

Os Solos e as Ciências Humanas: Interpretação do Passado

William Woods

Como resultado da ocupação humana, enormes áreas do planeta têm sido modificadas por mecanismos variados, levando à redistribuição e alteração do solo e outros materiais superficiais. Os sedimentos e os solos podem sofrer numerosas mudanças físicas e químicas em sítios de habitação humana. E o mais importante, nutrientes são concentrados através da deposição de detritos orgânicos e inorgânicos, sendo as maiores contribuições provenientes de produtos animais e vegetais trazidos ao local da habitação, seja para consumo direto pelo homem ou indireto através de animais domésticos, materiais de construção e combustíveis.

Animais são processados, seus ossos e vísceras descartados, e sua carne e sub-produtos são consumidos e eliminados, tudo isso nos arredores da habitação.

Processo similar acontece com as plantas, que concentram nutrientes em suas partes reprodutivas (nozes, frutos, sementes, tubérculos), as quais são justamente mais consumidas pelo homem.

De modo geral, em comparação com o *background* natural, os solos de sítios de habitações humanas exibem coloração escura anômala, valores mais altos de pH e maiores concentrações de vários nutrientes, as quais podem ser extraordinárias se o assentamento tiver sido intenso ou de longa duração.

Além de um conjunto de macro e micronutrientes, a intervenção humana frequentemente melhora outras propriedades do solo benéficas para as plantas, como a capacidade de troca catiônica, porcentagem de saturação em bases, retenção de umidade, condições de estrutura e atividade biológica (Fig. 1).



Fig. 1. Desenvolvimento inicial de um antrossolo por acumulo de resíduos. Santarém, Pará, Brasil. Observe a emergência de plantas domesticadas neste ambiente fértil.

Investigações da Química dos Solos como Ferramenta Auxiliar das Ciências Humanas

Embora agricultores de todo o mundo já houvessem reconhecido há muito tempo que antigas ocupações apresentavam solos férteis, foi somente no início do século 20 que as modificações químicas causadas no solo por atividades humanas passaram a ser vistas como evidências para o estudo de assentamentos abandonados.

A primeira aplicação pode ser encontrada em trabalho de Friedrich Katzer sobre a terra preta do Baixo Amazonas, publicado em 1903.

Em 1915, Russell relatou que a distribuição de detritos e a presença de fósforo residual no solo ao redor de antigos assentamentos indicavam que a incorporação de restos animais e humanos ao sistema de agricultura no Egito ocorrera muito cedo.

Rapidamente, geógrafos, historiadores e arqueólogos, assim como cientistas do solo e geólogos, apoiaram-se nesses relatos iniciais e demonstraram que a distribuição diferencial de modificações

químicas e físicas do solo poderia ser usada na interpretação tanto de antigas habitações como de histórico de uso do solo. Nesse contexto, as questões aqui enfocadas são principalmente humanas, sendo os solos tratados essencialmente como artefatos.

As indicações do Fósforo

Estudos iniciais enfocaram o fósforo como um indicador-chave de atividades antrópicas e ficaram restritos a investigações no norte da Europa.

Dois aspectos são responsáveis pela validade do uso do fósforo na identificação de contextos arqueológicos. O elemento, na forma de fosfatos, está presente na maior parte dos restos culturais depositados em sítios de ocupação humana (ex. Woods 1977), uma vez que urina, plantas, tecidos animais e, principalmente, ossos, contêm grandes quantidades do elemento.

Essas adições culturais à matriz do solo são não apenas prontamente identificáveis, como são também rapidamente imobilizadas e mantêm grande estabilidade lateral e vertical ao longo do tempo na maior parte das situações pedológicas.

Consequentemente, as discussões que se seguem a respeito da evolução do conhecimento sobre os antrossolos são direcionadas a estudos enfocando os fosfatos, seguindo-se referências específicas a alterações antropogênicas de outras características do solo.

As interpretações de Olaf Arrhenius (1929, 1931, 1934) sobre um levantamento de larga escala da química do solo na Suécia, nos anos 20, representaram a primeira aplicação extensiva dos conceitos de fertilidade do solo ao estudo de assentamentos abandonados e usos pretéritos da terra. Esse autor demonstrou que a ocupação humana de uma área provoca mudanças químicas no solo através da deposição e decomposição de restos orgânicos e inorgânicos, e que a distribuição diferencial das alterações químicas resultantes pode ser usada na interpretação tanto de habitações pretéritas quanto de histórias de uso da terra.

