

Formação de Terra Preta na Região do Alto Xingu: Resultados Preliminares

Morgan J. Schmidt
Michael J. Heckenberger

Os solos antrópicos da Amazônia conhecidos como Terra Preta de Índio, Terra Preta Arqueológica (TPA), ou simplesmente Terra Preta (TP) têm chamado a atenção de cientistas como uma solução possível para a questão da agricultura sustentável em solos pobres e intemperizados que cobrem extensas áreas nos trópicos (Glaser et al. 2004; Madari et al. 2004). Argumenta-se que o estudo da TPA pode contribuir com lições valiosas sobre o potencial de fertilidade de latossolos nos trópicos que pode gerar dados para ajudar no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis de uso de solos e ainda descobrir que tipos de práticas de manejo de solos e recursos foram utilizados por grupos humanos no passado (Falcão et al. 2003:256; Lehmann et al. 2003a).

Os solos de Terra Preta são considerados pela maioria dos pesquisadores um componente crítico dos sítios arqueológicos, por apresentarem potencial para revelar as estruturas da sociedade, o uso de recursos e as mudanças ocorridas nos períodos pré-históricos e pós-contato nas comunidades amazônicas (Heckenberger et al. 1999; Peterson et al. 2001; Neves et al. 2003, 2004). Isso torna imperativo que uma perspectiva arqueológica seja sempre considerada ao se tentar responder questões sobre a formação de TPA. Estudos de pedoarqueologia têm observado uma correlação entre as áreas de atividade de sítios-habitação e alterações no solo (Cook & Heizer, 1965; Cavanagh, 1988; Eidt, 1984; Fernández et al., 2002; Mora et al., 1991; Scudder et al., 1996; Wells et al., 2000; Woods, 1984). As investigações prévias realizadas por Heckenberger (1996) e os resultados preliminares apresentados aqui sugerem que essa correlação ocorre nas aldeias indígenas atuais, históricas e pré-históricas na Região do Alto Xingu.

Esta pesquisa foi fundamentada em três questões principais: (1) Como determinadas atividades cotidianas causam modificações nas propriedades químicas do solo de uma aldeia indígena atual? (2) Que modificações ocorrem nos solos após o abandono da aldeia? (3) Os solos antrópicos em sítios pré-históricos apresentam variações nas propriedades químicas semelhantes ou diferentes daquelas encontradas em aldeias históricas e contemporâneas? Essas questões estão sendo abordadas segundo os seguintes objetivos: (1) Estabelecer os parâmetros químicos (“assinaturas”) dos solos, ou seja, os padrões previsíveis para os teores de nutrientes que compõem os solos e tornam distintas as diversas áreas de atividades, dentro e fora das aldeias históricas e da atual; (2) Testar as amostras de solo provenientes de contextos arqueológicos, dentro e fora do sítio, para determinar a sua relação, conforme as variações estabelecidas com os contextos das aldeias históricas e da atual.

A pesquisa está sendo desenvolvida no contexto de uma tese de doutorado¹ e faz parte de um projeto mais amplo intitulado Southern Amazon Ethnoarchaeology que incorpora arqueologia, história oral e etnografia. Seu principal objetivo é entender a pré-história e a história da sociedade xinguana, com ênfase no uso de recursos, cultura material, organização espacial, padrões de assentamentos regionais e organização política e ritual. O projeto tem o apoio do Museu Paraense Emílio Goeldi e o do Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Nos anos de 2002-2005 foi realizado o mapeamento e caracterização dos sítios pré-históricos dentro do território da etnia Kuikuro (Xinguano). A área possui aproximadamente de 1.200 km² e foi definida através de levantamentos regionais, mapeamentos de sítios e estudos cronológicos iniciados

¹O doutorado está sendo desenvolvido por Morgan J. Schmidt no Departamento de Geografia da Universidade da Flórida com orientação Nigel J.H. Smith e Michael J. Heckenberger do Departamento de Arqueologia.

por Heckenberger em 1991 (Fig. 1 e 2) (Heckenberger 1996, 1998, 2001, 2005; Heckenberger et al. 1999, 2003). O mapeamento incluiu também a aldeia atual e estruturas fora dos sítios como estradas, pontes e armadilhas de peixe.

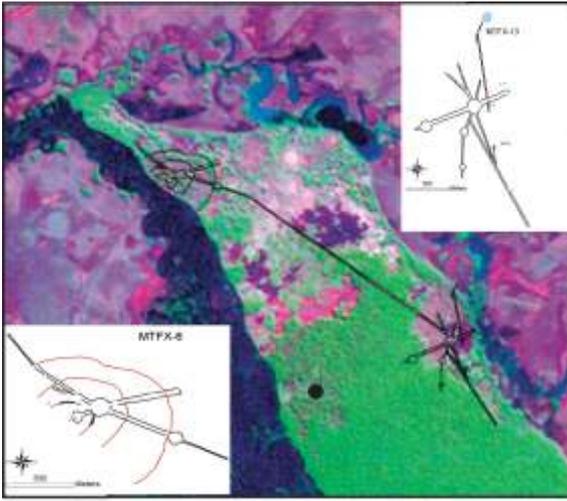
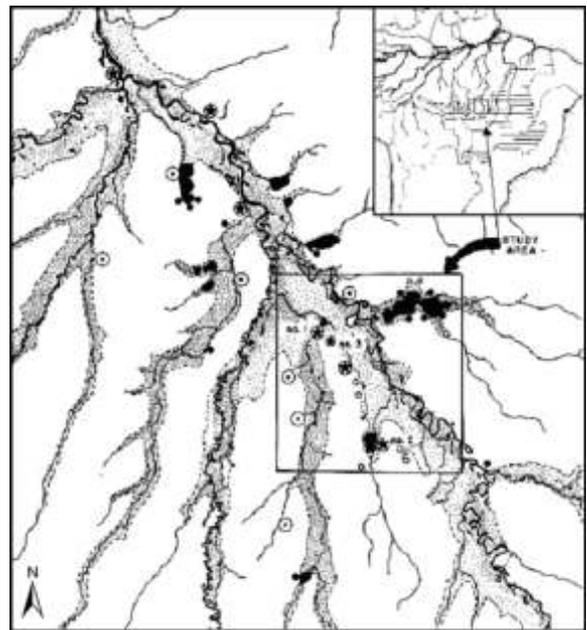


Fig. 1. Mapa do Alto Xingu mostrando a área de estudo. As áreas em preto indicam rios e lagos e as áreas pontilhadas mostram as planícies de inundação. Os círculos indicam a localização dos sítios arqueológicos e as três estrelas da parte superior representam os três principais assentamentos pré-históricos que foram amostrados nessa pesquisa. De norte para o sul são: Nokugu (MT-FX-6); Hialugih t (MT-FX-13); e Akagah t (MT-FX-18).

Fig 2. Mapa de duas aldeias pré-históricas originado através de dados de GPS sobreposto a uma imagem de satélite (Agosto de 1992). Mostra o Sítio Nokugu (MT-FX-6) e Hialugih t (Mt-FX-13) conectados por uma estrada pré-histórica. A estrada continua em direção ao Sul até chegar a outro grande sítio (MT-FX-18: Akagah t) e continua avançando até outros sítios. As áreas mais claras no centro são uma península de floresta em terra firme. As áreas mais escuras no entorno representam a planície de inundação marcada por rios, lagos e campos abertos periodicamente alagados. O círculo claro localizado na parte superior da imagem é a aldeia atual. As alterações antropogênicas da floresta podem ser observadas na imagem de satélite entorno da aldeia atual pelo plantio de mandioca e entorno dos sítios pré-históricos em virtude da presença de TPA. (Heckenberger et al. 2003).



Os trabalhos de arqueologia no Alto Xingu apontam para a continuidade entre a cultura atual e pré-histórica através de evidências da tecnologia de fabricação de cerâmica (refletindo a agricultura da mandioca), dos padrões de assentamento (aldeias com praças circulares) e uso geral da paisagem (estradas, pontes e armadilhas de pesca). A evidente continuidade desde a pré-história até o presente apresenta uma oportunidade única para abordar questões sobre as atividades que resultaram nas variações de solo encontradas nos sítios arqueológicos. Os resultados das análises de solos obtidos para a aldeia atual e para as históricas disponibilizarão dados comparativos que poderão ser relacionados diretamente com as áreas de atividades nos sítios pré-históricos. Com isso, será possível testar se a distribuição dos solos ocorre de maneira consistente ou uniforme, baseada na localização dos artefatos e nas feições dentro do sítio.

Terra Preta Arqueológica

A TPA é caracterizada por sua cor escura, teores elevados de nutrientes e vestígios de cultura material, incluindo cerâmica, líticos e grande quantidade de carvão. Inúmeros estudos têm demonstrado a marcante anomalia que a TPA representa dentro dos Oxisolos e Ultisolos (Latosolos), solos tipicamente ácidos e relativamente inférteis, que predominam na Região Amazônica (Kern & Kämpf 1989; Pabst 1991; Smith 1980). A TPA geralmente apresenta níveis elevados de P, C, Ca, Mg, Mn, Zn e outros nutrientes em relação aos solos em derredor. Os solos de terra preta contêm abundância de carvão e os níveis de CTC, de SB e o pH são mais altos em relação ao solo circunvizinho, tornando-os mais propícios ao desenvolvimento de cultivos. A TPA é bastante variável dentro de um mesmo sítio, por causa das diferenças de intensidade, duração e a natureza das atividades culturais que as formou, bem como dos processos naturais e das atividades ocorridas após o abandono dos sítios.

Foi sugerido que algumas TPA seriam resultado de práticas agrícolas semi-intensivas ou intensivas (Denevan 2004). Argumenta-se que as técnicas de cultivo de corte e queima com longos períodos de pousio, que são, em regra, praticadas hoje em dia, não poderiam ter sustentado grandes assentamentos permanentes como aqueles relatados pelos primeiros cronistas que estiveram na Amazônia (Neves et al. 2003); e que a tecnologia dos machados de pedra, utilizada na derrubada da mata, teria sido um processo de lento resultado, o que, por sua vez, teria obrigado os agricultores a desenvolver técnicas mais intensivas e contínuas de cultivo (Denevan 1992). Até hoje, existem poucas evidências diretas da ocorrência de cultivo intensivo nas áreas de terra firme na Amazônia. Uma dessas evidências seria a, assim chamada, Terra Mulata (TM), que, hipoteticamente, teria originado-se em decorrência das práticas de agricultura intensiva e semi-intensiva. As TM são algumas vezes encontradas circundando uma ampla área ao redor de TPA e caracterizam-se por apresentar: menor quantidade de vestígios culturais, coloração mais clara (marrom), níveis elevados de carbono orgânico (incluindo grande quantidade de carvão) e, ainda, níveis mais baixos de outros nutrientes em comparação com a TPA (Sombroek 1966; Woods & McCann 1999).

Embora os métodos de agricultura relativamente intensivos, como uso de cobertura morta, coivara e adubação orgânica e/ou ciclos curtos de corte e queima sejam considerados como o processo de origem da TM, isso ainda não foi comprovado (Mora et al. 1991; Neves et al. 2003; Woods & McCann 1999). Hecht (2003) sugere que essas práticas de manejo de solos, como as utilizadas entre os atuais Kayapó, podem ser semelhantes àquelas que, no passado, produziram a TPA (Hecht & Posey 1989). Alguns autores recomendam cuidado com a suposição de que a Terra Preta teria sido resultado de práticas de cultivo. Argumentam que as tentativas modernas de melhorar os solos, tais como adubação orgânica com carvão e coivara, não geram mudanças permanentes no solo (German 2003; Smith 1980).

Existem duas hipóteses gerais para a formação de TPA: (1) a antrópica, que teria sido o resultado não intencional da ocupação humana e do descarte do lixo, e (2) a antropogênica, que teria sido resultado do manejo intensivo do solo para a agricultura; contudo, as duas hipóteses não são excludentes. No Alto Xingu, o uso atual, tanto da TPA nos sítios pré-históricos quanto das lixeiras localizadas atrás das casas para cultivo, sugere que a linha entre essas duas hipóteses é muito tênue. Atualmente, os grupos indígenas cultivam plantas que exigem mais nutrientes do solo (como milho e banana) tanto na TPA de sítios pré-históricos (que frequentemente estão muito distantes das casas) quanto nas lixeiras de “terra preta”, que se acumulam nas redondezas da aldeia a mais de 25 anos.

Observou-se durante a pesquisa que os moradores enriquecem áreas de roça de mandioca adjacentes à aldeia com lixo orgânico, cobertura morta e prática de coivara; outrossim costumam aumentar intencionalmente o tamanho das lixeiras espalhando o lixo orgânico no local visando a torná-las mais férteis para o uso em futuros plantios². Essas práticas utilizadas pelos xinguanos representam, assim, um modelo para criação da chamada TM. Dessa mesma forma podemos supor que, em uma

²Essa prática foi observada pelos autores e confirmada em depoimento pelos Kuikuro.

aldeia pré-histórica, os moradores utilizariam lixeiras ou melhorariam intencionalmente o solo para o plantio dentro e ao redor da aldeia. Espera-se que os resultados deste projeto demonstrem que atividades não diretamente associadas ao cultivo e descarte de lixo, tais como atividades domésticas, econômicas e rituais, também poderiam produzir um solo escuro com características de TM ou TPA. Destarte, será ampliado o conhecimento sobre os diversos processos que poderiam gerar a formação de solos antrópicos e suas características.

