0-30	2,5Y2/0	520	130	350	Média
A2	30-60	2,5Y2/0	450	190	360	Média
AB	100-130	10YR3/1	400	140	460	Argilosa
BW	130-150	10YR 3/6	390	120	490	Argilosa
LATOSSOLO AMARELO Eutrófico antropogênico (Oliveira Jr et al., 2002) Trairão, Pará						
A1	0-37	N2/	598	218	184	Média
A2	37-62	10YR2/1	631	165	204	Média
BA	129-177	10YR4/2	486	129	385	Argilosa
Bw1	177-217	10YR5/4	450	125	425	Argilosa

Pedogeoquímica das Terras Pretas Amazônicas

Os solos antrópicos caracterizam-se, quando confrontados com os solos amazônicos, por possuírem elevados teores de Ca, Mg, P, Zn, Mn, Cu e C orgânico, bem como nos valores mais altos de pH. Por isso, estes têm sido os componentes mais comumente investigados nesses solos. Análises

multielementares demonstraram, no entanto, que elementos como aqueles acima e outros, numa associação como de P_2O_5 , MgO, CaO, Ba, Cl, Sr, Fe_2O_3 , Na_2O , As, Cd, Co, Cr, F, Ga, Pb e V, podem ser de grande importância para avaliar os possíveis padrões de assentamentos estabelecidos pelo homem pré-histórico.

O acréscimo de resíduos orgânicos durante o processo de formação dos solos antropogênicos provocou modificações significativas no solo, tanto no sentido vertical (perfil) quanto no horizontal (areal). O estudo da variabilidade de elementos em profundidade é amplo (Fig. 2). 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), Pabst (1991), Kern (1996) confirmam a 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, pela sua maior disponibilidade advinda dos materiais introduzidos nas áreas de descarte e por sua maior afinidade com as superfícies de troca do solo. O valor máximo, de $39,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, foi registrado nas TPs de Monte Alegre (Falesi, 1970) e o mínimo, de $0,52 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ em TPAs da Colômbia (Eden, 1984). Os teores mais elevados de Mg foram detectados em TPs da Região de Cachoeira-Porteira e Belterra, na ordem de $7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Kern & Kämpf, 1989 e Pabst, 1991). Os teores elevados de cátions, especialmente cálcio e magnésio, obtidos a partir da decomposição da matéria orgânica resultam no pH elevado, na alta capacidade de troca de cátions (CTC), soma e saturação de bases das Tps.

Os baixos teores de fósforo disponível nos solos amazônicos são um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento de uma agricultura de produção e mesmo de subsistência. A deficiência de fósforo é encontrada em 90% dos solos da Amazônia, porém o nível de deficiência depende diretamente do tipo de cultura (Rodrigues, 1996). Dentre os elementos diagnósticos das TPs o P disponível ou total destaca-se como um dos mais importantes. O teor máximo desse elemento, com cerca 7.455 mg kg^{-1} de solo no horizonte A, foi observado em Itaituba-Pa, decrescendo em profundidade (Oliveira Jr *et al.*, 2002). Teores significativamente menores foram observados em Cachoeira Porteira variando de 30 a 448 mg kg^{-1} de solo no horizonte superficial (Kern, 1988). Quanto ao P total (P_2O_5), as TPA's de Caxiuanã, apresentam valores elevados, especialmente, nos Sítios Mina II, Caridade e Flechal, que possuem, no horizonte superficial, teores de 2.800, 2.900 e 2.680 mg kg^{-1} de solo, respectivamente (Rodrigues *et al.*, 2003; Kern *et al.*, 2005). Conforme Kämpf *et al.* (2003) e Kämpf & Kern (2005), esses valores estão associados à ocupação humana pré-histórica, haja vista, que P e Ca podem ser encontrados em restos de vegetais (mandioca, açaí, bacaba etc), animais (ossos e excrementos) e resíduos de alimentos.