Nos anos 20, a Companhia Sueca Manufatureira de Açúcar realizou um amplo levantamento do solos no sul da Suécia com o intuito de determinar suas potencialidades para o plantio de beterraba. Inicialmente, somente o pH do solo foi estudado, porém logo outras propriedades pedológicas foram consideradas, entre elas o teor de ácido fosfórico ou fosfato. No total, 500.000 amostras provenientes de meio milhão de hectares foram analisadas (Arrhenius 1934:29).

Dispondo-se os resultados em mapas, observou-se que as maiores concentrações de fosfato no solo derivavam de três fontes: rochas, cuja principal forma de fosfato é o mineral apatita; plantas, algumas das quais possuem teores elevados de fosfato; e humanos, através de adições culturais e assentamentos.

Arrhenius, trabalhando no levantamento de solos, primeiramente relatou a relação entre enriquecimento do solo em fosfato e atividades humanas após constatar sua utilidade na detecção de assentamentos abandonados (Arrhenius 1929, 1931). O autor localizou assentamentos da Idade da Pedra, dos Vikings, dentre outros, observando o aumento dramático do conteúdo de fosfato no solo desses sítios.

Análises adicionais revelaram ser possível ainda traçar antigos caminhos e estradas utilizando-se dos teores de fosfato.

Em 1932, Schnell aplicou a técnica de Arrhenius e enfocou locais específicos na Suécia. Ao coletar amostras a intervalos regulares ao longo de transectos cortando um sítio, analisar essas amostras para fosfato e plotar os resultados em mapa, esse autor pôde estabelecer contornos de fosfato. Gráficos semelhantes foram preparados a partir da frequência de cacos de cerâmica coletados ao longo dos transectos. A comparação entre os dois gráficos demonstrou um alto grau de coincidência entre teores de fosfato e número de cacos, indicando uma clara correspondência entre enriquecimento químico e intensidade de uso do solo (Clark 1970:21-22).

Dois anos depois, Christensen desenvolveu estudos adicionais na Dinamarca, coletando amostras de solo no local da vila medieval de Stokkerup, que havia sido destruída no século 17. Análises dos teores de fosfato demonstraram, em média, um enriquecimento de 10 vezes na área da antiga vila e de duas vezes nos antigos campos cultivados (Christensen 1935:45-46). O autor também investigou sítios do início da Idade do Ferro e uma fortaleza Viking, encontrando evidências da eficiência do método mesmo em assentamentos ocupados por curto período de tempo (Daunay 1952:34).

A primeira indicação de que a técnica de Arrhenius poderia ser empregada fora do norte da Europa veio da Indochina Francesa onde, em 1939, dois cientistas franceses utilizaram o teor de fosfato no solo como indicador de antigas habitações na região do Golfo de Tonkin (Anonymous 1941:512-513; Castagnol 1939).

Quatro anos mais tarde, nos solos lateríticos da mesma região, Pendleton observou que áreas de antigas vilas nas florestas do nordeste da Tailândia exibiam uma vegetação excepcionalmente desenvolvida e concentrações muito altas de fosfato (Pendleton 1943:37).

Após os trabalhos iniciais de Arrhenius, provavelmente a contribuição mais importante para o método de análise de fosfato em assentamentos humanos tenha sido dada por Walter Lorch (1938, 1939a, 1939b, 1940), que desenvolveu uma metodologia laboratorial simplificada para teste e forneceu instruções detalhadas para amostragem e procedimento no campo. Durante as duas décadas seguintes, esse autor continuou seus trabalhos pela Alemanha e leste da Europa (*e.g.* Lorch 1954), seguindo em grande parte as linhas gerais expostas em seu clássico artigo de 1940, onde é apresentada a teoria segundo a qual assentamentos de diferentes economias resultam em padrões característicos de distribuição de fosfato. Comparando perfis obtidos em diferentes áreas de ocupação, o autor foi capaz de distinguir economias particulares e até mesmo mudanças na economia de um mesmo sítio. Como um simples exemplo, tem-se a diferença na distribuição de fosfato entre um assentamento da Idade da Pedra, onde os resíduos estão concentrados em um espaço restrito, e uma ocupação agrícola moderna, que espalha os esterços sobre uma área muito mais extensa.

Vários outros pesquisadores utilizaram os métodos de Lorch no estudo de assentamentos europeus. Bandi localizou uma vila medieval na Suécia (Schwarz 1967:61), enquanto Guyan (1952:8-9) observou um aumento dramático no teor de fosfato em um conhecido sítio medieval. Em 1958, Schmid investigou perfis de solo em cavernas na Europa que haviam sido previamente utilizadas para habitação (Schwarz 1967:61).