Os processos que contribuíram para a formação da TPA podem diferir, dependendo das eco-regiões e das práticas culturais. Como Denevan coloca, “sem dúvida, existe uma considerável variação na Amazônia nos tipos das terras pretas, nos seus processos específicos e histórias, nas suas formas de uso e os nos padrões de assentamento associados a elas” (2004:141). O Alto Xingu representa um desses casos, onde ainda há indicações de um processo contínuo de formação de TPA da pré-história até o presente.

Os resultados das análises de solos obtidos para a aldeia atual e para as históricas disponibilizarão dados comparativos, que poderão ser relacionados diretamente com as áreas de atividades nos sítios pré-históricos. Com isso, será possível testar se a distribuição dos solos ocorre de maneira consistente ou uniforme, baseada na localização dos artefatos e nas feições dentro do sítio. Dados químicos de solo podem afirmar ou refutar as interpretações provenientes de escavações arqueológicas, abrirão a possibilidade para a interpretação em áreas que não apresentam artefatos e feições, como também em áreas fora das escavações, além de poder indicar possíveis diferenças no uso dos recursos no passado. Depois de estabelecer as assinaturas para as áreas de atividades nos sítios arqueológicos, as análises de solo poderão ser utilizadas como ferramenta mais efetiva para futuras investigações em outros sítios na área de estudo, podendo, inclusive, ser aplicadas em outras regiões.

As Aldeias Atuais e Históricas

As aldeias atuais no Alto Xingu mostram um padrão consistente no uso do espaço formado por uma praça circular³ de aproximadamente 200 metros de diâmetro, em cujo entorno existe um círculo de casas com suas áreas de atividades associadas, áreas de descarte de lixo e estradas retas oriundas da praça (Fig. 3 e 4). Tomando como base esse padrão, verificou-se, através do mapeamento das distribuições dos artefatos e de alguns testes de solos em uma aldeia abandonada (Fig. 3), que os vestígios culturais foram encontrados conforme o previsto (Heckenberger, 1996). As alterações dos solos desenvolvem-se associadas às áreas de atividade e, por essa razão, são bastante variáveis em todo o sítio. Por causa da fertilidade elevada, especialmente em lixeiras da aldeia atual, tais áreas são utilizadas para a plantação de diversas espécies.

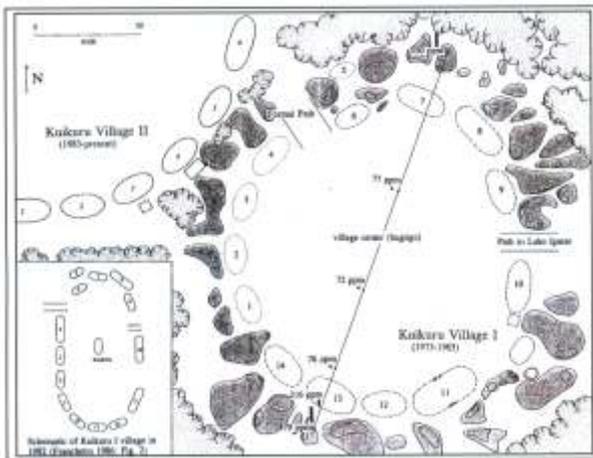


Fig. 3. Mapa da aldeia Kuikuro I ocupada de 1973 a 1983. Os resultados para fósforo estão plotados no croqui ao longo do transect e Tabela 1 mostra valores para outras propriedades do solo (Heckenberger 1996).

³O centro da praça é o centro das atividades comunitárias, políticas e rituais; é também o local da casa dos homens e dos enterramentos.

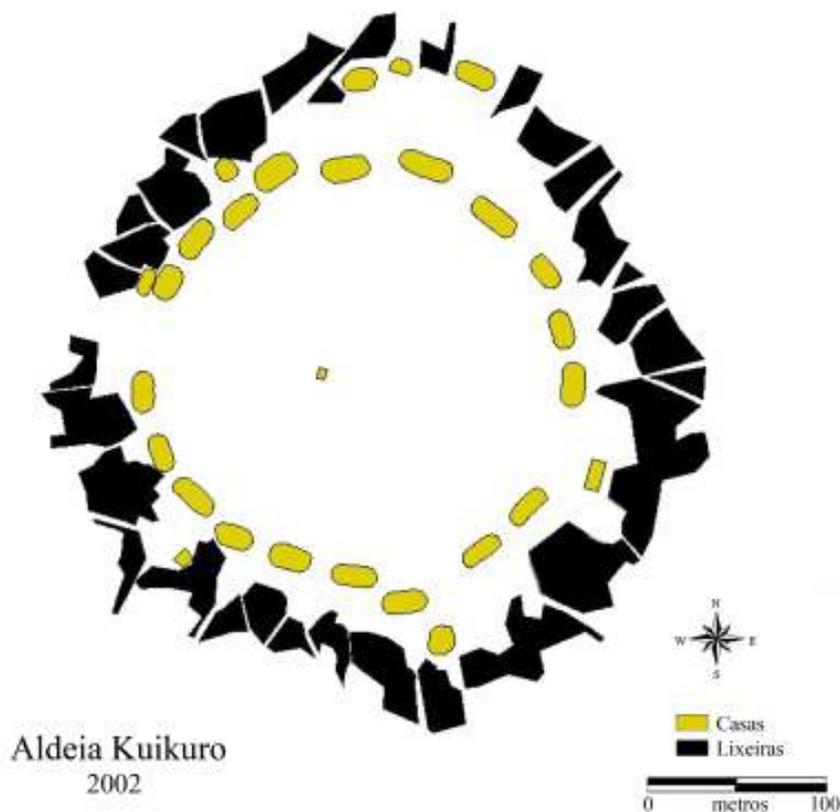


Fig. 4. Mapa da aldeia atual. As áreas pretas representam lixeiras separadas por caminhos e trilhas que começam entre ou nos quintais das casas e prosseguem até fora da aldeia. O quadrado amarelo no meio da praça é a casa dos homens e o centro ritual da aldeia.

Alguns estudos têm demonstrado que as diferenças observadas na química do solo estão relacionadas a áreas específicas de atividades, até mesmo em sítios ocupados durante um curto tempo (Barba & Ortiz 1992; Fernández et al. 2002; Knudson et al. 2004; Terry et al. 2004). Heckenberger (1996) analisou seis amostras de uma aldeia historicamente abandonada (ocupado 1973-1983) provenientes das lixeiras, de dentro de uma casa e na praça (Fig. 3, Tabela 1). Os resultados das amostras coletadas uma década depois do abandono dessa aldeia sugerem que a química do solo varia significativamente em todo o sítio de acordo com as diferentes áreas de atividades.

Tabela 1. Resultados de análises químicas dos solos do Alto Xingu, aldeia histórica Kuikuro I e do Sítio pré-histórico Nokugu (nutrientes disponíveis em mg/kg) (Heckenberger 1996).

| Local | % MO | Mg | Ca | K | Na | pH | P |
|-----------|------|------|-------|------|-----|-----|-----|
| Kuikuro I | | | | | | | |
| Lixeira | 13.5 | 68.7 | 509.2 | 38.1 | 7.2 | 7.5 | 479 |
| Casa | 5.1 | 7.9 | 19.5 | 15.5 | 5.2 | 5.6 | 216 |
| Praça | 5.4 | 5.4 | 14.9 | 10.8 | 5.1 | 5.2 | 76 |
| Praça | 5.4 | 0.3 | 4.1 | 2.1 | 4.1 | 4.6 | 72 |
| Praça | 5.7 | 0.1 | 2.3 | 1.2 | 3.5 | 4.1 | 77 |
| Lixeira | 8.2 | 20.1 | 142.8 | 54.5 | 5.5 | 5.9 | 550 |
| Nokugu | | | | | | | |
| Praça | 5.8 | 9.2 | 52.9 | 4.1 | 6.8 | 5.6 | 299 |
| Doméstico | 7.5 | 18.9 | 143.8 | 3.8 | 5.8 | 6.4 | 556 |

O primeiro objetivo dessa pesquisa é estabelecer as “assinaturas” dos solos baseadas nas propriedades das amostras coletadas em diferentes áreas ou zonas de atividades da aldeia atual e das históricas. As zonas de atividades incluem as lixeiras, as áreas domésticas (em frente à casa, dentro de casa, quintal), a praça (o centro da praça e a praça média ou a área entre as casas e centro da praça) e as áreas fora da aldeia (roças, capoeiras, floresta e áreas de banheiro⁴). As áreas fora da aldeia servirão para estabelecer uma base ou 'níveis estruturais' do solo a fim de fazer a comparação com as áreas mais alteradas.

A expectativa é encontrar uma grande variação na composição dos solos nos sítios arqueológicos e na aldeia atual. Estudos pioneiros de análise química dos solos na arqueologia e etnoarqueologia geralmente enfatizam, na conclusão, a necessidade de promover estudos com um número muito maior de amostras. Esse foi o ponto de partida desta pesquisa. Considerando a variação entre as amostras, é difícil ou impossível tirar conclusões sólidas de uma única amostra. Uma amostra estatisticamente válida deveria ser coletada, especialmente quando está se tentando detectar padrões que poderiam indicar áreas de atividades específicas.

As amostras foram coletadas em contextos ocupacionais contemporâneos e fora dos sítios, nas áreas de roça, campo e floresta. Foram coletadas amostras de uma aldeia atual e de duas aldeias históricas abandonadas durante o século passado. As áreas de atividade nas aldeias históricas têm comparabilidade direta aos padrões espaciais da aldeia atual. Os locais das amostras foram escolhidos com base em mapeamento arqueológico prévio realizado por Heckenberger (1996) e na observação direta das lixeiras (elevadas, solo escuro e cacos de cerâmica abundantes na superfície).

Resultados Esperados das Aldeias

Lixeiras

Formam um círculo descontínuo em torno da borda da aldeia (Fig. 3 e 4). São as áreas que mais se destacam na formação dos solos antrópicos, constituídas principalmente pelo lixo orgânico decomposto e amontoado a uma altura de até aproximadamente 40 cm acima da superfície original. Os resultados obtidos por Heckenberger (1996), para duas amostras de lixeiras, revelaram teores consideravelmente mais altos de nutrientes disponíveis incluindo P (479 e 550 mg/kg), Mg (69 e 20 mg/kg), Ca (509 e 143 mg/kg), K (38 e 55 mg/kg), teores mais altos de MO (13,5 e 8,2%) e níveis ligeiramente mais altos de Na disponível (7 e 6 mg/kg) e pH (7.5 e 5.9) comparados a outras áreas (Tabela 1). Isso sugere que as lixeiras são as zonas com o maior impacto antrópico no solo, criando, na verdade, uma nova camada de solo fértil em cima da superfície original.

Resultados mais recentes (Tabela 2) de duas amostras das lixeiras, também mostram os teores mais altos de todas as amostras analisadas de P (292 e 285 mg/dm³), Ca (236 e 158 cmol_c/dm³), Mg (22 e 15 cmol_c/dm³), Mn (207 e 111 mg/dm³), e CTC (25 cmol_c/dm³); níveis elevados de, Fe (173 e 214 mg/dm³), Cu (2.1 e 1.2 mg/dm³), Zn (3.1 e 7.2 mg/dm³) e de K (0,7 e 0,1 cmol_v/dm³); e teor de Al abaixo dos limites de detecção. Espera-se variações horizontais e verticais consideráveis nas amostras das lixeiras, em virtude da deposição diferenciada de vários tipos de materiais orgânicos.

Ao completar as análises, a expectativa é de que as lixeiras sejam diferenciadas de outras áreas de atividades e dos solos estruturais (áreas fora dos sítios), através de análises estatística multivariável, por apresentarem os níveis consistentemente mais altos para a maioria das propriedades químicas e os níveis de Al abaixo dos limites detectáveis. A expectativa é de que o baixo teor de Al ocorra porque o solo da lixeira permanece separado do solo original, uma vez que ainda não houve tempo para que se misturem.

⁴Áreas destinadas principalmente aos dejetos fecais localizadas fora da aldeia em roças abandonadas com arbustos.