As TPs são formadas por um grande depósito estável de matéria orgânica, contendo aproximadamente 30% de carbono preto, originado da queima incompleta da biomassa, sendo este, provavelmente, o responsável pela alta capacidade de estoque de nutrientes no solo (Glaser *et al.*, 2000). Os conteúdos máximos de carbono orgânico foram encontrados em TPs de Trairão e Belterra, chegando a alcançar valor máximo de 243 e 210 g kg^{-1} , respectivamente (Oliveira Jr *et al.*, 2002; Pabst, 1991). Para Pabst (1991), a matéria orgânica das TPA's, além de diferir em termos de quantidade, também difere em sua estruturação: é mais estável e ainda mais rica em componentes organo-metálicos que a dos Latossolos Amazônicos. Em Caxiuanã, os teores mais elevados foram registrados nos Sítios Manduquinha e Ilha de Terra com 40,9 e $42,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, enquanto nas adjacências reduz-se para 30,1 e $8,7 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. De acordo com Kämpf & Kern (2005), as Terras Preta Amazônicas apresentam valores médios de $38,9 \text{ g kg}^{-1}$ para C orgânico; 507 mg kg^{-1} para P disponível; $9,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para Ca+Mg e pH 5,6 contrapondo-se às médias de Latossolos e Argissolos de $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ para C orgânico; $1,7 \text{ mg kg}^{-1}$ para P disponível; $1,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para Ca+Mg e pH 4,5.

Os teores de elementos como Mn, Cu e Zn destacam-se com teores elevados, quando comparados com o horizonte A das imediações não modificadas, enquanto não apresentam diferenças significativas no horizonte B, reforçando a relação com o material adicionado, especialmente a estrutura da matéria orgânica. Conforme Kern *et al.* (1999), as folhas de palmeiras utilizadas na cobertura de habitações, que são renovadas periodicamente, podem ser uma fonte importante de Mn, Zn, K, Ca e Mg para o solo.

A Figura 2 representa uma pequena amostra das modificações impostas ao solo pela intensidade da ação humana somada aos processos pedogenéticos, as quais não se limitam aos horizontes superficiais e de transição, mas podem chegar a grandes profundidades.

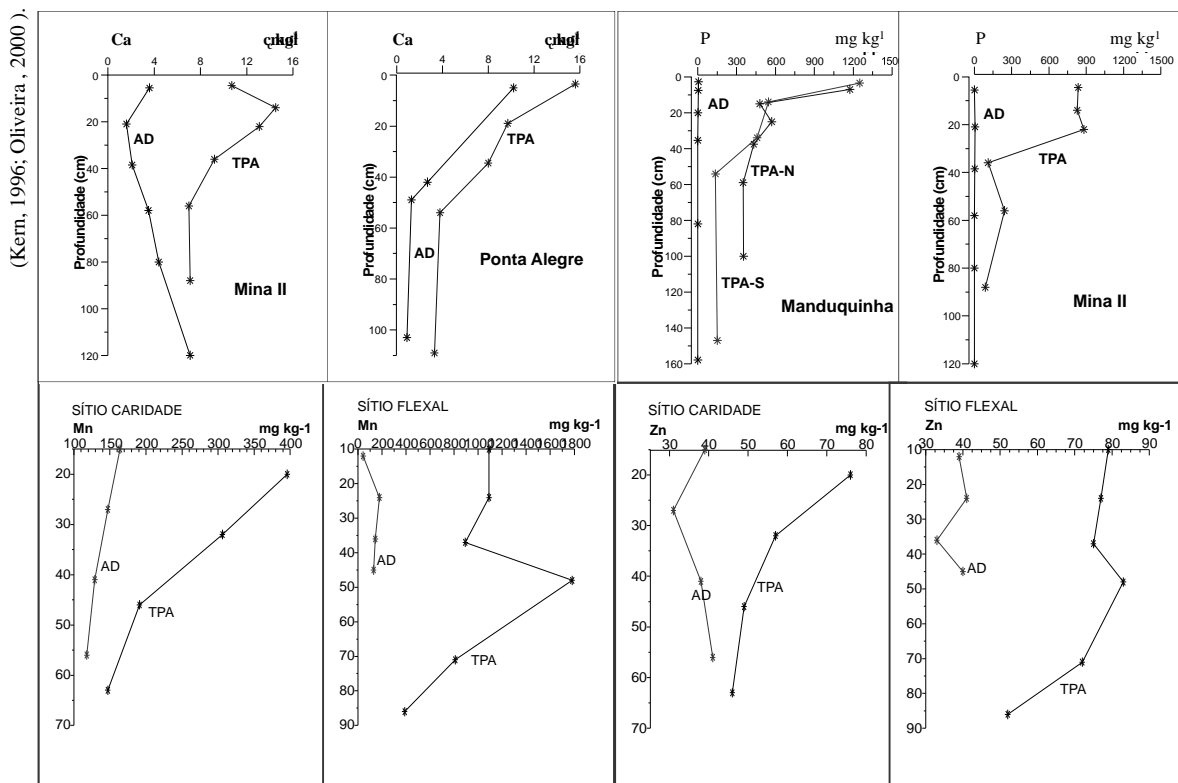
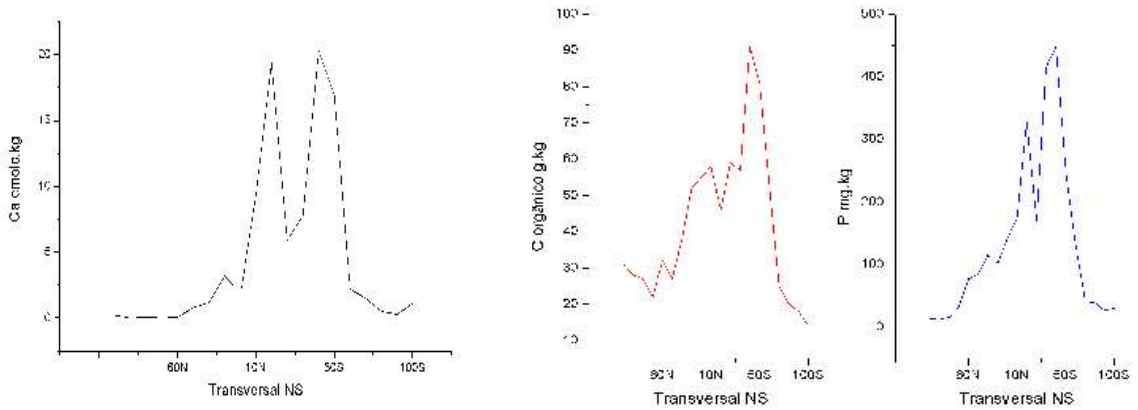


