

As Propriedades Físicas e Hídricas dos Horizontes Antrópicos das Terras Pretas de Índio na Amazônia Central

Wenceslau Gerales Teixeira
Gilvan Coimbra Martins
Rodrigo Santana Macedo
Afrânio Ferreira Neves Junior
Adônis Moreira
Vinícius de Melo Benites
Christoph Steiner

As Terras Pretas de Índio (TPI), denominadas em inglês de Amazonian Dark Earths constituem áreas que apresentam horizonte A antrópico em diversas classes de solos, estas áreas são encontradas principalmente na Amazônia. Estes horizontes apresentam características específicas tanto na parte química (veja Madari et al., Falcão et al., neste volume) quanto na parte mineralógica (ver Lima et al., Marcondes et al., neste volume). Os horizontes antrópicos das TPI também apresentam características físicas distintas dos horizontes superficiais, comumente o horizonte A incipiente ou moderado, dos solos adjacentes.

Os solos que apresentam os horizontes antrópicos típicos das TPI não têm uma classificação específica no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006). Essas áreas são descritas nos levantamentos como solos que apresentam horizonte A antrópico. Na Amazônia brasileira os horizontes típicos das TPI já foram descritos compondo perfis classificados como Argissolos (Acrisols), Latossolos (Ferralsols) e menos freqüentemente na classe dos Plintossolos (Plinthosols), Neossolos Quartzarênicos (Arenosols) e Espodossolos (Spodosols) (Sombroek, 1966; Smith, 1980; Kampf & Kern, 2005; Teixeira et al., 2005; Teixeira et al., 2006; Macedo et al., 2007; Martins et al., 2007). Nas áreas de várzeas são encontrados os horizontes antrópicos comumente soterrados pela deposição de sedimentos das cheias dos rios, estas áreas com horizontes antrópicos foram classificadas como camadas (horizontes Ab antrópico enterrado) de Gleissolos (Gleisols) (Teixeira et al., 2006).

As cores escuras dos horizontes superficiais ocorrem em razão da elevada concentração de carbono total e elevada concentração de carbono de origem pirogênica (ver Cunha et al, neste volume, Glaser, 2008). Um dos mecanismos mais discutidos na estabilização do carbono das TPI é pelo uso do fogo, que promoveu a conversão de parte da biomassa orgânica em formas recalcitrantes (carvão vegetal black carbon). Estas formas de carbono de origem pirogênica são mais estáveis à degradação e de alto poder pigmentante, adicionalmente podem apresentar uma elevada densidade de cargas negativas, que confere a estes horizontes uma elevada capacidade de troca de cátions (CTC) (Liang et al., 2006). As descrições da maioria dos perfis descritos com a presença de horizontes antrópicos típicos das TPI, na classificação de cores segundo os critérios das Cartas de Cores de Munsell, mostra geralmente predominância de valores (brilho ou tonalidade) e croma (intensidade ou pureza da cor em relação ao cinza) baixos, normalmente ao redor do valor três (Fig. 1). Entretanto há ocorrência de valores e cromas mais altos, provavelmente indicando áreas com menor quantidade de carbono pirogênico, áreas com tempo de habitação ou os campos de agricultura das populações pré-Colombianas, denominados estes, por Sombroek (1965), de Terras Mulatas.

Muitos dos horizontes antrópicos das TPI apresentam também grande quantidade de artefatos cerâmicos arqueológicos (Petersen et al., 2001). A elevada concentração destes artefatos cerâmicos em alguns locais das TPI condicionam características físicas e hídricas específicas nestes locais. Num estudo realizado para verificar o efeito da concentração de fragmentos cerâmicos na disponibilidade de água (Macedo et al., 2008) foi verificado que em solos cujas partículas predominantes na matriz são da fração areia (mais arenosos), uma elevada concentração de fragmentos cerâmicos pode aumentar a

retenção de água em potenciais elevados (menores que pF 3,0). Os poros existentes nas cerâmicas podem ser preenchidos de água nos períodos de chuva e com o secamento do solo esta água por diferença de potencial vai para a matriz do solo.