Durante as décadas de 40 e 50, o Departamento de Arqueologia da Universidade de Birmingham foi assessorado por Christensen na aplicação do método do fosfato em sítios ingleses.

Estudos em vilas medievais em Nottinghamshire forneceram concentrações de fosfato duas vezes maiores que as observadas em terras agrícolas modernas circundantes. Análises de fosfato em um acampamento romano revelaram um anexo, ou conjunto de edifícios externos, que não haviam sido detectados em análise de fotos aéreas (Dauncey 1952:35-36).

No Hemisfério Ocidental, somente em 1948 foi realizado o primeiro estudo arqueológico envolvendo análises de fosfato, desenvolvido por Solecki (1951, 1953) em West Virginia. O autor analisou 30 amostras de solo, provenientes de várias feições no interior ou nas proximidades de uma elevação pré-histórica de sepultamento. Durante as escavações, Solecki havia notado várias áreas escuras ou manchas no solo, que supôs serem sepultamentos dos quais a matéria esquelética havia se desintegrado no solo altamente ácido. Conhecedor do trabalho de Arrhenius, Solecki investigou os teores de fosfato, que se mostraram elevados nas áreas de possível sepultamento.

Lutz (1951:925) amostrou duas vilas no Alaska e determinou os teores de fosfato solúvel, nitrogênio, potássio e cálcio, que se mostraram enriquecidos em maior ou menor escala nas zonas de ocupação. O enriquecimento em fosfato foi de 50 a 175 vezes.

Dietz (1957) utilizou uma malha de amostragem de 25 x 25 pés (7,5 x 7,5m) para construir mapas de concentração de fosfato disponível nas proximidades de um sítio arqueológico conhecido. A área de ocupação intensa pôde ser claramente reconhecida pela quantidade de artefatos recobrando o solo e

pela distribuição de fosfato, ao passo que a área que não havia sido habitada caracterizava-se pela escassez de artefatos e teores uniformemente baixos de fosfato.

Os estudos de Cruxent (1962) em uma série de fogueiras (*hearths*) paleo-indígenas próximo a San Diego, Califórnia, representaram uma extensão do método para uma possível antiga ocupação humana no Hemisfério. No entanto, a ausência de diferenças significativas entre os teores de fosfato de áreas supostamente habitadas e não habitadas levou o autor a concluir que os *hearths* provavelmente não representavam feições ocupacionais.

Durante o mesmo período na Europa, Arrhenius dava continuidade a seus estudos com o mapeamento dos teores de fosfato em terras aráveis em Gotland, com ênfase em assentamentos das idades da Pedra, Bronze e Ferro. Mapas em larga escala de habitações e outros tipos de ocupações puderam ser elaborados e, entre outros resultados, esse estudo revelou a deterioração das condições agrícolas e uma migração dos assentamentos de regiões argilosas para áreas de solo rico em silte durante os últimos 600 anos (Arrhenius 1955:1062).

Muitos anos depois, Arrhenius, em visita aos EUA, coletou amostras de vários sítios aborígenes e históricos, entre a Califórnia e Oklahoma. Os resultados das análises de fosfato mostraram que as práticas agrícolas pré-européias causaram o empobrecimento do solo ao redor das vilas, provavelmente devido à remoção das colheitas dos campos sem nenhum retorno de nutrientes (Arrhenius 1963:33).

Outros Indicadores Antrópicos Importantes

Além do fosfato, diferentes compostos de carbono, nitrogênio e cálcio encontram-se entre os aditivos químicos mais comuns em sítios de ocupação humana, podendo apresentar incrementos anuais expressivos (Cook & Heizer 1965:8).

A seguir, serão descritos a origem e significado de dois indicadores antropogênicos resultantes de alterações culturais do solo.

Cor

Uma das características do solo mais frequentemente utilizadas em arqueologia, a cor é basicamente o resultado do conteúdo de matéria orgânica, dos teores de carbonato de cálcio e da concentração e estado de oxidação do ferro e manganês. A cor também é influenciada pela presença de cinzas, carvão e materiais terrosos oxidados. Embora prontamente determinada, a cor do solo varia com o teor de umidade, condições de iluminação, tempo de exposição ao ar, temperatura, assim como com a percepção variável de cada observador. Aplicações arqueológicas da coloração do solo incluem a identificação de feições, a delimitação de zonas de preenchimento em feições, a distinção de horizontes em sedimentos e “lixeiros” (Lee 1968), e como uma técnica de datação relativa (Carter 1956, 1957). Carter relata que solos de ocupação são consistentemente mais escuros que solos naturais devido a enriquecimento orgânico e acúmulo de húmus causados por cultivo de plantas, mas observa também que ocorre uma perda contínua da cor escura ao longo do tempo (1956:307-309).