Fig. 2. Distribuição vertical dos teores de Ca, P, Mn e Zn em Terra preta e Adjacências, Caxiuanã-PA.

As análises químicas feitas em solos com Terra Preta mostram que o sítio arqueológico por si só é uma grande anomalia que se estende tanto em superfície como em profundidade, com variações em seu interior. Na Região de Cachoeira-Porteira, Oriximiná Pará, em trabalhos sistemáticos efetuados ao longo de transversais em três sítios com TP, os teores de C orgânico, Ca, Mg, P, Zn e Mn indicam áreas preferenciais para a deposição de dejetos (Kern, 1988; Kern & Kämpf, 1989; Kämpf & Kern, 2005). As áreas de maiores concentrações de Ca, C orgânico e P foram interpretadas como locais de maior aporte de material orgânico (Fig. 3).

Da mesma forma que em Cachoeira Porteira, em Caxiuanã verificou-se que os teores de Ca, Mg, Zn, Mn, Cu e P também, apresentaram alternância de locais com alta e baixa concentração ao longo das transversais, porém significativamente superiores aos dos solos circunvizinhos (Fig. 4). Ao mesmo tempo, se observou comportamento similar para a distribuição areal e espacial de Ca, Mg, Zn, Mn, Cu e P. A Região de Caxiuanã, além de ser atualmente uma das áreas de maior ocorrência de Terra Preta, um dos seus sítios, o Ilha de Terra contempla em sua periferia “terra mulata”, cuja morfologia difere da TP, apresentando, porém, características química semelhantes.



Fonte: Kern,1988

(Kern, 1996; Oliveira , 2000).

Fig. 3. Variabilidade horizontal de teores de Ca, C orgânico e P no horizonte A na transversal NS, Oriximiná-PA.