Tabela 2. Seleção dos resultados de 14 amostras de solo do horizonte A de locais em uma aldeia atual, histórica, e pré-histórica, Nokugu (MT-FX-6), de 66 amostras analisadas no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Itabuna, Bahia. Os resultados estão ordenados por conteúdo de P disponível. *Sondagens (TP) e as áreas 9 vêm de Nokugu. As localizações são: 1) Lixeira na aldeia atual; 2) Lixeira de uma aldeia histórica (ocupada por volta da década de 1920 a 1930); 3) Sondagem de aproximadamente 2 metros da borda da praça em Nokugu; 4) Área de processamento de mandioca atual; 5) Sondagem 82 m da borda na praça em Nokugu; 6) Área 9, entre as valetas em Nokugu, aproximadamente 160 m da praça; 7) Sondagem a 102 m da praça em Nokugu; 8) Sondagem a 42 m da praça em Nokugu; 9) Sondagem a 22 m da praça em Nokugu; 10) Área de processamento de mandioca atual; 11) Margem da fogueira dentro de casa atual; 12) Área da borda da casa atual. 13) Área 9, localizada a 250 m distante da praça; 14) Fora do sítio aproximadamente 100 metros da valeta de Nokugu, (aproximadamente 450 m distante da praça). Unidades de medida: P, Fe, Zn, Cu, e Mn disponível em mg/dm³. C e N em g/dm³. Al, Ca, Mg, K, e Na, disponível e CTC em cmol_d/dm³. As análises foram realizadas usando métodos padrões da CEPEC modificado da Embrapa (1997).

| Local | P | C | PH | CTC | Al | Ca | Mg | K | Na | N | Fe | Zn | Cu | Mn | Ag | Af | Silte | Arg |
|------------|-----|------|-----|------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Lixeira1 | 292 | 56.4 | 4.5 | 25.3 | 0 | 236 | 22 | 0.7 | 0.07 | 1.3 | 173 | 3.1 | 2.1 | 207 | 356 | 298 | 182 | 164 |
| Lixeira2 | 285 | 14.4 | 5.0 | 12.3 | 0 | 158 | 15 | 0.1 | 0.04 | 0.5 | 214 | 7.2 | 1.2 | 111 | 276 | 327 | 289 | 108 |
| TP63* | 90 | 20.8 | 5.3 | 14.2 | 0 | 112 | 2 | 0 | 0.01 | 1.0 | 64 | 1.5 | 3.9 | 41 | 382 | 337 | 150 | 131 |
| Mandioca4 | 78 | 26.4 | 5.9 | 10.8 | 0.7 | 30 | 9 | 0.6 | 0.03 | 0.8 | 314 | 7.1 | 1 | 31 | 351 | 287 | 106 | 256 |
| TP25 | 36 | 13.7 | 5.7 | 9.0 | 0.2 | 54 | 5 | 0 | 0.01 | 0.5 | 32 | 1.2 | 0.7 | 12 | 443 | 246 | 96 | 215 |
| Área 96 | 36 | 10.0 | 5.3 | 6.5 | 0.7 | 10 | 1 | 0 | 0.01 | 0.5 | 91 | 1.6 | 0.4 | 12 | 503 | 251 | 82 | 164 |
| TP17 | 20 | 10.3 | 5.0 | 7.2 | 0.3 | 34 | 1 | 0 | 0.01 | 0.4 | 38 | 1.3 | 0.6 | 11 | 445 | 259 | 62 | 234 |
| TP48 | 16 | 10.8 | 5.6 | 7.0 | 0.4 | 22 | 4 | 0 | 0.01 | 0.5 | 49 | 1.3 | 0.5 | 10 | 378 | 313 | 99 | 210 |
| TP59 | 15 | 15.4 | 5.1 | 10.8 | 0.1 | 48 | 21 | 0.1 | 0.01 | 0.6 | 49 | 1.4 | 0.6 | 22 | 379 | 318 | 104 | 199 |
| Mandioca10 | 11 | 9.7 | 5.5 | 6.4 | 1.2 | 2 | 1 | 0.4 | 0.01 | 0.4 | 150 | 1.7 | 0.6 | 2 | 389 | 305 | 97 | 209 |
| Fogueira11 | 5 | 8.0 | 4.7 | 6.6 | 0.9 | 6 | 1 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 90 | 1.8 | 0.4 | 3 | 389 | 281 | 86 | 244 |
| Casa12 | 4 | 7.1 | 3.9 | 5.3 | 1.1 | 6 | 1 | 0.2 | 0.02 | 0.4 | 74 | 1.8 | 1.9 | 2 | 371 | 278 | 119 | 232 |
| Área 913 | 2 | 8.0 | 5.6 | 4.7 | 0.6 | 4 | 1 | 0 | 0.01 | 0.4 | 68 | 1.1 | 0.4 | 3 | 330 | 290 | 140 | 240 |
| Fora14 | 1 | 9.1 | 5.1 | 4.8 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.5 | 90 | 1.4 | 1.2 | 1 | 459 | 225 | 84 | 232 |

Áreas Domésticas: consistem nos espaços em frente e no interior das casas e nos quintais. São os locais onde acontecem atividades específicas que incluem as áreas de: preparação e consumo de comida; trabalho; dormir; circulação; processamento de mandioca, milho ou peixe; fogueiras para cozinhar e aquecer; além de áreas marginais (Fig. 5, 6, e 7). Esses espaços quase sempre são conservados limpos e varridos. As quatro casas amostradas (uma delas havia incendiado sete meses antes) foram escolhidas por serem as mais antigas da aldeia, tendo entre 7 e 10 anos de construídas. Viver durante algum período na aldeia permitiu observar diretamente as atividades de descarte que contribuem para a modificação do solo e formação da TPA. Essas análises permitirão obter detalhes da variação do solo em locais com usos diferenciados dentro do espaço doméstico.

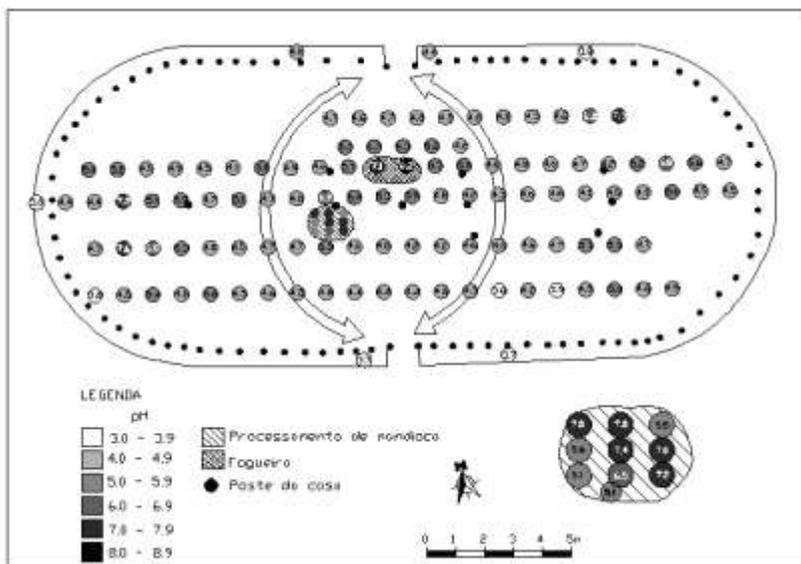


Fig. 5. Croqui indicando os valores de pH (em cima) dentro de uma casa no nível de 0-5 cm. As zonas de atividades da casa incluem a área de trabalho próxima à porta da frente (na parte inferior do desenho); as áreas de preparação e consumo de alimento na parte posterior da casa, as áreas de passagem (as setas) e as áreas de dormir localizadas nos lados direito e esquerdo. Áreas específicas incluem processamento de mandioca, a fogueira e a borda da casa.

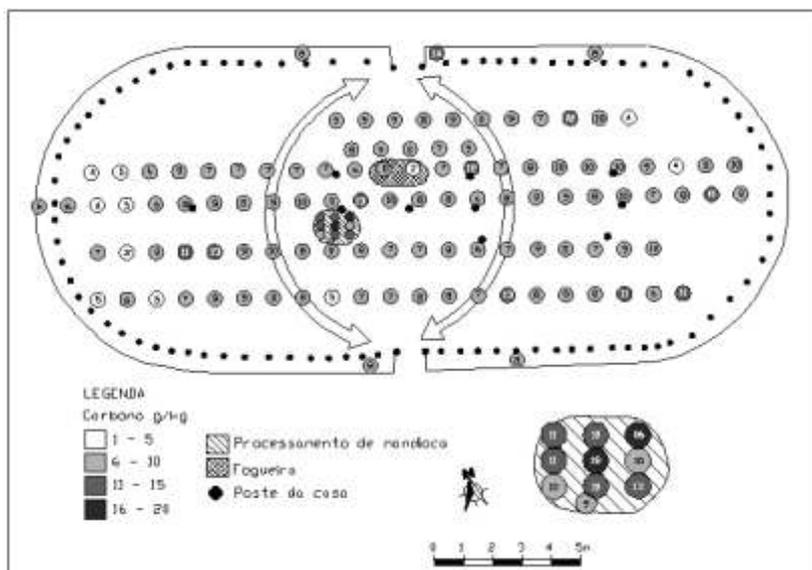


Fig. 6. Croqui indicando os teores de C orgânico (g/kg) dentro de uma casa no nível de 0-5 cm.



Fig. 7. Transects para coleta de amostras em uma casa na área de preparação e consumo de alimentos na aldeia Kuikuro.

Nos locais onde há a preparação e o consumo de comida, espera-se níveis mais altos de P, Ca, K, Fe, Mg, Na e outros elementos. Em um estudo sobre solos de acampamentos de pesca no Alasca, Knudson et al. (2004) encontraram níveis elevados de P, Ca, K, Mg, e Na nas áreas de processamento de peixes. Há uma expectativa por níveis elevados desses elementos nas áreas onde acontecem o consumo e processamento de peixe.

Duas amostras provenientes de áreas de processamento de mandioca (Tabela 2, nº 4 e 10) chamam atenção pelos níveis elevados de Fe. A presença de altos teores de outros elementos, exceto o Al na primeira área, pode ser parcialmente explicada pelo uso mais longo e intensivo e por sua localização em uma área antiga de descarte de lixo. Este local apresentou os valores mais altos de pH (5.9) e Fe (314 mg/dm^3) de todas as 14 amostras que constam na Tabela 2. Também foram registrados altos teores de K ($0,6 \text{ cmol/dm}^3$), N ($0,8 \text{ g/dm}^3$) e Zn ($7,1 \text{ mg/dm}^3$); teores relativamente altos de CTC ($10,8 \text{ cmol/dm}^3$), e teores moderados de Ca (30 cmol/dm^3), Mg (9 cmol/dm^3), Na ($0,03 \text{ cmol/dm}^3$), Cu ($1,0 \text{ mg/dm}^3$) e Mn (31 mg/dm^3). A segunda área, que foi usada por pouco tempo e não estava associada à lixeira antiga, mostrou níveis elevados de K ($0,4 \text{ cmol/dm}^3$) bem como, de Fe (150 mg/dm^3).

Partes das áreas de dormir deveriam apresentar níveis elevados de nutrientes similares aos das áreas de consumo de comida, embora não tão altos; uma vez que o consumo de comida nesta área seria menos freqüente. Nessas áreas, é esperada uma variação significativa dos padrões de deposição dos resíduos, em virtude do posicionamento das redes e outras atividades menos freqüentes; tais como o enterramento ocasional de resíduos orgânicos, onde, em caso de doenças, cava-se um buraco no chão para os dejetos corporais. Outras partes das áreas de dormir deveriam apresentar propriedades

consistentes de fogueiras apesar da prática de fazer fogo entre as redes nas noites de frio. Middleton and Price (1996) reportaram concentrações elevadas de P, K, e Mg em fogueiras. Uma amostra de fogueira de cozinha localizada dentro da uma casa (Tabela 2, nº 11) apresentou níveis relativamente baixos de P (5 mg/dm^3), Mg ($1 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$) e de outros elementos, porém, o de Na ($0.3 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$) foi o mais alto encontrado de todas as amostras e o nível de K ($0.7 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$) foi tão alto quanto o de uma das lixeiras.

Em virtude das adições de óleos vegetais e outros líquidos e resíduos orgânicos, são esperados elevados níveis de nutrientes nas áreas de trabalho. Já nas áreas de passagem e de pouco uso deverão ocorrer os menores teores de elementos dentro do contexto da casa. As áreas marginais - como a borda da casa e aquela próxima aos esteios centrais - podem apresentar níveis elevados de alguns elementos por causa da acumulação de resíduos orgânicos. A amostra 12 da Tabela 2 apresentou baixo pH (3.9), teores de K ($0.2 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$) e Zn (1.8 mg/dm^3) ligeiramente elevados e Cu (1.9 mg/dm^3) elevado. Isto pode estar associado ao costume masculino de micção na parede externa da frente da casa e/ou ao fato de que esta parede atualmente está sobreposta na parte em frente de uma antiga casa. As áreas em frente às casas (praça margem) são usadas para micção e ocasional trabalho e fogueiras. Nesses locais, são esperados altos teores de determinados elementos, especialmente o Cu que se pode acumular no solo através da urina (Bowen, 1966).

Praça: a área central da aldeia mantida limpa para festas, cerimônias e esportes. Três amostras de solo coletadas na praça de uma aldeia histórica e analisadas por Heckenberger (1996) indicaram teores mais baixos de MO (5.4, 5.4 e 5.7%), e os nutrientes disponíveis Mg (5.4, 0.3 e 0.1 mg/kg), Ca (14.9, 4.1 e 2.3 mg/kg), K (10.8, 2.1 e 1.2 mg/kg), Na (5.1, 4.1 e 3.5 mg/kg), P (76, 72 e 77 mg/kg), e pH (5.2, 4.6 e 4.1) (Tabela 1). Dos três locais, a primeira, que retornou os teores mais altos, foi coletada na beira da praça em frente das casas, e as outras duas são de espaço entre o centro da praça e as casas (praça média) (Fig. 3).

No centro da praça está a casa comunal dos homens e em frente fica a área onde acontecem as festas e cerimônias. Durante as festas e cerimônias grandes quantidades de comidas são servidas (principalmente peixe e beiju), fogueiras são ocasionalmente acesas e as pessoas costumam urinar no entorno dessa área. Nesta pesquisa foram realizados três transects em frente a atual casa dos homens, que continua no mesmo local da antiga, e que também é a área de alguns enterramentos. Coletaram-se, ainda, amostras dentro da casa dos homens. Nessas áreas, localizadas no centro da praça, espera-se encontrar teores elevados de elementos químicos da mesma forma que nas áreas de consumo de alimentos dentro das casas.

O espaço entre o centro da praça e as casas (praça média) é utilizado com menor frequência, sendo o esporte uma das principais atividades praticadas nessa área. Por isso espera-se encontrar nesse espaço os mais baixos níveis de nutrientes de todas as áreas de atividades da aldeia, assemelhando-se às áreas fora dos sítios. Atividades incluindo a limpeza, enterramentos, queima de capim, fogueiras, e micção, com o tempo, vão modificando o solo em toda a praça, aumentando pH, C orgânico e outros nutrientes.