Cornwall (1958:183) atribui a cor branca em depósitos culturais principalmente à presença de carbonato de cálcio e cinzas. A coloração vermelha geralmente resulta da lenta oxidação do ferro durante o intemperismo, porém nas proximidades de antigas fogueiras ou fornos e outras fontes de calor intenso, a limonita de cor ocre presente no solo pode ser convertida em hematita, produzindo desse modo um solo vermelho cozido característico (Cornwall 1958:101). No entanto, conforme enfatizado por Limbrey (1975:325), se o conteúdo de matéria orgânica no solo for elevado ou se o suprimento de oxigênio for insuficiente, o ferro permanecerá em sua forma reduzida e a coloração vermelha não surgirá, mesmo com a aplicação de calor.

pH

Buol *et al.* (1973:301) consideram a determinação do pH “provavelmente a medição química mais importante que pode ser feita no solo”. Embora esses autores não se refiram especificamente a contextos sob influência humana, aqui também as relações de pH do solo são de grande importância, devido principalmente ao fato de o pH estar intimamente relacionado a outros critérios químicos do solo.

Em arqueologia, o valor de pH tem sido utilizado na determinação da antiguidade relativa de perfis culturais e naturais (Parsons 1962), na definição de limites de sítios (Zabel 1976), na identificação de zonas estratigráficas pouco definidas em lixeiras (Deetz & Dethlefsen 1963) e na delimitação de áreas de solos recentemente modificados (van der Merwe & Stein 1972).

Aumentos no pH do solo devido à atividade antropogênica são atribuídos principalmente à presença de cinza vegetal, cujos componentes, em grande parte alcalinos, incluem carbonato de cálcio, hidróxido de cálcio, sulfato de cálcio, sais de ferro e magnésio, e carbonatos e hidróxidos de sódio e potássio (Dowman 1970:24). Segundo Limbrey (1975:328), a presença de cinza vegetal pode impedir o estabelecimento de condições ácidas decorrentes da decomposição de resíduos orgânicos. Além disso, a preservação diferencial de ossos pode ser em grande parte explicada por variações de pH.

Carbonatos

Em depósitos de ocupações humanas, a cinza é provavelmente a maior fonte de carbonatos, cujos altos teores são reportados por Buehrer (1950:24), Eddy & Dregne (1964:16) e Dowman (1970:24). Embora haja a tendência em associar carbonatos com depósitos de conchas (sambaquis), Cook & Treganza (1947:140-141) analisaram solos de duas lixeiras (*middens*) na Califórnia, um rico em conchas e outro sem, e observaram altos teores de carbonato em ambos. Esse resultado não explicado pelos autores deve-se provavelmente à acumulação de cinza vegetal nos dois sítios. Adições menores de carbonato podem também resultar da decomposição de plantas e restos animais por bactérias (Buehrer 1950:562; Cook & Heizer 1962:15-16).

Carbono e nitrogênio

Tanto carbono quanto nitrogênio podem ser utilizados como indicadores do conteúdo de matéria orgânica do solo. Em condições de boa aeração do solo, a maioria das substâncias orgânicas sofre rápida decomposição química e biológica (Cornwall 1960:270), especialmente quando as substâncias orgânicas não sofrem soterramento rápido que resulte em sua transformação em uma massa compacta pobre em oxigênio (Limbrey 1975:328).

Von Stokar (1938) demonstrou primeiramente que, além de produtos pirolíticos, outros materiais orgânicos podem manter-se preservados em determinados ambientes em solos de regiões úmidas. De maneira similar, as investigações de Buehrer (1950:562) indicaram que alguns produtos intermediários de decomposição, tais como ácidos orgânicos, poder-se-iam formar e persistir no solo por longos períodos, embora a proliferação de organismos em condições de solo bem aerado e úmido favoreça a decomposição biológica (Dowman 1970:28). Deve-se considerar também que o nitrogênio é particularmente susceptível à volatilização por queima (Limbrey 1975:121).

Em resumo, a matéria orgânica encontrada em antrossolos consiste principalmente da combinação dos produtos resultantes da combustão incompleta de vegetais, restos de plantas e animais humificados, alguns produtos intermediários de decomposição e restos de adições recentes ao solo.