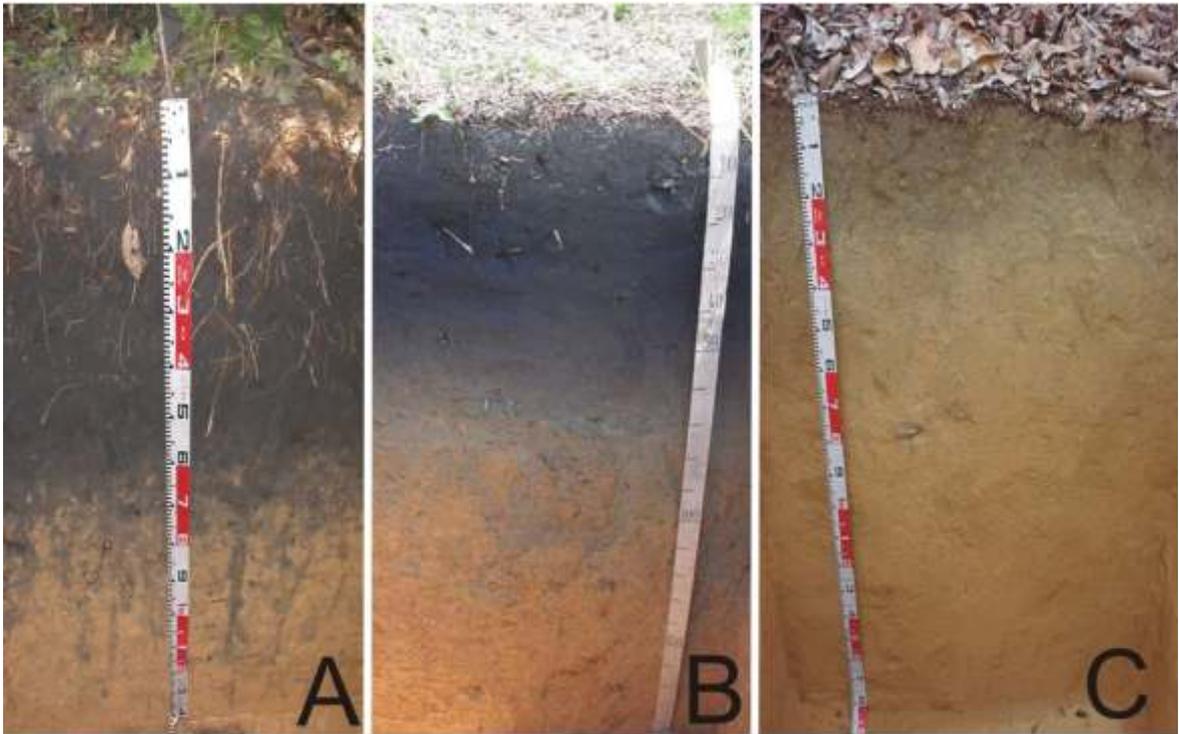


Fig. 1. Fotos de perfis de solo com a presença de horizontes A antrópicos, TPI próxima ao rio Urubu (A) e próxima ao rio Preto da Eva (B), em comparação com o horizontes A incipiente típico dos Latossolos Amarelos (C), classe de solo dominante na Amazônia Central.

As TPI são cultivadas na região por pequenos agricultores, principalmente na forma de agricultura de subsistência, no sistema de agricultura itinerante de corte e queima. A maior diferença no uso da terra nas TPI, em comparação com os Latossolos ou Argissolos adjacentes, refere-se à produtividade de alguns cultivos, como o mamão, milho, melancia, feijão (*Phaseolus vulgaris*) e hortaliças, que são cultivados com produções satisfatórias nestas áreas, com ausência ou um baixo uso de insumos (Fig. 4) o que não ocorre nos solos adjacentes. O tempo de pousio é reduzido nas áreas de TPI, em comparação com as outras classes de solo na Amazônia (German et al., 2003; Junqueira, 2008). O uso de pousio em solos férteis evidencia que esta prática não é necessária apenas devido a uma depleção dos nutrientes disponíveis no solo. As TPI apresentam níveis elevados da maioria dos nutrientes essenciais ao crescimento das plantas, muito superiores aos níveis críticos para a maioria das plantas cultivadas na Amazônia, mesmo após longos períodos de cultivo. O pousio nas TPI é motivado pela dificuldade do controle de plantas invasoras e provavelmente devido a uma degradação da estrutura do solo. A queda da produtividade destas áreas em uso contínuo é denominada pelos agricultores de "áreas com solo cansado". O uso intensivo por mais de 30 anos, com utilização de mecanização tratorizada numa área de TPI, na Estação Experimental do Caldeirão Embrapa Amazônia Ocidental (Fig. 2) mostra a elevada resiliência das áreas de TPI em relação à degradação química e física (Teixeira et al., 2003).