Mudanças Após o Abandono da Aldeia

A comparação dos resultados de duas amostras provenientes de lixeiras (Tabela 2, nº 1 e 2) de diferentes idades (aproximadamente de 5 a 15 e de 75 a 85 anos respectivamente) mostrou que ambas possuíam o mesmo nível de enriquecimento com P trocável (a lixeira mais nova apresentou o nível ligeiramente mais elevado com 292 mg/dm^3 e a mais antiga 285). Na lixeira mais nova foram significativamente mais altos os teores de C (56.4 g/dm^3 versus 14.4), Ca ($236.5 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$ versus 158.3), Mg ($21.9 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$ versus 14.6), K ($0.66 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$ versus 0.11), Na ($0.07 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$ versus 0.04), N (1.32 g/dm^3 versus 0.5), Cu (2.1 mg/dm^3 e 1.2), e Mn (207 mg/dm^3 versus 111); e a CTC foi aproximadamente o dobro ($25.3 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$ versus 12.3). A lixeira mais velha apresentou um pH mais alto (5.0 versus 4.5) e maiores teores de Fe (214 mg/dm^3 versus 173) e Zn (7.2 mg/dm^3 versus 3.1).

Nenhuma das duas amostras analisadas apresentou Al acima do nível de detecção. Suas texturas eram ligeiramente diferentes, a da lixeira mais nova apresentou conteúdos mais altos de areia grossa (356 versus 276) e argila (164 versus 108) e mais baixos de areia fina (298 versus 327) e silte (182 versus 289).

Esses resultados sugerem que o conteúdo de P permaneceu relativamente estável, enquanto outros elementos diminuíram ao longo do tempo por causa da lixiviação e retirada de nutrientes pelas plantas. As análises das amostras adicionais provenientes das áreas domésticas, praças e lixeiras de idades variadas, com profundidade de até dois metros, auxiliarão na definição mais precisa da mudança desses solos durante o tempo. Um resultado importante dessas análises será observar de que forma ocorre a translocação dos elementos químicos no perfil do solo, desde a sua deposição inicial.

Os Sítios Pré-Históricos

O projeto Southern Amazon Ethnoarchaeology realizou um levantamento usando GPS de alta resolução (Trimble XRS; Omnistar satélite SA serviço de tempo real) para refinar os mapas dos assentamentos e o regional. Esse novo método facilitou o mapeamento geral dos assentamentos (alguns chegando até 50 ha) e da paisagem. As feições dentro dos sítios que foram mapeados incluíram as bordas das praças, das estradas e as valetas resultando em desenhos básicos das formas dos sítios (Fig. 2). Fora dos sítios foram mapeadas estradas que ligam os sítios um ao outro.

Os estudos etno-arqueológicos na área do Alto Xingu têm mostrado que existe uma continuidade nas atividades econômicas básicas e na organização espacial das aldeias desde a pré-história até o presente embora existam diferenças em termos de escala. A área doméstica, por exemplo, no Sítio Arqueológico Nokugu é aproximadamente 10 vezes maior que a da aldeia atual. Onde há apenas uma aldeia hoje, existiam várias aldeias na pré-história, todas interligadas com um sistema de estradas amplas e bem conservadas.

Duas amostras foram analisadas por Heckenberger (1996), uma da praça e a outra da área doméstica do Sítio Nokugu (MT-FX-06) (Fig. 8). A área doméstica apresenta níveis mais altos de Ca (144 vs 53 mg/kg), Mg (19 vs 9 mg/kg), P (556 vs 299 mg/kg), pH (6.4 vs 5.6) e MO (7.5% vs 5.8%) (Tabela 1). Os teores de K (3.8 vs 4.1 mg/kg) e Na (5.8 vs 6.8 mg/kg) são similares. Os níveis relativamente altos de alguns elementos obtidos na praça de Nokugu comparados com os da aldeia atual (por exemplo, níveis de P de 72 a 77 mg/kg na aldeia Kuikuro I e 299 mg/kg em Nokugu) possivelmente refletem a longa duração e uso mais intensivo do espaço ou o possível uso anterior do local como espaço doméstico ou lixeira.

Os resultados obtidos com as amostras de cinco sondagens e de três tradagens em um transect realizado em Nokugu, sugerem que existe uma variação significativa na composição dos solos ao longo do sítio. A sondagem 6, (Tabela 2, N° 3) apresentou o terceiro mais alto teor de P (90 mg/dm³) de todas as amostras, abaixo somente de duas lixeiras atuais, e níveis relativamente altos de CTC (14.2 cmol_d/dm³), N (1.0 g/dm³), Ca (112 cmol_d/dm³), Cu (3.9 mg/dm³), e Mn (41 mg/dm³). Somente nestas lixeiras e na sondagem 6 foram encontrados teores de Al abaixo do limites detectáveis. Eram esperados, na sondagem 6, altos níveis de nutrientes e baixo teor de Al em virtude da sua localização na margem da praça. Essa margem é formada em grande parte por lixo orgânico e cacos de cerâmica amontoados, podendo alcançar aproximadamente de 1 a 2 metros de altura, ou seja, cerca de 1 a 2 metros de profundidade de TPA.

Com base no resultado dessas três amostras (Tabela 2, N° 1, 2, e 3), que apresentaram teores de Al próximo a zero, espera-se ser possível indicar locais de lixo orgânico acumulado na superfície. Os resultados preliminares sugerem que os baixos teores de Al encontrados na área doméstica de Nokugu

³Este transect com extensão de aproximadamente 450 m, começou na borda elevada em torno da praça e terminou após a valeta externa na periferia do sítio (Fig. 2).

(0 a $0.4 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$), em comparação com a periferia do sítio (0.6 a $0.9 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$) e a aldeia atual (0.7 a $1.2 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$), provavelmente revelam a influência do descarte de lixo orgânico e outras atividades por um período mais longo e intensivo, o que teria introduzido cinza, carvão e outras matérias orgânicas em uma área extensa.

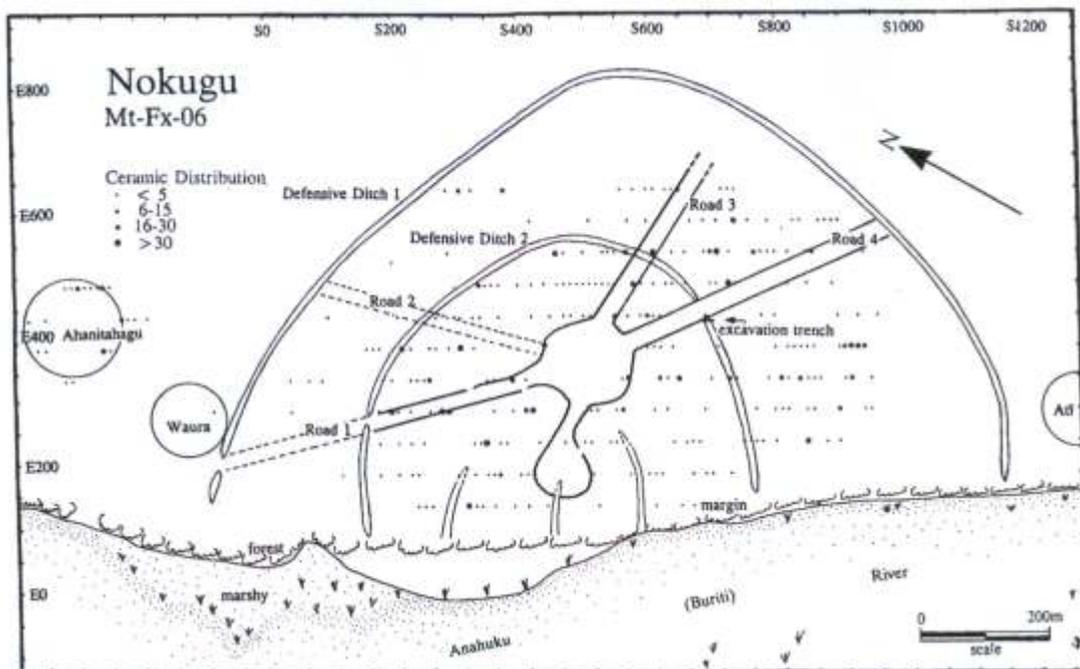


Fig. 8. Sítio pré-histórico Nokugu (MT-FX-6) mostrando as principais estruturas de terra (trincheiras concêntricas e praças circulares com estradas retas) e a distribuição dos fragmentos de cerâmica coletados na superfície em unidades de $2 \times 2 \text{ m}$ (Heckenberger 1996).

Com base no resultado dessas três amostras (Tabela 2, N^o 1, 2, e 3), que apresentaram teores de Al próximo a zero, espera-se ser possível indicar locais de lixo orgânico acumulado na superfície. Os resultados preliminares sugerem que os baixos teores de Al encontrados na área doméstica de Nokugu (0 a $0.4 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$), em comparação com a periferia do sítio (0.6 a $0.9 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$) e a aldeia atual (0.7 a $1.2 \text{ cmol}_o/\text{dm}^3$), provavelmente revelam a influência do descarte de lixo orgânico e outras atividades por um período mais longo e intensivo, o que teria introduzido cinza, carvão e outras matérias orgânicas em uma área extensa.

As amostras da sondagem 2 (Tabela 2, N^o 5, localizada a 82 metros da borda da praça) e da área 9 (N^o 6, aproximadamente a 160 metros da praça) apresentam um teor de P mais alto que o da sondagem 4 (N^o 8, a 42 metros da praça) e da sondagem 5 (N^o 9, a 22 metros da praça) (36 e 36 vs 15 e $16 \text{ mg}/\text{dm}^3$). A variação dos outros nutrientes também é evidentemente não relacionada com a distância da praça numa forma regular. Essa variação está relacionada com uso diferenciado do espaço dentro do sítio. Amostras de aproximadamente 130 locais ao longo de 11 transects (com 10 ou 20 m de intervalo e profundidades de até 2 m) em três sítios pré-históricos ajudarão a caracterizar melhor a variação do solo ao longo dos sítios e permitirão comparações das propriedades do solo entre as áreas de atividades e a distribuição de artefatos em uma ampla escala.

Em uma escavação extensiva (136 m^2) realizada no sítio Nokugu, tomando como base a distribuição de feições arqueológicas e sua orientação em relação à praça, a estrada e as lixeiras, identificou-se um provável piso de casa. Foram coletadas amostras de solos em cada unidade de 1 m^2

durante a escavação e também das feições arqueológicas encontradas. Foram implantados quatro transects saindo da escavação e cruzando o que provavelmente teriam sido áreas em frente à casa, do quintal e das lixeiras (Fig. 9). Identificaram-se feições com solos escuros apresentando quantidade de carvão que foram interpretadas como fogueira e prováveis marcas de esteio. Na análise das amostras coletadas nessas feições espera-se encontrar um padrão distinto de teores de elementos do solo. Espera-se que a variação nas propriedades do solo ao longo dos transects cruzando as áreas da casa, do quintal e das lixeiras reflitam o uso diferenciado do espaço e apresentem teores de nutrientes relativos comparáveis às assinaturas de solo definidas para as áreas de atividades nas aldeias históricas e na atual.



Fig. 9. Transect partindo da escavação extensiva no Sítio pré-histórico Nokugu.

As Áreas Externas dos Sítios

As áreas externas dos sítios incluem a floresta, roças de mandioca e roças em vários estágios de abandono (campo aberto de sapê, arbustos e capoeira)⁶. Esses locais foram amostrados para aquisição de uma medida base de propriedades de solo. Eles representam áreas de baixo impacto humano comparados aos sítios-habitação, por isso, os resultados dessas amostras servirão como níveis estruturais de teores de elementos com os quais as outras amostras serão comparadas. Os locais amostrados foram escolhidos em áreas distantes dos sítios pré-históricos na tentativa de minimizar a influência das atividades humanas no solo. Esses locais não são considerados “solos naturais”, pois é provável que quase toda área de floresta de terra firme na região estudada tenha sido cultivada em algum momento e/ou foi afetada pelas queimadas provocadas por atividades humanas, considerando a alta densidade de assentamentos na pré-história (Heckenberger et al. 2003). Em resumo, neste estudo, consideramos que não existem amostras de solo “virgem”, apenas de solos que apresentam graus diferenciados de impacto humano.

⁶Esses lugares são queimados todos os anos e o fogo algumas vezes invade a floresta.

Carneiro (1983) analisou quatro amostras de solos coletados em roças e florestas da mesma área, que apresentaram teores relativamente baixos de nutrientes, inclusive em roças recém-desmatadas e queimadas. A amostra coletada fora do Sitio Nokugu (Nº 14, Tabela 2) apresentou teores de P, Ca, Mg e Mn próximo a zero, o mais baixo de todas as áreas. Os solos dessa área mostram características semelhantes aos Oxisolos (Latosolos) encontrados na região do Rio Suia-Missu, que fica próxima ao Alto Xingu (Ratter et al. 1978). Espera-se que as amostras das áreas externas dos sítios apresentem teores de nutrientes mais baixos comparados ao do centro da praça, das áreas domésticas e das lixeiras e mais comparável com as amostras retiradas entre o centro da praça e as casas (praça média) nas aldeias históricas e na atual. As áreas de banheiro (dejetos fecais), que ficam localizadas fora da aldeia em áreas de arbustos, também podem apresentar níveis elevados de certos elementos como Zn (Bowen 1966). Essas mesmas áreas podem ter modificações através de cultivo em roças próximas da aldeia e podem apresentar teores elevados de Carbono orgânico e pH.