Cálcio, potássio e magnésio

Adições culturais de cálcio podem derivar de excrementos humanos e animais e de vários resíduos orgânicos e inorgânicos (Cook & Heizer 1962:13). Dentre as várias fontes possíveis, os ossos apresentam as maiores concentrações de cálcio, atingindo teores de 260.000 ppm (Bowen 1966:178), seguindo-se então tecidos macios animais, excrementos e material vegetal como fontes potenciais.

Na maioria dos sítios arqueológicos, a cinza proveniente de material vegetal constitui a maior fonte de cálcio pois, embora tanto vegetais frescos quanto incompletamente queimados sejam depositados em quantidade em assentamentos humanos, as concentrações de cálcio na cinza vegetal são muito maiores (pelo menos uma ordem de grandeza) do que em tecidos vegetais desidratados (Wise 1944:43).

Buehrer (1950:554) atribuiu as altas concentrações de potássio e magnésio em sedimentos da Caverna Ventana a acumulações de cinza vegetal, enquanto Eddy & Dregne (1964:14-16) empregaram o teor de potássio como indicador da presença pretérita de cinza vegetal em sítios arqueológicos. O magnésio também mostrou-se um excelente indicador para lentes de cinzas em um sítio em Ontário (Huron Village Site) (Heidenreich & Navratil 1973:25).

Embora a cinza vegetal seja aparentemente a fonte primária de potássio e magnésio em depósitos culturais, pode haver ainda adições consideráveis a partir de urina humana, vegetais secos e tecidos animais (Kimber *et al.* 1966:687; Bowen 1966:68-71, 101).

Ferro, Cobre e Zinco

O teor e o estado de oxidação do Ferro são há muito reconhecidos como indicadores importantes em estudos de gênese e classificação de solos (Buol *et al.* 1973). Limbrey (1975:329-330) observou que crostas ferruginosas formam-se frequentemente no interior e abaixo de depósitos de ocupação, e que análises do elemento podem ser úteis na distinção entre camadas de diferentes texturas e graus de compactação, ou ainda na definição de limites entre níveis em depósitos de ocupação.

Os teores naturais de Ferro no solo são geralmente elevados, e aparentemente não sofrem grande elevação pelo efeito de adições culturais, exceto em sítios onde artefatos de ferro e destroços são depositados. Essas adições observadas em restos de ocupações pré-européias no Novo Mundo provêm aparentemente de material fecal (Bowen 1966:101), com apenas pequena porção sendo oriunda de cinzas, restos de acampamentos, etc. Por esse motivo e devido ainda à sua grande mobilidade, o Ferro não tem sido muito utilizado como um indicador de assentamentos em estudos arqueológicos de solos.

Ao contrário do Ferro, os elementos Cobre e Zinco são encontrados geralmente em pequenas concentrações no solo. Em assentamentos humanos, as fontes para os dois elementos incluem tecidos vegetais e animais (Bowen 1966:68-71) e urina (principalmente Cobre) e fezes humanas (Zinco) (Bowen 1966:101) e, embora apenas traços sejam excretados, teores significantes de Cobre e Zinco podem resultar de ocupações intensas ou por longos períodos de tempo. Sokoloff & Carter (1952) analisaram amostras coletadas em três lixeiras (**midden**) depósitos de sítios arqueológicos na Flórida e concluíram que a concentração de Cobre diminui dramaticamente com a idade do depósito, e que após aproximadamente 2.000 anos os teores do elemento aproximam-se de valores de solos culturalmente estéreis. Os dados daqueles autores indicam ainda que o Zinco é mais estável, portanto refletindo melhor eventos de ocupação ao longo do tempo.

Dois Exemplos Europeus de Antrossolos: Terras Pretas (Les Terres Noires) e Plaggen

Até o momento, vimos que a atividade deposicional humana pode resultar no enriquecimento do solo e no desenvolvimento de antrossolos. A próxima questão refere-se à intencionalidade ou não deste enriquecimento. A seguir, dois tipos de solos com propriedades similares, depositados no noroeste da Europa entre o Período Romano e a Idade Média, fornecem evidências distintas dessas duas possibilidades.