Fig. 2. Cultivos sucessivos em Terra Preta de Índio na Estação Experimental do Caldeirão Embrapa Amazônia Ocidental Manaus AM

Características Físicas e Hídricas das TPI

A Tabela 1 mostra que o horizonte antrópico das TPI, apesar de normalmente apresentar a fração areia em maior percentual que o provável solo original, apresenta grande variação entre os sítios de TPI, apresentando em algumas localidades textura argilosa e mesmo muito argilosa. Esta grande variação da distribuição granulométrica entre os horizontes antrópicos de diferentes locais, torna complexa a comparação de valores e a caracterização das TPI como uma classe de solo.

A predominância da textura mais arenosa, em relação à textura predominante no horizonte original antes da inferência antrópica parece estar relacionada ao uso intenso do fogo e da disponibilidade de material orgânico, estes quando combinados originam partículas organo-minerais bastante estáveis do tamanho da fração areia (Fig. 3). O efeito do fogo no aumento do percentual das frações areias foi estudado por Ulery et al., (1996), Ketterings & Bigham (2000) e Teixeira & Martins (2003). A Figura 2 ilustra a fração areia de uma amostra de TPI, nela se verifica a ocorrência de partículas de carvão e de pequenos agregados. Ressalta-se que esta amostra foi submetida a tratamento com peróxido de hidrogênio, com dispersão mecânica (agitador mecânico de alta velocidade) e dispersão química (hidróxido de sódio). Isto evidencia a baixa eficiência do peróxido de hidrogênio em eliminar resíduos de carvão e a alta resistência destes microagregados (entre 2 e 0,05 mm). A maior dispersão, destruição e remoção das partículas de argila nos horizontes antrópicos das TPI certamente contribui também para o aumento percentual da fração areia.

Um aspecto interessante e ainda pouco pesquisado nas TPI é sua elevada coesão quando seca. Neves Júnior (2008) mostrou que quando do secamento, em alguns horizontes antrópicos, pode ocorrer inicialmente uma limitação do crescimento das raízes pela elevada resistência mecânica a penetração (alta coesão), esta limitação ao crescimento vegetal pode ocorrer antes da limitação por falta de água disponível. Este fenômeno pode estar relacionado com o mito de que “mandioca não se desenvolve bem em solos de terra preta”. A elevada coesão no período de seca certamente trará problemas para o desenvolvimento dos tubérculos e para o arranquio na colheita, entretanto há vários relatos de plantios de mandioca com bom desenvolvimento em TPI e nas denominadas Terras Mulatas (Junqueira, 2008).

Tabela 1. Distribuição de partículas e matéria orgânica dos horizontes superficiais de Terra Preta de Índio na Amazônia Central.

Localização	Solo adjacente	Sistema de uso da Terra	g kg ⁻¹			Carbono orgânico g kg ⁻¹ %	Referência
			Areia	Silte	Argila		
Rod. Cacau Pirera – Manacapuru, km 4	Espodossolo	Campina	960	30	10	7,6	Smith, 1980
Estrada da Ponta Negra km 8 – Manaus	Espodossolo	Campinarana	860	70	70	20,9	Smith, 1980
Lago de Madruba, Itapiranga	Espodossolo	Gramíneas Pastagem	860	30	110	4,5	Smith, 1980
Rio Tarumã, Manaus	Argissolo	Pastagem	830	50	120	11,1	Smith, 1980
Lago da Valeria, Parintins	Argissolo	Capoeira	750	109	141	28,7	Teixeira et al. 1980
Rod. Cacau Pirera – Manacapuru, km 4	Argissolo	Campinarana	800	50	150	12,5	Smith, 1980
Açutuba, Iranduba	Argissolo	Área cultivada	773	71	156	26,2	Teixeira e Martins, 2003
Tapurucuara, Rio Negro	Argissolo	Gramíneas	650	190	160	27,0	Smith, 1980
Fazenda Jiquitaia, Rio Preto da Eva	Argissolo	Cultivado	751	64	185	9,9	Teixeira et al., 1980
Itacoatiara, Rio Amazonas	Latossolo	Gramíneas	400	350	250	16,5	Smith, 1980
Costa do Laranjal, Manacapuru	Latossolo	Quintal	570	144	286	37,0	Teixeira e Martins, 2003
Açutuba, Manacapuru	Argissolo	Capoeira	528	124	348	9,3	Teixeira e Martins, 2003
Lago do Batista, Itacoatiara	Latossolo	Cacau	100	550	350	25,0	Teixeira e Martins, 2003
Ramal da Terra Preta - Manacapuru - AM	Latossolo	Olerícolas	480	150	370	23,3	Silva et al. 1970
Costa do Laranjal, Manacapuru	Argissolo	Capoeira	484	77	439	23,0	Teixeira e Martins, 2003
Manaus, Ponta das Lajes	Latossolo	Capoeira	190	360	450	47,0	Teixeira e Martins, 2003
Lago da Terra Preta, Itacoatiara	Latossolo	Milharal	80	440	480	35,0	Smith, 1980
Terra Nova, Itapiranga	Latossolo	Capoeira	220	300	480	31,1	Smith, 1980