Métodos

Coletas de Campo

Na aldeia atual, nas duas aldeias históricas e nas áreas externas aos sítios, foram coletadas, no total, 2487 amostras de 743 locais de amostra (1a), incluindo 94 1a nas aldeias históricas utilizando um trado de copo 8 cm. Dentre essas amostras, 2027 foram coletadas em intervalos de 1 m de 669 1a, ao longo de 50 transects variando de 3 a 52 metros de extensão. Além dessas, foram realizadas 496 amostras de 78 1a fora dos transects em áreas de atividades especiais (como por exemplo, área de processamento de mandioca e milho, fogueiras etc.). As áreas externas aos sítios incluem a floresta (26 1a), roças de mandioca (12 1a) e floresta secundária e/ou campo com capim e arbustos⁷ (49 1a).

A quantidade de locais de amostras coletadas na aldeia atual em zonas de atividades conhecidas no contexto etnoarqueológico são: (a) praça centro, a área da casa dos homens e cemitérios (54 locais de amostra (1a)); (b) praça média, a área entre o centro da praça e as casas (45 1a); (c) praça margem, o espaço entre 0 e 20m em frente às casas (38 1a); (d) o piso dentro da casa (295 1a); (e) as áreas de atividades no quintal (60 1a); (f) as áreas de descarte de lixo (lixeiras) (49 1a); e (g) a área de banheiro atrás das casas (59 1a).

Cada local de amostra tem no mínimo duas amostras de 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade com as mais profundas retiradas em intervalos de 10 cm (10-20 cm, 20-30 cm etc.) perfazendo um total de 21 amostras para um local de amostra de 2 m de profundidade. Metade dos 743 locais de amostra atingiu no mínimo 20 cm de profundidade; ¼ chegou até 30 cm; 68 alcançaram 50 cm; e 40 chegaram entre 1 e 2 m. As lixeiras foram sempre amostradas em uma profundidade mínima de 60 cm devido ao intenso impacto antrópico, óbvio pela cor escura até uma profundidade de cerca de 40 cm.

As amostras foram coletadas durante as escavações arqueológicas, cobrindo diferentes áreas de atividades em três dos maiores sítios pré-históricos. Foram retiradas em níveis de 5 cm do quadrante SE de cada unidade de 1x1 m durante escavações extensivas em uma área de 136 m² interpretada como um piso de casa. Uma amostra foi coletada de cada feição (fogueiras e marcas de esteio) em cada nível de 5 cm em todos os quadrantes. Mais amostras foram coletadas com trado de 8 cm em intervalos de 1 m ao longo de transects saindo da escavação e atravessando áreas interpretadas como frente da casa, quintal e lixeiras. Colunas de amostras foram coletadas em outras unidades de escavação. Foram realizadas coletas de solo nas sondagens de 50x50 cm em intervalos de 20 m ao longo de transects atravessando os sítios. Amostras das escavações foram coletadas usando colher de pedreiro, da superfície até a base dos sedimentos culturais. Foram coletadas amostras mais profundas dentro das escavações com trado de 8 cm.

⁷Roças abandonadas em vários estágios.

Os membros da comunidade Kuikuro participaram do trabalho de campo facilitando a coleta de amostras. No total sete meses de campo, distribuídos em quatro etapas anuais. Vários membros da comunidade foram treinados em todos os aspectos de coleta de solos, escavação, coloração, descrição, fotografia digital e mapeamento com GPS. Este utilizado na localização dos pontos de amostra.

Análises de laboratório

A preparação, tratamento e análise das amostras de solo estão sendo realizadas na Coordenação de Ciências da Terra do Museu Goeldi (MPEG) em Belém. As amostras são secas ao natural e preparadas para análise pelo peneiramento em malha de 2 mm. Os materiais maiores que 2 mm, tais como carvão, cerâmica ou líticos são registrados e guardados separadamente.

Os procedimentos de laboratório seguirão os métodos da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) (1997) rotineiramente usados no laboratório de solos do MPEG. Eles incluem determinação de Al, Ca, Mg disponíveis por KCl 1M; teores de P, K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn disponíveis por Mehlich-1; pH em água a 1:2.5; e C orgânico por Walkley-Black modificado. Os elementos principais e os traços são determinados por inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICPOES)(Varian) na Universidade Estadual do Pará.

Resultados Preliminares

Os resultados preliminares sugerem que todas as propriedades do solo analisadas nessa pesquisa são indicadores sensíveis das modificações antrópicas. As áreas de atividades nas aldeias históricas e atual mostram diferenças marcantes nos níveis de pH, carbono orgânico e nutrientes testados. Os resultados alcançados mostraram-se concernentes com algumas das expectativas iniciais detalhadas nas seções anteriores, e para outras expectativas a serem estabelecidas ainda precisam ser realizadas mais análises. Apresentam-se aqui os resultados das análises de pH e carbono orgânico em nove áreas de atividades na aldeia atual, aldeia histórica e redondezas, bem como em três colunas de solo coletadas no sítio pré-histórico Nokugu. Os resultados dos nutrientes disponíveis testados são apresentados para área de floresta, lixeiras e áreas de processamento de mandioca.

Os dados apresentados nas tabelas 3 e 4 mostram a grande variação dos valores médios de pH e C orgânico entre as áreas de atividades. No nível de 0-5 cm, a média do pH é mais baixa na área de floresta (4.0) e mais alta nas lixeiras atuais (6.7). A média do C orgânico, no mesmo nível, apresenta-se mais baixa na praça média (8.5 g/kg) e mais alta na área da floresta (35.0 g/kg). Essas diferenças marcantes de cada propriedade vão ser utilizadas na continuação da pesquisa na tentativa de separar as áreas de atividades, ou seja, criar assinaturas com aplicações de estatística multivariável.

O coeficiente de variação (CV) serve como uma medida de dispersão dos resultados com um valor mínimo de zero. O CV é útil para comparar grupos de dados com médias diferentes. Um pequeno número de amostras apresentaria um valor elevado, então esta medida deve ser usada com cuidado. Os resultados sugerem que certas propriedades apresentam teores mais variáveis em certas áreas de atividade. Um exemplo disso é: como já era esperado, existem mais variações nos teores de pH nas áreas domésticas nas casas (CV=0.17, n=237) no nível 0 a 5 cm do que as das lixeiras (CV=0.09, n=13) e as da floresta (CV=0.06, n=26). O carbono orgânico também reflete isso. A variação nos teores de C orgânico das casas (CV=0.37, n=237) no nível 0 a 5 cm é mais alta que a das lixeiras (CV=0.3, n=17) e da floresta (CV=0.3, n=26).

Tabela 3. Médias de pH em diversas áreas de atividades nas aldeias atual e históricas e áreas externas.

| Área | 0-5 cm | | | | | 5-10 cm | | | |
|-------------------|--------|-------|-----|-----|------|---------|-----|-----|------|
| | n | Média | min | max | CV | média | min | max | CV |
| Floresta | 26 | 4.0 | 3.6 | 4.9 | 0.06 | 4.0 | 3.7 | 4.3 | 0.05 |
| Campo | 11 | 5.2 | 4.9 | 5.6 | 0.04 | 5.0 | 4.8 | 5.5 | 0.04 |
| Lixeira | 17 | 6.8 | 5.8 | 8.2 | 0.09 | 6.7 | 5.8 | 7.8 | 0.08 |
| Lixeira histórica | 30 | 5.8 | 5.1 | 6.4 | 0.06 | 6.0 | 5.2 | 6.4 | 0.04 |
| Mandioca | 31 | 6.0 | 5.9 | 7.4 | 0.13 | 4.9 | 4.2 | 6.4 | 0.39 |
| Casa | 237 | 5.7 | 3.8 | 8.6 | 0.17 | 5.0 | 3.8 | 8.3 | 0.20 |
| Praça margem | 22 | 5.1 | 3.7 | 6.6 | 0.13 | 4.3 | 3.9 | 5.0 | 0.07 |
| Praça média | 33 | 4.6 | 4.3 | 5.1 | 0.04 | 4.4 | 4.1 | 4.8 | 0.03 |
| Praça centro | 49 | 4.9 | 4.0 | 6.9 | 0.10 | 4.6 | 3.9 | 6.1 | 0.10 |
| Banheiro | 37 | 4.8 | 4.2 | 5.3 | 0.04 | 4.9 | 4.7 | 5.2 | 0.02 |

Tabela 4. Médias de C orgânico (g/kg) em diversas áreas de atividade nas aldeias atual e históricas e áreas externas.

| Área | 0-5 cm | | | | | 5-10 cm | | | |
|-------------------|--------|-------|------|------|------|---------|------|------|------|
| | n | Média | min | max | CV | média | min | max | CV |
| Floresta | 26 | 35.0 | 18.4 | 57.4 | 0.30 | 23.7 | 13.8 | 37.2 | 0.27 |
| Campo | 11 | 16.0 | 10.7 | 22.9 | 0.24 | 12.1 | 10.3 | 4.2 | 0.10 |
| Lixeira | 17 | 31.0 | 16.5 | 48.8 | 0.30 | 22.0 | 8.8 | 41.4 | 0.37 |
| Lixeira histórica | 30 | 26.6 | 11.0 | 42.7 | 0.25 | 25.6 | 12.2 | 41.3 | 0.34 |
| Mandioca | 31 | 12.0 | 4.1 | 19.4 | 0.35 | 9.8 | 4.7 | 19.4 | 0.39 |
| Casa | 237 | 10.6 | 1.6 | 25.5 | 0.37 | 9.3 | 2.4 | 21.0 | 0.36 |
| Praça margem | 22 | 10.2 | 5.3 | 20.1 | 0.32 | 9.3 | 5.7 | 15.2 | 0.21 |
| Praça média | 33 | 8.5 | 4.0 | 18.1 | 0.32 | 8.6 | 4.4 | 12.9 | 0.22 |
| Praça centro | 49 | 9.4 | 3.6 | 16.6 | 0.30 | 9.3 | 4.2 | 15.8 | 0.31 |
| Banheiro | 37 | 22.1 | 12.7 | 39.6 | 0.29 | 19.1 | 12.0 | 40.0 | 0.29 |

Níveis estruturais do solo

Os níveis estruturais do solo foram estabelecidos por amostragem numa área de floresta distante dos sítios arqueológicos e da aldeia atual. Médias (Tabela 5) são baseadas em 26 amostras de cada nível de 0-5, 5-10 e 10-20 cm e coletadas em três transectos. Um menor número de amostras foi analisada em níveis mais fundos.

Tabela 5. Médias de uma área de floresta. Profundidade em cm abaixo da superfície. C em g/kg, Na e K em cmol/dm³, e os outros em mg/kg.

| Prof. | n | pH | C | n | P | Na | K | Al | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------|----|-----|------|----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 0-5 | 26 | 4.0 | 35.0 | 12 | 8.9 | 3.2 | 17.9 | 58.2 | 8.9 | 3.6 | 0.3 | 1020 | 12.5 | 2.2 |
| 5-10 | 26 | 4.0 | 23.7 | 12 | 5.8 | 2.4 | 8.6 | 35.0 | 2.0 | 1.8 | 0.2 | 1129 | 9.3 | 1.7 |
| 10-20 | 26 | 4.2 | 14.4 | 12 | 4.3 | 1.2 | 3.4 | 22.8 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 1022 | 4.2 | 1.1 |
| 20-30 | 8 | 4.4 | 11.0 | 4 | 2.8 | 0.1 | 4.1 | 45.7 | 2.6 | 1.1 | 0.4 | 1165 | 5.7 | 1.3 |
| 30-40 | 8 | 4.5 | 8.8 | 4 | 3.2 | 1.6 | 2.8 | 13.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 971 | 5.3 | 1.1 |
| 40-50 | 8 | 4.5 | 7.8 | 4 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 28.9 | 0.6 | 0.8 | 0.3 | 726 | 4.5 | 1.1 |
| 50-60 | 5 | 4.6 | 7.3 | 2 | 0.8 | 0.0 | 1.3 | 29.8 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 664 | 4.1 | 0.9 |
| 60-70 | 4 | 4.6 | 5.6 | 2 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 28.2 | 0.7 | 0.5 | 0.1 | 480 | 2.9 | 0.7 |
| 70-80 | 4 | 4.6 | 4.4 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 25.4 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 377 | 2.7 | 0.8 |
| 80-90 | 4 | 4.6 | 4.0 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26.7 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 373 | 2.7 | 0.7 |
| 90-100 | 4 | 4.7 | 3.1 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.3 | 0.2 | 0.4 | 0.0 | 305 | 2.3 | 0.7 |

Os resultados mostram que o pH é um indicador sensível de mudanças provocadas no solo pelo impacto humano. O pH das amostras da floresta varia entre um mínimo de 3.6 e um máximo de 5.0 num perfil de 2 m. A média do pH é 4.0 nos primeiros 10 cm; aumenta para 4.4 no 20-30 cm; e aumenta gradualmente a 4.7 na profundidade de 1 m (Fig. 10). Abaixo de 1m até 2m a média do pH varia entre 4.6 a 4.8.