No início do Século 20, escavações na muralha romana que um dia cercou Londres revelaram a existência de extensos depósitos de sedimentos escuros, denominados “terras criadas” (Norman & Reader 1912), acumulados entre o Período Romano e o Século 13, conforme se deduziu do estudo dos materiais inclusos e superposição de camadas. Após essa descoberta, solos semelhantes foram identificados na região Noroeste da Europa. Esses sedimentos, comuns em contextos galo-romanos e início do Período Medieval, são denominados “Terra Preta” ou “Les Terres Noires” (Verslype & Brulet 2004), e resultam da nucleação de populações dentro de muralhas fortificadas de pedra ou madeira. Análises químicas e microscópicas revelaram a origem cultural desses solos, formados em sua grande parte a partir da decomposição das paredes e telhados de palha das moradias, cinzas vegetais, carvão e restos domésticos, humanos e animais (Courty *et al.* 1989:261-268). A formação desses solos foi acidental, não intencional. Processos pós-deposicionais de biopedoturbação geralmente obscureceram as relações estratigráficas dentro dos depósitos. Uma vez que esses sítios frequentemente desenvolveram-se e transformaram-se em grandes complexos urbanos, os solos férteis que se formaram a partir das “Terras Pretas Europeias” raramente foram utilizados para a agricultura; ao contrário, foram recobertos pelos restos de ocupações posteriores. Artefatos, incluindo cerâmica, são abundantes em muitos contextos.

Geneticamente em contraste com as Terras Pretas Europeias encontram-se os “Plaggen” ou “Solos Construídos” (built soils), de mesma idade e provenientes da mesma região da Europa que os Solos Feitos (Niemeier & Taschenmacher 1939; Niemeier 1972). Derivado da palavra alemã para torrão, os Plaggen foram produzidos em áreas de solos originalmente muito pobres, e atualmente recobrem uma extensa área do noroeste da Europa, desde o norte da Bélgica até Jutland, e também porções da Irlanda, Noruega, Escócia e ilhas Shetland e Orkney (Adderley *et al.* 2000; Conry 1974; Groenman-van Waatering & Robinson 1988; Pape 1970). Os pequenos agricultores e monges, responsáveis pelo desenvolvimento desses solos, utilizavam-se de materiais variáveis, dentre os quais constavam geralmente *sods*, liteira da floresta, areia calcárea, lama da limpeza de fossos, resíduos de estábulos e estrume, restos domésticos, cinzas, carvão e dejetos humanos. Esses solos intencionalmente criados caracterizam-se pela presença de um horizonte espesso e escuro, que foi elevado em relação à superfície original e, devido à alta fertilidade, são ainda intensivamente cultivados. Restos de artefatos são encontrados, porém em menor quantidade em relação às Terras Pretas.

As Terras Pretas da Amazônia

A parte inicial deste capítulo reviu alguns aspectos da discussão ocorridas nos primeiros 80 anos do século XX através da interação entre as ciências humanas e ciências biofísicas com o solo e passado como objeto de estudo. Com os recentes desenvolvimentos e aplicações de sofisticadas técnicas de análises um grande avanço tem sido feito na caracterização e interpretação dos solos antrópicos. A integração das ciências humanas e biofísicas tem sido essencial para possibilitar as investigações neste tópico. Um exemplo onde este tipo de cooperação vem tendo grande sucesso e na interpretação dos anomolos antrossolos chamados de Terra Preta de Índio (Indian black earth) ou Amazonian Dark Earth (ADE) (e.g., Glaser e Woods 2004; Lehmann *et al.* 2003).

Pelo menos, mas provavelmente bem antes do advento da era cristã, modificações do ambiente incluindo verdadeiro sedentarismo baseado na utilização de sistemas agroflorestais e cultivos

envolvendo uma série de espécies domesticadas e semidomesticadas estavam presentes em muitos assentamentos na terras baixas da Amazônia, e numerosos grupos estão vivendo numa complexa rede sociopolítica. Em adição a especializada manipulação de ambientes específicos, modificações das condições do solo em larga escala podem ser associadas a estas civilizações. Como resultado são encontradas áreas com elevada fertilidade, os solos antrópicos que ocorrem por toda a bacia Amazônica.

O aumento da atividade biótica e da capacidade de retenção de nutrientes feito pela deposição de carvão vegetal e matéria orgânica pode ser o principal responsável pela notável persistência desses solos por um longo período após o término de seu manejo cultural.

Por que estes solos têm passado despercebidos pelos pesquisadores? O “culpado” é claramente a tirania de escala. Nenhum mapa da Bacia Amazônica apresenta estes solos; expansões individuais raramente excedem poucos quilômetros quadrados e geralmente envolve áreas muito menores. No entanto, quando estes são considerados sua expansão cumulativa é enorme.