Fig. 3. Detalhe da fração areia de uma amostra de Terra Preta de Índio, mostrando fragmentos de carvão e microagregados.

Densidade do solo

As TPIs apresentam valores de densidade do solo melhor correlacionada com a distribuição granulométrica das partículas do que com os teores de matéria orgânica. Horizontes antrópicos como os das TPIs localizadas as margens do rio Tapajós e na localidade da Costa do Açutuba no Município de Iranduba apresentam elevados valores de densidade valores maiores que 1300 1400 Mg m⁻³. Valores de densidade nesta faixa são indicativos de compactação para os Latossolos Amarelos textura argilosa e muito argilosa da Amazônia Central. A grande variação de ocorrências de horizontes antrópicos desenvolvidos em diferentes materiais de origem limita a comparação de valores e a caracterização das TPI como uma classe de solo. A amostragem dos horizontes antrópicos das TPI devido à elevada presença de fragmentos cerâmicos dificulta e enviesada os resultados de densidade do solo, coletados tanto por cilindros como por torrão, pois o solo numa escala maior apresenta cerâmicas com densidade menor que a matriz do solo.

Retenção de Umidade no Solo

O conteúdo de água no solo (θ), a temperatura (T), a porosidade de aeração (PA) e a resistência do solo à penetração de raízes (RP) são os fatores que afetam diretamente o crescimento de plantas (Letey, 1985). Embora todos os fatores mereçam igual atenção, a água é a variável mais intensamente estudada. A variação da umidade pode reduzir o crescimento de plantas, através da redução da PA (excesso de água) ou por valores elevados de RP (escassez de água). Além dos efeitos na PA e na RP, a variação no θ pode afetar a temperatura do solo. Em condições de umidade adequada, a temperatura do solo tende a oscilar pouco. Ao contrário do que acontece em solos com deficiência de água, onde a temperatura pode atingir valores críticos ao desenvolvimento de raízes e à germinação de plantas.

O θ adequado para o crescimento de plantas varia de acordo com a espécie, estágio de crescimento e desenvolvimento da planta. O solo tem uma capacidade limitada para armazenar água e apenas uma parte de toda água armazenada está disponível às plantas. A disponibilidade de água às plantas está

diretamente relacionada ao estado de energia da água no solo, conhecida como energia potencial ou potencial (ψ). O ψ é quem determina o movimento da água no solo. Através do conhecimento do ψ em diferentes localidades do solo, pode-se determinar o movimento da água pela diferença entre os mesmos. A relação entre θ e o ψ é conhecida como curva de retenção da água no solo (CRA). A CRA é utilizada como indicador direto e indireto do comportamento de outras propriedades do solo, tais como a drenagem, aeração, infiltração, padrão do sistema radicular, distribuição do tamanho de poros e índices de qualidade física do solo.

Classificação da Água no Solo

A água no solo pode ser classificada como gravitacional, capilar e higroscópica. Após um evento chuvoso ou irrigação prolongada, a água que infiltrou pode preencher todo o espaço poroso do solo, fazendo com que o solo atinja a condição de saturação (θ_s , 0 kPa). Com o solo saturado, e havendo condições adequadas de drenagem, a água presente nos macroporos (poros > 0.03 mm) drena livremente até um ponto em que as forças de adesão (água x partículas do solo) voltem a atuar. Ao cessar o fluxo gravitacional, o solo possui um novo θ , correspondente à capacidade de campo (θ_{cc} 10 kPa). O θ entre a saturação e θ_{cc} corresponde à água gravitacional, esse θ não está disponível às plantas, pois é drenado rapidamente, não havendo tempo de ser absorvido pelas plantas. Na θ_{cc} a PA geralmente é adequada para os microrganismos aeróbios e para o crescimento da maioria das plantas.