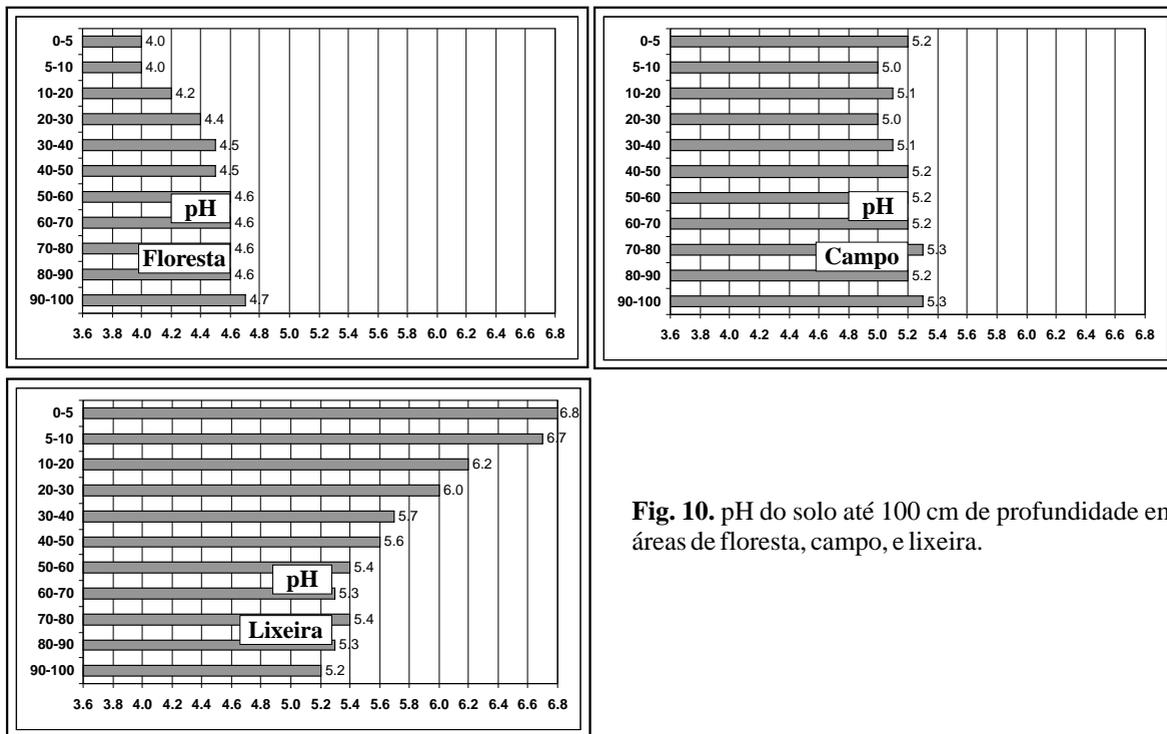


Fig. 10. pH do solo até 100 cm de profundidade em áreas de floresta, campo, e lixeira.

Na floresta, o carbono orgânico é alto (35.0 g/kg no 0-5 cm e 23.7 g/kg no 5-10 cm) nos primeiros 10 cm por causa da matéria orgânica acumulada na superfície. De 14.4 g/kg no nível 10-20 cm, o teor de C diminui gradualmente a 3.1 g/kg em 1m de profundidade e abaixo de 1m até 2m varia entre 1.8 e 2.6 g/kg (Fig. 11).

Em geral, os nutrientes disponíveis do solo da floresta apresentam níveis relativamente baixos em comparação a outras áreas de atividade. Os elementos testados geralmente diminuem com a profundidade. Fósforo, 8.9 mg/kg na superfície, diminui gradualmente chegando ao limite de detecção em torno de 60 cm. Do mesmo modo, sódio começa com 3.2 mg/kg na superfície e aproxima a zero em torno de 50 cm e potássio, 17.9 mg/kg no nível 0-5 cm chegando a zero com 80 cm. Outros nutrientes também diminuem da superfície (Ca=8.9, Mg=3.6, Cu=0.3, Mn=12.5, e Zn=2.2 mg/kg) a 1m de profundidade (Ca=0.2, Mg=0.4, Cu=0.0, Mn=2.3, e Zn=0.7 mg/kg).

As exceções são ferro e alumínio. Ferro apresenta altos teores, especialmente nos níveis superiores; seu teor médio é acima de 1000 mg/kg até o nível 20-30 cm e diminui para 305 mg/kg em 1 m de profundidade. Alumínio, com a média mínima de 11.3 mg/kg no 90-100 cm e máxima de 58.2 mg/kg no 0-5 cm, varia bastante. Nas amostras do nível de 0-5 cm, por exemplo, retornaram um mínimo de 12.2 mg/kg e um máximo de 154.3 mg/kg.

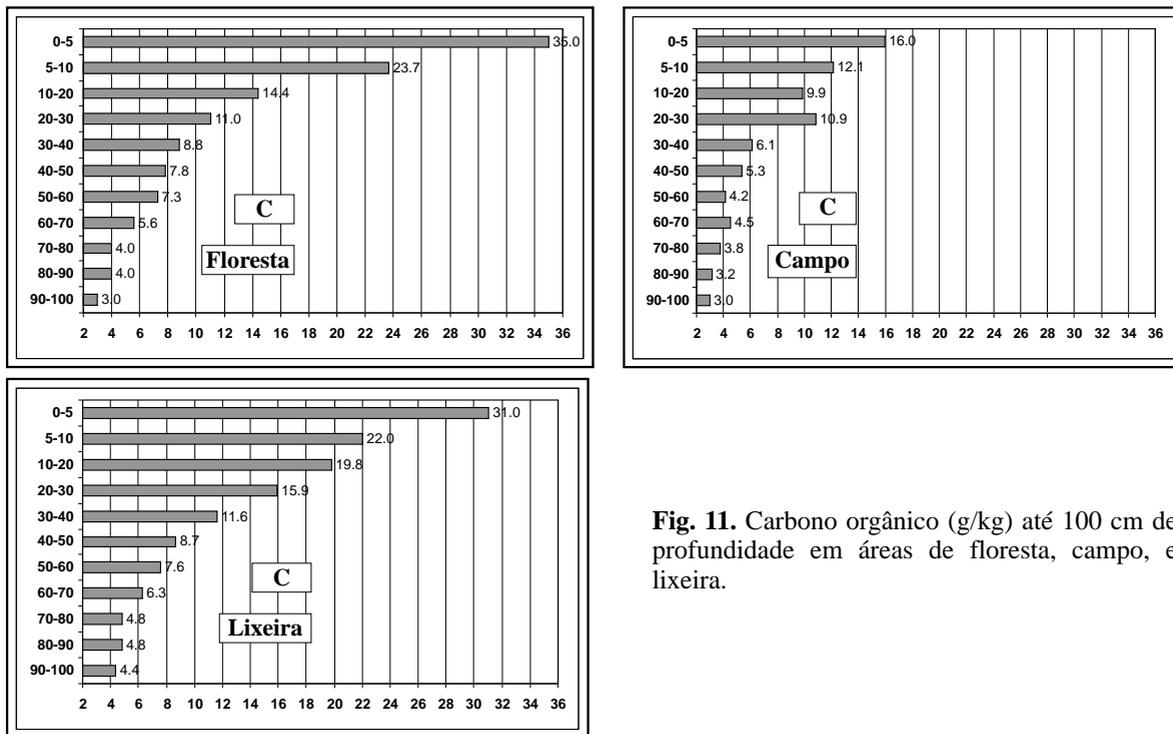


Fig. 11. Carbono orgânico (g/kg) até 100 cm de profundidade em áreas de floresta, campo, e lixeira.

As lixeiras

Os dados apresentados aqui vêm de 17 locais de amostra em 5 lixeiras diferentes na aldeia atual. Quatro delas são lixeiras bem desenvolvidas com até 25 anos de idade. Uma delas é mais recente com alguns anos de idade, ou seja, no início do seu desenvolvimento. Além disso, há resultados de pH e C de duas aldeias históricas que mostram as diferenças entre elas e a aldeia atual. Como esperado, as lixeiras mostram níveis consistentemente altos para a maioria das propriedades químicas analisadas.

Enquanto o pH do solo da floresta começa baixo e aumenta com a profundidade, o da lixeira começa alto e diminui com a profundidade (Fig. 10 e Tabela 6). Nos primeiros 10 cm das lixeiras, a média do pH aproxima-se de neutro (6.8 no 0-5 cm e 6.7 no 5-10 cm) e permanece acima de 6.0 até cerca de 30 cm. De 30 cm, ele diminui gradualmente até 5.2 com 1m de profundidade. É menos ácido do que a floresta no mesmo nível (4.5) indicando que a lixeira tem influência no pH que estende até pelo menos 1m de profundidade. Entre 1 e 2 m, o solo embaixo da lixeira é, de fato, mais ácido (4.7 no 100-110 cm, 4.6 no 110-120 cm e 4.5 abaixo de 120 cm até 2 m) que o da floresta, mas esta observação é baseada em apenas três amostras. Há possibilidade de que esta diferença seja variação natural, não podendo, portanto, ser descartada ainda.

Tabela 6. Médias de áreas de lixeira na Aldeia Kuikuro. Profundidade em cm abaixo da superfície. Nutrientes C em g/kg, Na e K em cmolc/dm³, e os outros em mg/kg.

| Prof. | n | pH | C | n | P | Na | K | Al | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------|----|-----|------|---|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 0-5 | 17 | 6.8 | 31.0 | 7 | 1390 | 161 | 624 | 1.3 | 1038 | 3.9 | 0.2 | 276 | 161 | 91.8 |
| 5-10 | 17 | 6.7 | 22.0 | 7 | 1737 | 128 | 494 | 2.7 | 1036 | 3.8 | 0.3 | 315 | 109 | 16.5 |
| 10-20 | 13 | 6.2 | 19.8 | 7 | 1524 | 80 | 388 | 4.1 | 749 | 4.4 | 0.8 | 352 | 110 | 11.7 |
| 20-30 | 13 | 6.0 | 15.9 | 7 | 933 | 135 | 396 | 3.1 | 1201 | 6.1 | 0.9 | 578 | 105 | 20.3 |
| 30-40 | 13 | 5.7 | 11.6 | 7 | 312 | 54 | 191 | 3.4 | 604 | 5.1 | 0.6 | 349 | 64 | 11.4 |
| 40-50 | 13 | 5.6 | 8.7 | 7 | 121 | 45 | 136 | 3.2 | 382 | 1.7 | 0.4 | 445 | 56 | 4.5 |
| 50-60 | 13 | 5.4 | 7.6 | 7 | 56 | 39 | 100 | 2.8 | 211 | 1.4 | 0.5 | 243 | 83 | 12.5 |
| 60-70 | 10 | 5.3 | 6.3 | 4 | 82 | 66 | 147 | 9.7 | 242 | 1.7 | 0.2 | 298 | 55 | 7.0 |
| 70-80 | 9 | 5.4 | 4.8 | 3 | 21 | 55 | 86 | 3.4 | 182 | 1.5 | 0.1 | 175 | 113 | 12.6 |
| 80-90 | 9 | 5.3 | 4.8 | 3 | 55 | 58 | 118 | 3.6 | 153 | 1.1 | 0.2 | 356 | 8 | 1.0 |
| 90-100 | 9 | 5.2 | 4.4 | 3 | 23 | 57 | 115 | 1.1 | 215 | 1.4 | 0.1 | 249 | 5 | 0.4 |

Os teores de C orgânico nos primeiros 10 cm das lixeiras apresentam-se parecidos (31.0 g/kg no 0-5 cm e 22.0 g/kg no 5-10 cm) com os do solo da floresta. Abaixo disso, os teores se mantêm ligeiramente mais altos que os da floresta até 1 m (Fig. 11). Diminuem gradualmente de 19.8 g/kg no nível 10-20 cm a 6.3 g/kg no 60-70 cm e 4.4 g/kg no 90-100 cm. Entre 1 e 2 m de profundidade os teores de C variam entre 1.2 e 3.6 g/kg., ou seja, parecido com o solo da floresta.

Amostras de apenas sete locais nas lixeiras foram analisadas para todos os nutrientes disponíveis considerados nesse trabalho. É possível observar, como previsto inicialmente, grande variação horizontal nos resultados obtidos entre as lixeiras e dentro de cada lixeira, provavelmente refletindo a deposição variável e a mistura incompleta de diferentes tipos de restos orgânicos.

Os dados obtidos, até o momento, sugerem uma tendência geral de diminuição dos teores de nutrientes na medida em que a profundidade aumenta. Existe, freqüentemente, uma queda abrupta dos teores de nutrientes na profundidade de 30 ou 40 cm. Lembramos ainda que as lixeiras são formadas de matéria orgânica amontoada a uma altura de aproximadamente 30 ou 40 cm com grande variação espacial. Esta queda pode ser vista na maioria dos nutrientes especialmente P, Na, K, Ca, Mg, Mn, e Zn. Por exemplo, a média de P cai de 1524 mg/kg no nível 10-20 cm para 933 mg/kg no 20-30 cm, 312 mg/kg no 30-40 cm e 121 mg/kg no 40-50 cm. Esta queda abrupta é ainda mascarada quando se observam as médias em virtude da variação espacial. Se olharmos os perfis individualmente, a queda é ainda mais marcante. Um exemplo é uma das lixeiras “bem desenvolvidas” em que o teor de P diminui de 1434 mg/kg no nível 20-30 cm para 37 mg/kg no 30-40 cm.

Outrossim podemos observar uma possível mudança abrupta de ferro nos níveis de 20-30 cm ou 30-40 cm. Em alguns casos, os teores de ferro tornam-se mais altos nesses níveis. Usando o mesmo exemplo anterior da lixeira “bem desenvolvida”, o teor de ferro aumenta de 377 mg/kg no nível 20-30 cm para 1044 mg/kg no 30-40 cm, semelhante aos altos teores (acima de 1000 mg/kg) desse elemento nos níveis superiores da floresta. Esse aumento embaixo da lixeira é possivelmente devido à chegada na superfície original do solo. Existe também a possibilidade de uma diminuição de Fe trocável no solo associado com as lixeiras, através de um processo de transformação numa forma não disponível sugerido pelas médias deste elemento, que são mais baixas nas lixeiras que na floresta até 1 m de profundidade. A média mais alta de Fe nas lixeiras (578 mg/kg) encontra-se no nível 20-30 cm, justamente onde esperamos a chegada do solo original que corresponderia à superfície anterior, embora seja apenas metade do valor do mesmo nível da floresta (1.165 mg/kg).