Friedrich Katzer (1903) reconhece a fertilidade desses solos e afirma que “a maior riqueza peculiar da região encontra-se nesses solos” e observou uma área maior que 50.000 hectares de *Schwartzerde* em área de terra-firme entre os rios Tapajós e Curua Una; aproximadamente 5% da área total no centro da região do Baixo Amazonas da cultura de Santarém. Este não é o único exemplo; terras pretas se estendem acima da região do Tapajós até ao sul e na direção oeste do Amazonas. Deve-se lembrar que se você não procurar por algo não irá encontrar e por quase todo lugar os investigadores têm encontrado recentemente terras pretas. Wim Sombroek, com base em um levantamento realizado no estuário do rio Xingú estimou a presença de mais de 10.000 hectares de terras pretas ou aproximadamente 3% da área total. Dirse Kern encontrou áreas relativamente densas de terras pretas próximas a Costa do Atlântico, ao longo do curso d'água na região do Baixo Amazonas, e em Trombetas; assim como Eduardo Neves, Mike Heckenberger e Jim Petersen na confluência da região dos Baixos rios Negro e Solimões. Relatórios provenientes do Marajó, Rondônia, Mato Grosso, Bolívia, Peru, Colômbia, Suriname e Guianas apontam uma ampla distribuição e uma imensa área cumulativa desses solos antropogenicamente enriquecidos.

Apesar da documentada ocupação milenar, esta não foi relativamente antiga em relação à sequência pré-européia, talvez 2500 anos atrás, que é observado o crescente aparecimento de terras pretas amazônicas. E, aproximadamente ao mesmo tempo em diversos lugares da região depósitos de terra preta são formados. Por quê? Pela impossibilidade de observar mudanças climáticas ou até mesmo explicações regionais como massivos eventos vulcânicos, a única fonte de explicação está relacionada com atividades humanas. Fisicamente e quimicamente a resposta é simples, a taxa de deposição de materiais de origem antrópica excede àqueles perdidos por volatilização, lixiviação, e erosão. Nas várzeas amazônicas, onde o processo de intemperismo é 100 vezes maior que na latitude média Européia, esta não é uma proeza pequena. Claramente, assim que se teve o início de formação das terras pretas, a intensidade e duração de habitação atingiram o começo de uma acumulação positiva. A intensidade é aqui traduzida em deposição e materiais por unidade de área uma aproximação para a densidade populacional de uma determinada área) e duração é o comprimento total de materiais que foram depositados.

Evidências fortemente suportam a ideia de que terras pretas são depósitos culturais criados a partir da adição de dejetos ao redor das áreas habitadas e da manipulação de aditivos orgânicos em áreas associadas ao cultivo. O fogo é um componente crucial na formação desses solos por contribuir na forma de carvão e cinza, o que aumenta o pH do solo e suprime a atividade tóxica do alumínio nas raízes das plantas e microbiota do solo. O conseqüente aumento da atividade microbiana adiciona produtos orgânicos decompostos na matriz do solo formando complexos organominerais. Estes, juntamente com bioprodutos incompletos da combustão, fornecem superfícies carregadas que são largamente ausentes nos solos locais e aumentam a capacidade de retenção de nutrientes, permitindo assim a continuidade de um ciclo sinérgico de fertilidade. A imensa capacidade produtiva dessa expansão de solos férteis pode ser traduzida numa escala real de produção? No momento presente, a

resposta é “Sim, mas em grau desconhecido, apesar das implicações em se estimar populações relacionadas com mudanças ambientais. “Por que o equívoco?”. Voltando para os dois exemplos dos antrossolos europeus para ajudar a responder a essa questão. Aqui nós temos duas entidades física e química similares (terra preta e *plaggen*) que sustentam diferente trajetórias de desenvolvimento e uso (sem intenção / sem agricultura e intencional / com agricultura, respectivamente). A interpretação e discriminação de cada uma dessas entidades têm sido possível por estudos em seu contexto relativo e análises associadas ao perfil micromorfológico e de sinais químicos.

Nas Terras Pretas de Índio a situação é ainda mais complexa. Não somente não há úteis registros históricos, mas existe uma sequencia de expressões extremas dessas entidades, por um lado tem-se a “verdadeira” terra preta e por outro a forma conhecida como terra mulata (Sombroek 1966; Woods and McCann 1999). Terra preta é caracterizada por altas concentrações de determinados elementos químicos (e.g. P, Ca, K, Cu, Zn) que estão associados a atividades por habitações humanas, elevadas concentrações de matéria orgânica e *black carbon*, e abundante artefatos culturais, i.e. Características de resíduos (*midden*); enquanto terra mulata não aparenta estar diretamente associada com habitação por apresentar poucos materiais culturais e os elementos indicativos e espaciais são periféricos para a formação de sítios de ocupação. No entanto, contêm níveis elevados de matéria orgânica e *black carbon*.