O θ retido na θ_{cc} pode deixar o solo através da evaporação ou absorvido pelas plantas. Dessa forma, o θ pode ser reduzido a pequenos filmes de água com elevado estado de energia potencial e com elevada força de adesão da água com as superfícies sólidas. Nesse estado, as plantas não conseguem absorver a água na mesma velocidade que ocorrem as perdas por transpiração. Como consequência da perda excessiva de água, as plantas murcham durante o dia para conservar água. Se as plantas não retornarem ao seu estado normal (turgescência) quando as condições de umidade no solo forem adequadas (atmosfera saturada), então as plantas atingiram o ponto de murcha permanente (θ_{pmp} 1500 kPa). O θ retido entre a θ_{cc} e θ_{pmp} é conhecido como água disponível (AD). Após o θ_{pmp} , a água remanescente no solo, não disponível às plantas, é retida firmemente às partículas do solo. Nesse estado, teoricamente, a água encontra-se em filmes de aproximadamente 4 a 5 moléculas de espessura que se movem apenas na fase de vapor. O θ neste ponto é conhecido como coeficiente higroscópico.

O θ na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e a quantidade de água disponível varia entre solos, principalmente devido à composição granulométrica, mineralogia, teor de matéria orgânica e estrutura do solo. O conceito de água disponível é bastante utilizado no manejo de solos. Entretanto, o crescimento de plantas pode ser restringido pela RP e PA, mesmo que o solo esteja dentro da faixa de disponibilidade de água ($\theta_{cc} - \theta_{pmp}$). Nesse contexto, o manejo do solo deve levar em consideração os fatores que afetam diretamente o crescimento das plantas, utilizando índices que integrem tais fatores. O Intervalo Hídrico Ótimo (IHO), proposto por Silva et al. (1994), é um índice de qualidade física do solo que integra em uma única variável os fatores que afetam diretamente o crescimento de plantas. Neves Junior, 2008, estudou este intervalo para duas áreas com horizontes antrópicos.

A retenção de água nos Horizontes Antrópicos (Terra Preta de Índio - TPI)

Nos horizontes antrópicos de uma TPI foram encontrados teores do θ_{cc} mais elevados quando comparados aos teores obtidos nos solos adjacentes (Neves Junior, 2008; Neves Junior et al. 2008). Os valores médios encontrados nas TPI foram $0,36 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na TPI Latossolo e $0,31 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na TPI Argissolo, enquanto que os valores médios encontrados nos solos adjacentes foram $0,28 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ no Latossolo e $0,21 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ no Argissolo. O conteúdo de argila variou entre 170 e 240 g kg^{-1} nos solos adjacentes e entre

240 e 390 g kg⁻¹ nas TPI. A drenagem da água neste ponto da CRA está relacionada à porosidade estrutural do solo, sem grande contribuição da composição mineralógica. Assim, a retenção de água depende principalmente do efeito da capilaridade e da distribuição do tamanho de poros, afetados pela estrutura do solo (Hillel, 1998). Marques et al., (2004) encontrou teores de $\theta_{cc} = 0,42 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em um Latossolo de textura argilosa (590 g kg⁻¹). O efeito da maior retenção de água nos horizontes antrópicos é comparável apenas em solos de composição granulométrica semelhante, em caso de solos com maiores teores o efeito parece ser mais efetivo na retenção de água, provavelmente grande parte indisponível para plantas (água adsorvida ou higroscópica nas partículas de argila).

A retenção de umidade nos horizontes antrópicos TPI também é mais bem relacionada com a faixa granulométrica predominante do que com a presença de elevados teores de carbono. A Tabela 2 mostra a retenção de água de amostras de uma TPI localizada na Estação Experimental da Embrapa - Caldeirão (Iranduba - AM). A maior retenção de água é verificada nos horizontes mais profundos abaixo dos horizontes antrópicos, caracterizados na Tabela 2 com A_{p1} e A_{p2}. O aumento da retenção de água é causado principalmente pelo aumento dos teores de argila em profundidade superando o aumento da retenção proporcionada pelos maiores teores de carbono na superfície.