Os teores de alumínio nas lixeiras mostraram-se baixos, como já era previsto. A média de Al, que varia entre 11.3 e 58.2 mg/kg em 1 m de profundidade do solo da floresta, varia apenas entre 1.1 e 9.7 mg/kg em 1 m de profundidade no solo da lixeira. Isso pode ocorrer porque os níveis superiores das lixeiras (compostos por restos orgânicos amontoados acima do solo original) permanecem, em sua maioria, separados do solo original, o qual apresenta níveis muito mais altos de Al. É sabido, também, que teores de Al disponível diminuem com o aumento de pH pela formação de íons de hidróxido de alumínio que são fixados com os colóides de argila ou matéria orgânica. Isso pode explicar os baixos teores de Al trocável nos níveis inferiores das lixeiras.

Diferenças acentuadas nos teores de nutrientes entre os níveis de profundidade, provavelmente, refletem a idade da lixeira, a altura de restos orgânicos amontoados e, possivelmente, as diferenças no tipo de lixo orgânico descartado no local. A análise dos dados de lixeiras de diferentes idades já obtidos (4 amostras de uma lixeira no início do seu desenvolvimento com alguns anos de idade e 3 amostras de duas mais antigas “bem desenvolvidas” de no máximo 22 anos) indicam diferenças marcantes nos teores de alguns nutrientes.

Os dois nutrientes que mais se destacam são Na e Ca. O teor disponível deles é muito mais alto nas lixeiras mais antigas. Embora tenham sido testadas apenas 3 amostras das lixeiras mais antigas e 4 da lixeira mais recente, a diferença desses dois elementos é marcante e consistente. Por exemplo, a média de Na das lixeiras mais antigas apresentou 332 mg/kg enquanto a média das amostras da lixeira nova mostrou apenas 34 mg/kg no nível de 0 a 5 cm abaixo da superfície. No nível 5 a 10 cm mostrou 259 e 30 mg/kg respectivamente e no nível 10 a 20 cm mostrou 135 e 38 mg/kg. Estas diferenças marcantes

continuam a pelo menos 1 m de profundidade. Dessa mesma forma, o teor de Ca apresentou médias de 2070 e 264 mg/kg no 0 a 5 cm, 1595 e 617 mg/kg no 5 a 10 cm e 1424 e 243 mg/kg no nível 10 a 20 cm. A diferença no teor de Ca também continua sendo marcante até pelo menos 1 m de profundidade. Os outros elementos são menos conclusivos mas testes com amostras adicionais e elementos totais, de lixeiras de diferentes idades, poderiam ajudar no esclarecimento de questões sobre mudanças do solo ao longo do tempo.

Uma comparação de pH entre as lixeiras das aldeias históricas e atual também revela diferenças. Naquelas, o pH é aproximadamente um fator mais baixo nos níveis superiores, com uma média de 5.8, mínimo de 5.1 e máximo de 6.4 no nível 0-5 cm e uma média de 6.0, mínimo de 5.2 e máximo de 6.4 no 5-10 cm. No nível 40-50 cm, o pH é igual. Nos níveis mais fundos a situação torna-se contrária. Nas lixeiras das aldeias históricas o pH é um fator mais alto com 6.3 no nível de 90-100 cm comparado a 5.2 na aldeia atual. Isso sugere que nas lixeiras mais antigas havia mais tempo para ter uma modificação do pH mais fundo.

Examinando, à parte, as lixeiras das duas aldeias históricas de diferentes idades, foi constatado que elas não seguem este mesmo padrão, mas pelo contrário. Observamos que a lixeira mais antiga (>50 anos) apresenta valores de pH ligeiramente mais altos (6.1 no 0-5 cm) nos níveis superiores do que a lixeira mais nova (22-32 anos)(5.7 no 0-5 cm). Contudo, no nível 50-60 cm, a lixeira mais antiga apresenta um valor mais baixo do que a mais nova (5.4 versus 6.2). Esta situação sugere que as diferenças encontradas não são simplesmente em função do tempo, mas sim o resultado de diferenças na quantidade ou tipo de material que foi descartado, e.g., o descarte de uma maior quantidade de cinzas em determinado local.

Áreas domésticas (casas)

Foram analisadas amostras de 237 locais dentro de 4 casas por pH e carbono (Fig. 5 e 6). As casas mostram mais variação que as outras áreas em virtude das diversas atividades. No nível de 0-5 cm o pH varia entre 3.8 e 8.6 com uma média de 5.7. No nível 5-10 cm varia entre 3.8 e 8.3 com uma média de 5.0. Um menor número de amostras foi testado do nível de 10-20 cm numa casa que variam entre 3.8 e 8.3 com uma média de 4.8. Carbono também varia bastante e apresenta um padrão semelhante ao pH; no nível de 0-5 cm, ele varia entre 1.6 e 25.5 g/kg com uma média de 10.6. Já no nível 5-10 cm varia entre 2.4 e 21.0. g/kg com uma média de 9.3. As amostras do nível de 10-20 cm variam entre 2.6 e 14.6 g/kg com uma média de 8.3.

A variação dentro das casas tem mais sentido quando cada local de amostra é colocado no contexto da sua área de atividade doméstica particular. Amostras com o pH acima de 7.0 são todas localizadas ou em fogueiras ou na área de processamento de mandioca. Podemos observar na Fig. 5 que existem quatro áreas distintas onde o pH é mais elevado, incluindo a área ao redor da fogueira da cozinha (centro em cima nas Fig. 5 e 6), a área de processamento de mandioca (centro esquerda nas figuras) e nas duas áreas de dormir (lado esquerdo e lado direito nas figuras) onde há fogueiras para aquecimento à noite. O aumento do pH é mais marcante no nível superficial 0-5 cm. Em outras áreas da casa incluindo áreas de passagem, áreas de trabalho e áreas de comer, o pH é ligeiramente elevado. Os valores de pH abaixo de 4.0 localizam-se na borda da casa. Os teores de carbono apresentam-se mais baixos nas fogueiras (2-5 g/kg). Uma elevada concentração de carbono é localizada na área de processamento de mandioca (9-18 g/kg). As outras 3 casas mostram padrões parecidos.

Áreas de processamento de mandioca

Os elementos que se destacam como especialmente altos ou baixos, em comparação a outras áreas de atividades, serão fundamentais para a criação das assinaturas. Os resultados sugerem que as áreas de processamento de mandioca apresentam um padrão distinto ou assinatura. Na comparação das áreas de processamento de mandioca com outras áreas (Tabelas 7, 8 e 9), o sódio (264 mg/kg no 0-5 cm) e o

magnésio (38.5 mg/kg no 5-10 cm) destacam-se por seus níveis elevados acima da floresta (Na=3.2 mg/kg no 0-5 cm, Mg=1.7 mg/kg no 5-10 cm) e das lixeiras (Na=162 mg/kg no 0-5 cm, Mg=3.8 mg/kg no 5-10 cm). Nas áreas de processamento de mandioca, elementos cujos níveis aumentam com a profundidade, como é o caso de P, Na, Mg, Mn, e Zn, ocorrem, possivelmente, devido à lixiviação acelerada proveniente da dispersão de muita água com o ácido da mandioca durante o processamento desta.

Tabela 7. Estatística (média, mínimo, máximo, coeficiente de variação) das amostras em áreas de floresta. C em g/kg, Na e K em cmolc/dm³, e os outros em mg/kg.

| Profund. | mín | pH | C | P | Na | K | Al | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0-5 cm n=12 n=26(pH,C) | média | 4.0 | 35.0 | 8.9 | 3.2 | 17.9 | 58.2 | 8.9 | 3.5 | 0.3 | 1122 | 12.5 | 2.2 |
| | mín | 3.6 | 18.4 | 5.0 | 0 | 0 | 12.2 | 0 | 0 | 0 | 611 | 0 | 0.1 |
| | máx | 4.9 | 57.4 | 14.6 | 18.1 | 77.6 | 154.3 | 49.0 | 17.3 | 0.8 | 1419 | 54.9 | 6.1 |
| | CV | 0.06 | 0.3 | 0.35 | 1.69 | 1.18 | 0.78 | 1.65 | 1.54 | 0.74 | 0.23 | 1.46 | 0.69 |
| 5-10 cm n=12 n=26(pH,C) | média | 4.0 | 23.7 | 5.8 | 2.4 | 8.6 | 35.0 | 2.0 | 1.7 | 0.2 | 1355 | 9.3 | 1.7 |
| | mín | 3.7 | 13.8 | 4.3 | 0 | 0 | 9.6 | 0 | 0 | 0 | 1127 | 0 | 0 |
| | máx | 4.3 | 37.2 | 9.6 | 12.4 | 18.1 | 78.4 | 6.4 | 7.2 | 0.8 | 1628 | 44.2 | 2.8 |
| | CV | 0.05 | 0.27 | 0.25 | 1.84 | 0.61 | 0.7 | 0.93 | 1.13 | 0.88 | 0.12 | 1.38 | 0.54 |
| 10-20 cm n=12 n=26(pH,C) | média | 4.2 | 14.4 | 4.3 | 1.2 | 3.4 | 22.8 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 1362 | 4.2 | 1.1 |
| | mín | 3.6 | 9.8 | 2.5 | 0 | 0 | 7.6 | 0 | 0 | 0 | 1065 | 0 | 0 |
| | máx | 4.6 | 26.7 | 12.1 | 7.9 | 10.0 | 46.4 | 3.6 | 1.2 | 0.6 | 1551 | 14.0 | 1.9 |
| | CV | 0.06 | 0.29 | 0.62 | 2.01 | 0.85 | 0.64 | 1.19 | 0.81 | 1.03 | 0.11 | 1.05 | 0.52 |
| 20-30 cm n=4 n=8(pH,C) | média | 4.4 | 11.0 | 2.8 | 0.1 | 4.1 | 45.7 | 2.6 | 1.1 | 0.4 | 1165 | 5.7 | 1.3 |
| | mín | 3.7 | 7.9 | 1.8 | 0 | 0.5 | 7.7 | 0 | 0.4 | 0.3 | 1043 | 2.3 | 1.0 |
| | máx | 4.7 | 17.4 | 3.9 | 1.0 | 10.2 | 143.3 | 10.0 | 2.9 | 0.6 | 1226 | 7.3 | 1.7 |
| | CV | 0.08 | 0.34 | 0.43 | 3.25 | 1.07 | 1.43 | 1.87 | 1.1 | 0.38 | 0.07 | 0.4 | 0.2 |

Tabela 8. Estatística (média, mínimo, máximo, coeficiente de variação) das amostras em áreas de lixeira da aldeia atual. C em g/kg, Na e K em cmolc/dm³ e os outros em mg/kg.

| Profund. | mín | pH | C | P | Na | K | Al | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn |
|-------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0-5 cm n=17(pH,C) n=7 | média | 6.8 | 31.0 | 1390 | 162 | 624 | 1.3 | 1038 | 3.9 | 0.2 | 276 | 160.6 | 91.8 |
| | mín | 5.8 | 16.5 | 887 | 26 | 203 | 0 | 86 | 0 | 0 | 137 | 46.8 | 4.4 |
| | máx | 8.2 | 48.8 | 1751 | 541 | 1024 | 4.0 | 3079 | 13.6 | 0.8 | 394 | 273.6 | 426.8 |
| | CV | 0.09 | 0.3 | 0.23 | 1.25 | 0.5 | 1.35 | 1.06 | 1.3 | 1.17 | 0.36 | 0.55 | 1.64 |
| 5-10 cm n=17(pH,C) n=7 | média | 6.7 | 22.0 | 1737 | 128 | 494 | 2.7 | 1036 | 3.8 | 0.3 | 315 | 109.1 | 16.5 |
| | mín | 5.8 | 8.8 | 221 | 12 | 119 | 0 | 100 | 0 | 0 | 224 | 6.6 | 0.3 |
| | máx | 7.8 | 41.4 | 3757 | 450 | 802 | 5.3 | 1917 | 11.7 | 0.8 | 432 | 275.8 | 45.3 |
| | CV | 0.08 | 0.37 | 0.72 | 1.28 | 0.53 | 0.74 | 0.68 | 1.17 | 1.01 | 0.24 | 1.1 | 1.21 |
| 10-20 cm n=13(pH,C) n=7 | média | 6.2 | 19.8 | 1524 | 80 | 388 | 4.1 | 749 | 4.4 | 0.8 | 352 | 110.4 | 11.7 |
| | mín | 5.5 | 12.0 | 104 | 9 | 130 | 1.7 | 1 | 0 | 0.1 | 184 | 12.3 | 1.7 |
| | máx | 6.9 | 40.1 | 2210 | 195 | 865 | 6.6 | 1534 | 10.8 | 3.8 | 451 | 210.1 | 24.8 |
| | CV | 0.07 | 0.42 | 0.48 | 0.8 | 0.76 | 0.38 | 0.92 | 0.86 | 1.81 | 0.3 | 0.65 | 0.81 |
| 20-30 cm n=13(pH,C) n=7 | média | 6.0 | 16.0 | 933 | 135 | 396 | 3.1 | 1201 | 6.1 | 0.9 | 578 | 105.4 | 20.3 |
| | mín | 5.3 | 7.2 | 8 | 3 | 42 | 0 | 28 | 0 | 0.2 | 377 | 10.5 | 1.5 |
| | máx | 6.8 | 30.7 | 1434 | 542 | 873 | 5.6 | 3453 | 16.5 | 3.5 | 1157 | 229.5 | 46.7 |
| | CV | 0.08 | 0.48 | 0.53 | 1.5 | 0.72 | 0.73 | 1.01 | 1.13 | 1.31 | 0.48 | 0.75 | 0.78 |