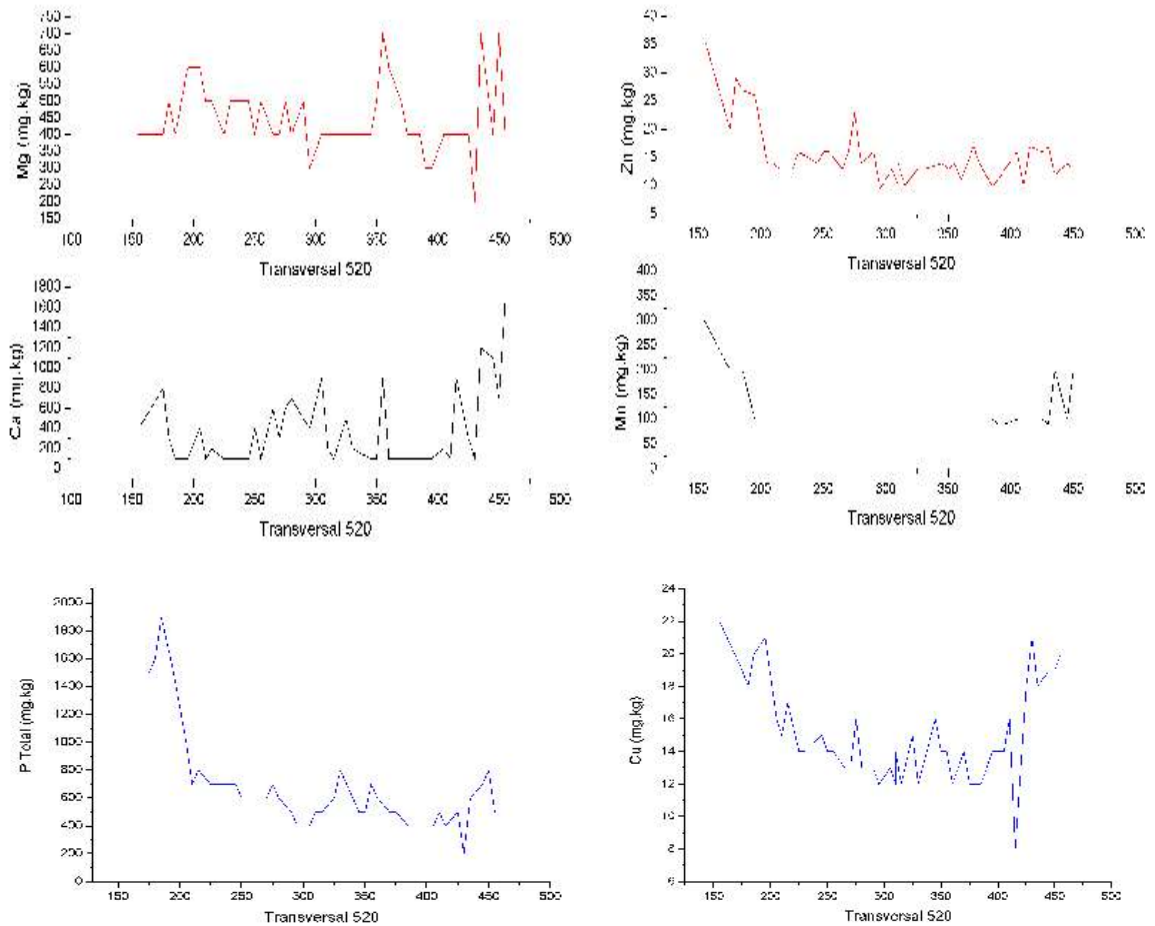


Fig. 4. Variabilidade horizontal de teores de Mg, Ca, P, Zn, Mn e Cu no horizonte A, em transversais no Sítio Ilha de Terra, Caxiuanã-PA (Kern, 1988).

O estudo geoquímico dos solos modificados pela ocupação humana pré-histórica na Amazônia apontam concentrações elevadas de P_2O_5 , MgO , CaO , K_2O , Ba , Cu , Cl , Mn , Sr e Zn , contrapondo-se às áreas circunvizinhas onde os teores destes elementos são baixos, de modo que, estas associações sofreram fortes transformações pela permanências desses grupos e, portanto, relacionadas à ocorrência de TPs. Já os teores de Fe_2O_3 , Na_2O , As , Cd , Co , Cr , F , Ga , Pb e V , bem como B , Hg , Nb , Sc , Y e Zr são semelhantes entre os solos TP e solos adjacentes, insinuando tratar-se da mesma unidade pedológica, que foi modificada pelo homem, e que estes componentes químicos não fazem parte dos materiais adicionados, ou seja, dos rejeitos. Sendo assim, levantamentos geoquímicos sistemáticos efetuados em sítios arqueológicos com Terra Preta de Índio, possibilitam determinar hipoteticamente o padrão de assentamento pré-histórico dos grupos que habitaram a região, indicando locais específicos e diferenciados onde faziam descarte de material. Nos casos específicos de Cachoeira Porteira e Caxiuanã, houve predomínio de descarte de resíduos rico em Mg , Ca e P , associados aos restos de alimentos, principalmente de origem animal, como ossos (Fig. 5). Segundo Kern, (1996), dados etnográficos enfatizam que vários grupos que habitaram a região faziam o descarte de restos de alimentos na parte de trás de suas casas, onde se localizava a cozinha. As práticas funerárias também podem ter tido um papel relevante no aumento de determinados elementos químicos no solo (principalmente o cálcio e o fósforo, componentes principais dos ossos), pois registros etnográficos e arqueológicos mostram que vários grupos enterram seus mortos dentro da própria casa, ou ainda no centro da aldeia (Migliazza, 1964; Ramos, 1971;1980).