Tabela 2. Retenção de água em amostras em diferentes horizontes de solo num perfil de Terra Preta de Índio da Estação Experimental do Caldeirão (Iranduba- AM).

Horizonte - Espessura cm	Tensão em pF (log ₁₀ cm H ₂ O)					
	pF 0	pF 1	pF 1.5	pF 1.8	pF 2.5	pF 3
Ap1 - 0 - 29	0,44	0,41	0,37	0,33	0,21	0,20
Ap2 - 29 - 50	0,42	0,37	0,30	0,26	0,19	0,18
AB - 50 - 75	0,46	0,40	0,33	0,29	0,24	0,23
BA - 75 - 100	0,47	0,41	0,37	0,34	0,30	0,30
Bt - 100 - 150+	0,48	0,43	0,40	0,38	0,33	0,32

pF = unidade de pressão equivalente ao logaritmo da tensão em centímetros de coluna de água.

Ap horizontes antrópicos.

As TPI exibiram teores mais elevados do θ_{pmp} (Neves Junior, 2008; Neves Junior et al., 2008). Os valores médios θ_{pmp} nas TPI foram $0,23 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, sendo no horizonte TPI do Latossolo e $0,17 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e no horizonte TPI do Argissolo enquanto os valores médios encontrados nos solos adjacentes foram $0,16 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ no Latossolo e $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ no Argissolo. A retenção de água nesse ponto da curva de retenção depende da composição granulométrica, mineralogia e das propriedades da matéria orgânica do solo (Hillel, 1998). Os teores elevados do θ_{pmp} refletem a contribuição da matéria orgânica na retenção de água, devido ao aumento da área superficial das partículas de solo envolvidas pela matéria orgânica. Assim, com a elevação do θ_{pmp} diminui a AD, tornando-a muito próxima aos teores de AD encontrados nos solos adjacentes.

As propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, encontradas hoje em dia nas TPI devem-se à combinação da pedogênese com a atividade antrópica. Os dados das propriedades do solo encontradas nas TPI geralmente são comparados aos valores encontrados nos solos adjacentes, dessa forma, os solos adjacentes desempenham um papel de testemunha (referência) nos estudos. Nesse contexto, deve-se ressaltar que grande parte dos solos adjacentes pertence à classe dos Latossolos e Argissolos, uma vez que a maioria das TPI da Amazônia são Latossolos, Argissolos e Cambissolos com horizonte A antrópico (Lima et al., 2002). Assim, do ponto de vista da fertilidade química, as TPI apresentam um grande aporte nutricional e potencial produtivo quando comparadas aos solos adjacentes, que em sua grande maioria são solos de baixa fertilidade natural e acidez elevada (Vieira, 1975; Sanchez e Cochrane, 1980).

Em relação às propriedades físicas do solo, as TPI nem sempre exibem propriedades superiores às encontradas nos solos adjacentes, uma vez que os solos adjacentes (Latosolos e Argissolos), na sua grande maioria, exibem condições físicas adequadas para o crescimento de plantas.

Estabilidade de Agregados

A análise dos agregados de solo estáveis em água é obtida por tamisamento úmido, em um dispositivo vertical onde um conjunto de peneiras de diferentes malhas oscila dentro de recipiente com água (Kemper & Rosenau, 1986). Para comparação da estabilidade de agregados coletados em diferentes sistemas de uso ou locais é calculado o diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) e a porcentagem de agregados maiores que 2 mm.

A Tabela 3 mostra a estabilidade de agregados coletados em diferentes horizontes antrópicos e seu respectivo teor de carbono. Os dados não mostram uma relação clara entre o aumento do teor de carbono e a estabilidade de agregados nos horizontes antrópicos das TPI.

Tabela 3. Diâmetro médio geométrico dos agregados de solo estáveis em água e teores de carbono de amostras de horizonte antrópicos (Terras Pretas de Índio) do Estado do Amazonas Brasil.