Wim Sombroek (1966:175) foi o primeiro a sugerir que as *terras mulatas* foram criadas por cultivos de longo prazo e sua posição próximo dos assentamentos pré-Colombianos reforçam esta interpretação (Fig. 2). Períodos de uso diferenciado (habitação, cultivos, agrofloresta, cerimonial, etc.) e períodos de abandono, reocupação e episódios de deflação e acreção no mesmo local dificulta sua interpretação.

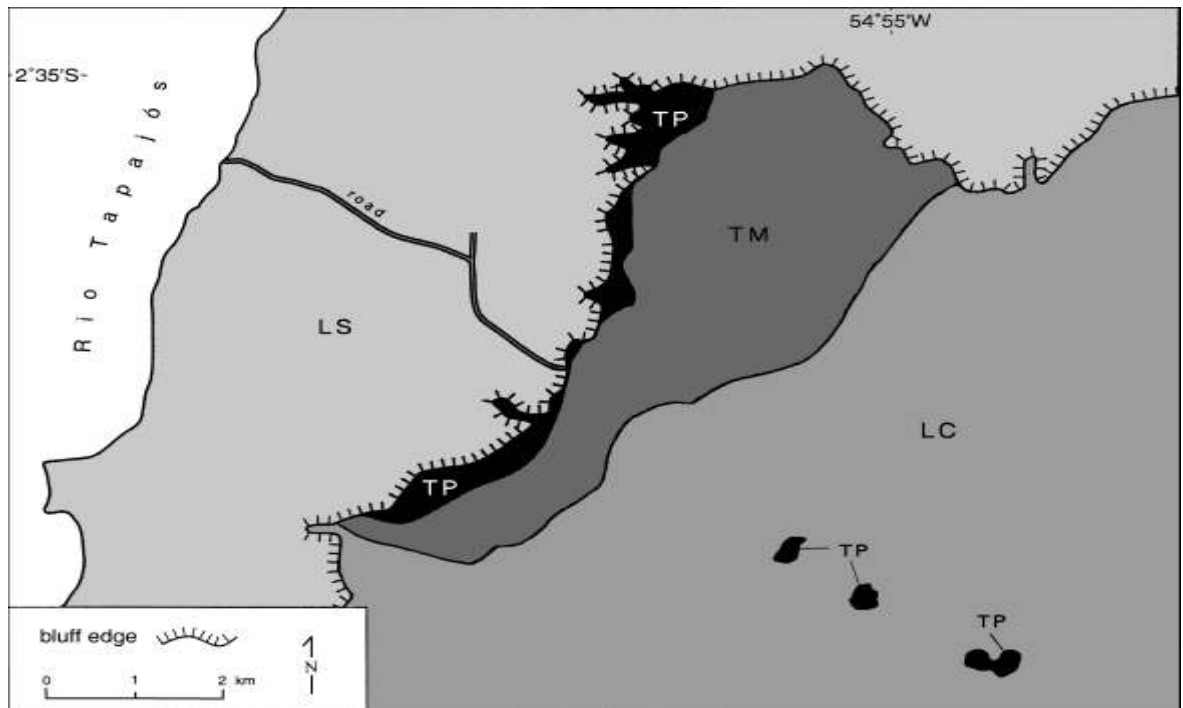


Fig. 2. Mapa mostrando o barranco de Terra Preta, cerca de 200 há, ao longo do Plato de Belterra adjacente ao rio Tapajós, Pará, Brasil. A área de Terra Mulata (cerca de 1.000 ha) mais no interior. Note as pequenas manchas de Terra Preta além da área do barranco. TP Terra Preta; TM Terra Mulata; LS Latossolo textura arenosa (sandy); LC Latossolo argiloso (clayey). (Adaptado de Sombroek, 1966).

Conclusões

Muitas questões ainda não estão totalmente respondidas com relação à origem, distribuição, variação e o uso passado e potencial das Terras Pretas de Índio da Amazônia, dado este contexto a continuação das pesquisas com estes solos é altamente significativo. Este tópico de pesquisa tem recebido atenção no Brasil e isto tem sido reconhecido mundialmente. Atualmente, ao invés de uma simples curiosidade arqueológica, estas áreas são vistas por uma grande variedade de disciplinas como um componente essencial das discussões de processos sustentáveis na Amazônia no passado, no presente e no futuro, e somente através de uma relação integrada e multidisciplinar entre as ciências naturais e humanas nos poderemos compreender os mecanismos envolvidos na modificações destes solos.