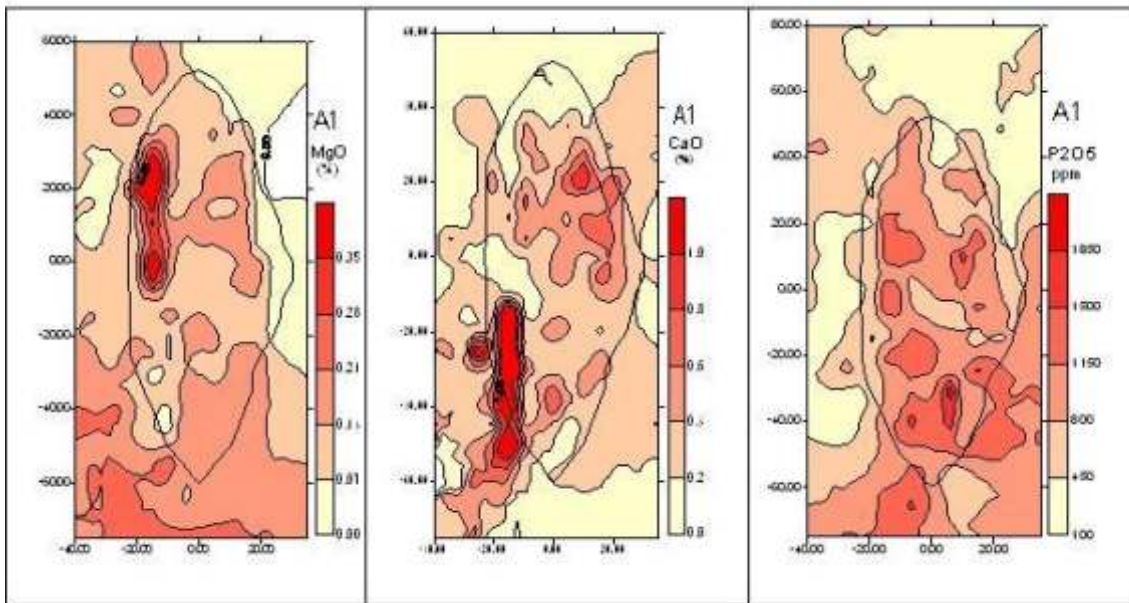


Fig. 5. Distribuição areal de MgO , CaO e P_2O_5 no Sítio Arqueológico Manduquinha, Caxiuanã-Pa (Kern,1996).

Os Sítios Manduquinha e Ilha de Terra, ambos em Caxiuanã, compreendem exemplos de estudos geoquímicos sistemáticos em sítios com solo de Terra Preta. Uma análise do solo de TP evidenciou anomalias de Zn , Mn e Cu , as quais podem estar relacionadas com a matéria orgânica vegetal utilizada nas coberturas e paredes das casas. Foram identificados, também, locais com teores relativamente baixos de elementos indicadores das TPs, local este que poderia ser uma praça ou área de maior circulação, acesso para a mata e para as principais fonte de água para abastecimento do grupo por isso deixado intencionalmente mais limpo (Kern, 1996; Meireles, 2004).

Considerações Finais

O descarte do lixo (com queimas sucessivas e graduais), as práticas funerárias e os vegetais utilizados como fonte de matéria-prima para construção, dos povos que habitavam a Amazônia tiveram papel relevante para o aumento de matéria orgânica no solo e conseqüentemente o seu enriquecimento em cálcio, magnésio, zinco, manganês, fósforo e carbono. Esses resíduos orgânicos transformaram tanto as propriedades químicas como as propriedades físicas do solo. Com a humificação da matéria orgânica, elementos químicos foram liberandos para a solução do solo, os quais poderiam ter sido adsorvidos nos complexos de troca catiônica, absorvidos pelas plantas ou lixiviados. Quanto às propriedades físicas, a matéria orgânica adicionada influenciou diretamente a formação de agregados, reduziu a coesão e a plasticidade e contribuiu para o arejamento e friabilidade do solo. Assim os processos pedogenéticos, agindo intensamente sobre as áreas abandonadas pelo homem pré-histórico, que continham grande acúmulo de material orgânico, fizeram com que elementos como cálcio, magnésio, fósforo, zinco, manganês e cobre 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 Terras Pretas. Atualmente esses locais são utilizados pelos povos da floresta para seus roçados ou como locais de moradia.