Tabela 9. Estatística (média, mínimo, máximo, coeficiente de variação)(mg/kg) das amostras em áreas de processamento de mandioca. C em g/kg, Na e K em cmolc/dm³ e os outros em mg/kg.

| Profund. | mín | pH | C | P | Na | K | Al | Ca | Mg | Cu | Fe | Mn | Zn |
|------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0-5 cm n=31 | média | 6.0 | 12.0 | 35 | 264 | 430 | 11.7 | 68 | 1.2 | 0.1 | 416 | 7.4 | 1.0 |
| | mín | 5.9 | 4.1 | 1 | 42 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 189 | 0.4 | 0 |
| | máx | 7.4 | 19.4 | 188 | 1017 | 1955 | 44.2 | 520 | 9.0 | 0.6 | 625 | 40.5 | 6.2 |
| | CV | 0.13 | 0.35 | 1.47 | 1.07 | 1.22 | 0.94 | 1.98 | 1.74 | 0.94 | 0.3 | 1.32 | 1.68 |
| 5-10 cm n=31 | média | 4.9 | 9.8 | 21 | 100 | 194 | 57.3 | 96 | 38.5 | 0.1 | 363 | 6.4 | 0.5 |
| | mín | 4.2 | 4.7 | 0 | 3 | 6 | 1.4 | 1 | 0 | 0 | 116 | 0.9 | 0 |
| | máx | 6.4 | 19.4 | 157 | 561 | 1054 | 137.9 | 466 | 271.5 | 0.9 | 527 | 36.7 | 2.9 |
| | CV | 0.12 | 0.39 | 1.77 | 1.37 | 1.42 | 0.76 | 1.15 | 1.73 | 1.2 | 0.31 | 1.17 | 1.34 |
| 10-20 cm n=28 | média | 4.4 | 8.4 | 32 | 33 | 84 | 75.6 | 38 | 15.3 | 0.3 | 438 | 5.8 | 0.9 |
| | mín | 3.9 | 5.0 | 0 | 0 | 15 | 10.5 | 0 | 0 | 0 | 256 | 0.2 | 0.1 |
| | máx | 5.2 | 16.7 | 144 | 218 | 488 | 136.5 | 183 | 72.5 | 0.6 | 679 | 28.0 | 3.7 |
| | CV | 0.09 | 0.29 | 1.13 | 1.39 | 1.15 | 0.54 | 1.2 | 1.3 | 0.52 | 0.28 | 1.03 | 0.9 |
| 20-30 cm n=28 | média | 4.4 | 6.9 | 108 | 5 | 85 | 75.1 | 28 | 9.8 | 0.4 | 608 | 25.9 | 3.2 |
| | mín | 3.9 | 3.5 | 1 | 0 | 6 | 6.0 | 0 | 0 | 0.1 | 313 | 0.3 | 0.3 |
| | máx | 5.2 | 16.7 | 389 | 36 | 286 | 134.2 | 137 | 48.3 | 0.9 | 828 | 75.3 | 14.0 |
| | CV | 0.09 | 0.35 | 0.96 | 1.81 | 0.87 | 0.56 | 1.25 | 1.17 | 0.6 | 0.22 | 0.87 | 0.98 |

A superfície do solo nas áreas de processamento de mandioca forma uma espécie de pavimento cimentado, quase sempre coberto com uma crosta branca. O solo é tão compacto nos primeiros centímetros superficiais que o trado só conseguia perfurá-lo com muita dificuldade. O pH do solo é também relativamente alto (média de 6.0) nessas áreas, pelo menos nos primeiros 5 cm. Interessante observar que os resultados mostram níveis de Al disponível, nas áreas de processamento de mandioca, que são mais elevados que os de solos da floresta. Este aumento de Al disponível, possivelmente, dá-se devido à liberação de mais Al numa forma disponível, através da lixiviação com água, misturado com ácido da mandioca.

A praça

As áreas da praça, nas quais até agora só foram realizadas análises de pH e C orgânico, também apresentaram resultados conforme o esperado (Tabelas 3 e 4). O espaço na praça entre as casas e o centro (praça média) mostra os mais baixos valores de pH de toda a aldeia. Ele apresentou um mínimo de 4.3, máximo de 5.1 e média de 4.6 no nível superficial e mínimo de 4.1, máximo de 4.8 e média de 4.4 no nível 5-10 cm. O ligeiro pH elevado, acima do valor da floresta é, possivelmente, devido à ausência da liteira (o que tem como efeito o aumento da acidez) e à prática de remover a vegetação, amontoá-la em pilhas e queimá-la, introduzindo, dessa forma, cinza no solo. O teste de carbono retornou com um mínimo de 4.0, máximo de 18.1 e média de 8.5 g/kg no nível superficial e mínimo de 4.4, máximo de 12.9 e média de 8.6 g/kg no nível 5-10 cm. As mesmas condições proporcionam que o carbono torne-se mais baixo na praça media que em todas as áreas, com exceção de lugares isolados, que têm um teor elevado devido à prática de cavar buracos e depositar a vegetação dentro, quer seja queimada ou não.

O centro e a margem da praça apresentam valores de pH e C mais elevados e variados que a praça média, em função de atividades tais como: consumo de alimentos, fogueiras efêmeras, micção, e enterramentos (no centro). O coeficiente de variação (CV) do pH mostra claramente a maior variação nas amostras do centro e margem da praça, ambos com CV acima de 0.1, comparado com a praça média com CV de 0.04. No centro, o pH apresentou um mínimo de 4.0, máximo de 6.9 e média de 4.9 no nível superficial e mínimo de 3.9, máximo de 6.1 e média de 4.6 no nível 5-10 cm. Na margem, ele

apresentou um mínimo de 3.7, máximo de 6.6 e média de 5.1 no nível superficial e mínimo de 3.9, máximo de 5.0 e média de 4.3 no nível 5-10 cm. O teste de carbono, no centro, retornou com um mínimo de 3.6, máximo de 16.1 e média de 9.4 g/kg no nível superficial e mínimo de 4.2 mg/kg, máximo de 15.8 mg/kg e média de 9.3 mg/kg no nível 5-10 cm. Na margem, ele retornou com um mínimo de 5.3, máximo de 20.1 e média de 10.2 g/kg no nível superficial e mínimo de 5.7, máximo de 15.2 e média de 9.3 g/kg no nível 5-10 cm. Ambas as áreas apresentam valores semelhantes de pH e C, também parecidos com os de dentro das casas.

Áreas fora dos sítios

Numa área de capoeira localizada a aproximadamente 400 metros da aldeia atual, o pH é mais elevado que o da floresta até a profundidade de 2 m (Fig. 10). Nela, o pH é quase estável, variando entre 5.0 e 5.4 nos primeiros 120 cm e aumentando para 5.5 até 2 m. A capoeira, composta de capim e arbustos, apresenta quase a metade dos níveis de carbono orgânico (16.0 g/kg no 0-5 cm e 12.1 g/kg no 5-10 cm) em comparação com a floresta por causa da ausência da liteira (Fig. 11).

A área de “banheiro”, localizada nas margens externas da aldeia, apresenta o pH levemente mais elevado e um aumento inesperado no nível de carbono orgânico. Isso pode ser atribuído ao uso anterior dessa área como roça semi-intensiva preparada com técnicas de enriquecimento de solo incluindo cobertura morta, queima e deposição de restos orgânicos como foi observado em espaços semelhantes atrás das casas. Análises adicionais poderiam determinar qual a contribuição da área de “banheiro” na modificação do solo, além disso, também é necessário testar áreas agrícolas para determinar os efeitos da agricultura e das técnicas de enriquecimento no solo.

Sítio pré-histórico

Amostras de três locais em Nokugu foram testadas para pH e carbono orgânico. A primeira é a borda da praça maior (amostras até 1 m) e a segunda é a borda da praça menor (amostras até 90 cm), que podem ter sido quase todas formadas por material de lixeira amontoada, ambas apresentando uma cor escura em todo o perfil. A terceira é uma lixeira na área doméstica do sítio, cujo solo de cor escura alcança 40 cm de profundidade (amostras até 2 m). O pH apresentou-se elevado em todo o perfil nos três locais alcançando um mínimo de 5.5 e um máximo de 6.0. Um resultado inesperado foi a profundidade alcançada pela modificação do solo da lixeira, com um pH elevado de 5.9 a pelo menos 2 m de profundidade. Uma comparação desta lixeira do Nokugu com as lixeiras na aldeia atual mostra o pH mais baixo em Nokugu nos primeiros 30 cm, pH igual entre 30-50 cm e consistentemente mais alto de 50 cm até 2 m. A comparação entre os resultados da lixeira e da floresta coloca a seguinte questão: por que o pH nos níveis inferiores das lixeiras contemporâneas apresentam-se até mais baixo que o da floresta, enquanto na lixeira de Nokugu é tão mais alto?

Os teores de C orgânico são maiores nos primeiros 30 cm da lixeira, variando entre 30.5 e 36.3 g/kg que corresponde ao solo mais escuro. Diminuem para 10.8 g/kg no nível 30-40 cm e 6.9 g/kg no 40-50 cm. Abaixo de 50 cm até 2 m variam entre 1.6 e 5.8 g/kg. Os teores de C são menores nas beiras das praças, mas continuam elevados a uma profundidade maior do que a lixeira. Na praça maior, começa de 23.1 g/kg no 5-10 cm e diminui para 5.4 g/kg no 90-100 cm. A praça menor começa de 29.3 g/kg e diminui para 6.0 g/kg no 80-90 cm.

Conclusão

Nas últimas décadas, vem se consolidando uma nova visão sobre a pré-história da Amazônia, que teria sido um centro de desenvolvimento agrícola e de sociedades complexas com densas populações que impactaram significativamente seu ambiente. Isso dá à região uma nova importância para o entendimento do desenvolvimento sócio-pólitico complexo, da intensificação da subsistência e da interação do homem com o meio ambiente. O Alto Xingu apresenta uma oportunidade única para

estudar a gênese e distribuição dos solos antrópicos, por ser um dos poucos lugares na Amazônia onde as observações sobre agricultura, uso da terra e padrões de assentamentos indígenas contemporâneos podem ser diretamente ligados ao registro arqueológico.

Esta pesquisa foi formulada a partir de uma pergunta fundamental sobre a TPA: como ocorreu sua formação? Partindo dessa pergunta, a pesquisa tentará entender os processos específicos que formaram os solos antrópicos na paisagem ameríndia pré-histórica e contemporânea e, ainda, procurar transformar as análises de solos em uma ferramenta mais útil na arqueologia amazônica. A informação etnoarqueológica produzida formará a base para estudos adicionais sobre a formação e propriedades da TPA e poderá ser aplicada para ajudar a interpretar dados pedoarqueológicos de outros sítios.

O interesse pela TPA é marcado pela possibilidade de aprender a melhorar e gerenciar a fertilidade dos solos tropicais a fim de aumentar sua produtividade agrícola e sustentabilidade. Informações sobre TPA são de interesse fundamental nas discussões sobre a conservação e desenvolvimento na Amazônia. Essas discussões são particularmente pertinentes e oportunas para a Bacia do Alto Xingu, que está situada em uma zona de transição entre a Floresta Tropical Amazônica e a Região de Cerrado do Brasil Central, e é uma das regiões da Amazônia mais duramente atingida pelo desmatamento e avanço do desenvolvimento. A realização dessa pesquisa, em um âmbito mais geral, promove mudanças de perspectivas sobre povos da Floresta Tropical e, em particular, disponibiliza, aos ameríndios locais, informações sobre sua história e continuidade na região, bem como dá a eles grande orgulho e poder para proteger seus sítios arqueológicos, cultura, ambiente e direito territorial.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a colaboração da Comunidade Kuikuro, especialmente Afukaka e Tabata pelo seu apoio ao projeto e pela coleta do campo, a Laqui, Kagito, Dunga, Masinuá, e Anselmo. E também Txicão e Jahila por terem permitido o acesso a sua moradia. Pelo apoio da coordenação nas atividades do laboratório, Paulo Sarmiento e Leide Lemos. Pela realização das análises laboratoriais, Patricia Oliveira da Silva, Marcelo Monteiro Farias, William Akira dos Santos, Daniel Alvino Mesquita, e Flavio Corrêa dos Santos. Carlos Augusto Palheta Barbosa pelo design gráfico das casas (Fig. 6-7) e Vera Guapindaia pela tradução do texto. Pelo seu apoio no Museu Geoldi, Maria Teresa Prost, Maria de Lourdes Ruivo, Dirse Clara Kern, Cristina Senna, Maria Emília Sales, Francisco Juvenal Frazão, Edithe Pereira, Ana Vilacy Galucio, Nilson Gabas Jr., Paulo do Canto Lopes, Daniel Lopes, Denise Schaan e Vera Guapindaia. Agradecemos, enfim, a todos aqueles outros que contribuíram de forma direta e indireta: Jucilene Amorim Costa, Joshua Toney, Christian Russel, Quintino Araújo, os técnicos do laboratório do CEPEC em Itabuna, Carlos Fausto, Bruna Franchetta, Mara Santos, Nigel J.H. Smith, Nick Comerford, Hugh Popenoe, Ken Sassaman, Willie Harris, Eduardo G. Neves, Jim Peterson e William Woods.