Localidade Uso atual	DMG (mm) Média ± desvio padrão	C (g kg ⁻¹)
Irاندuba – Culturas anuais	0,47 ± 0,11	20,94
Rio Preto da Eva - Capoeira	0,91 ± 0,16	26,33
Rio Preto da Eva - Quintal	1,14 ± 0,25	32,40
Rio Preto da Eva - Capoeira	1,30 ± 0,40	12,22
Rio Preto da Eva - Mandioccal	1,35 ± 0,96	39,08
Parintins (Caburi) - Capoeira	1,36 ± 0,83	59,86
Itapiranga – Quintal	1,70 ± 0,65	28,90
Rio Preto da Eva – Quintal	1,72 ± 0,88	28,56
Urucurituba - Bananal	2,00 ± 0,53	79,16
Itapiranga – Capoeira	2,00 ± 0,97	16,44
Rio Preto da Eva (Rio Urubu) – Pastagem	2,53 ± 0,61	42,22
Itapiranga – Plantio de tomate	2,70 ± 0,97	70,30
Parintins - Pastagem	2,89 ± 0,49	42,13
Itapiranga - Palmeiras	3,22 ± 0,73	57,36
Itapiranga – Abacaxizal	3,38 ± 0,35	42,46
Irاندuba (Costa do Açutuba) – Limão	4,81 ± 0,19	10,81
Irاندuba (Costa do Açutuba) - Mamoal	5,17 ± 0,32	9,66
Irاندuba (Costa do Açutuba) - Bananal	5,39 ± 0,11	24,43
Irاندuba (Costa do Açutuba) – Capoeira	5,57 ± 0,03	32,99

A Tabela 4 mostra o resultado da avaliação da estabilidade de agregados em água, em amostras coletadas nos horizontes antrópicos de uma TPI submetida a cultivos anuais intensivos em comparação com uma área de TPI em pousio (Estação Experimental do Caldeirão Irاندuba - AM). Esta área abrange uma área aproximada de dezessete hectares de TPI, estando atualmente um terço desta área sob pousio, coberta por uma capoeira de aproximadamente 20 anos, sendo o restante utilizado como campo de multiplicação de sementes há mais de 30 anos. O preparo do solo é realizado anualmente com rotavator. Esta área foi classificada como Argissolo Amarelo Tb Eutrófico (Embrapa, 1991). Nesta área há locais onde a coloração do solo e o os teores de carbono orgânico e fósforo trocável (Extrator Melich I) são menores, neste estudo foi denominada de Terra Mulata (TM), ambas têm a mesma utilização agrícola. Amostras de solo indeformadas para análises de agregados foram coletadas na profundidade de 0 - 20 cm, nas áreas de TPI sob capoeira, na TPI cultivada e na Terra Mulata cultivada (TM).

Tabela 4. Média e desvio padrão do Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e da porcentagem de agregados retidos na peneira de 2 mm em amostras de horizontes antrópicos (Terra Preta de Índio e Terra Mulata) da Estação Experimental do Caldeirão, Iranduba - AM, sob diferentes usos da terra.

	DMG (mm)	(%) agregados > 2mm
Terra Preta – Capoeira	1,3 +0,40 a	59,9 + 9,1 a
Terra Preta – Cultivos anuais	0,5 + 0,14 b	15,1 + 10,5 b
Terra Mulata – Cultivos anuais	0,4 + 0,11 b	10,0 + 9,1 b

Médias seguidas da mesma letra, dentro das colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 4 mostra que o DMG nas áreas cultivadas foi significativamente menor que na área sob pousio, provavelmente por terem sido pulverizados pelos implementos agrícolas no preparo do terreno. O atributo porcentagem de agregados maiores que dois milímetros também mostra a mesma tendência do DMG. As áreas cultivadas de TPI e TM não apresentam diferenças entre si. Em uma comparação dos valores do DMG de amostras de solos de diferentes sistemas de uso da Terra na Amazônia feito por Teixeira & Martins (2003) evidenciou o reduzido DMG da área de TPI. O reduzido tamanho dos agregados na TPI pode ser uma consequência do uso intensivo do fogo, de forma intencional ou não como uma prática de manejo do solo pelas populações pré-colombianas. O intenso uso do fogo nas TPI é evidenciado pela elevada presença de carvão vegetal (Sombroek, 1966; Silva et al., 1970) e carbono pirogênico (Glaser, 1999). A tendência de redução dos agregados pelo uso do fogo é corroborada quando se verifica os menores valores do DMG nas áreas recentemente queimadas em Latossolo Amarelo em relação às áreas não queimada - Tabela 5 - (Teixeira & Martins, 2003).

Ressalta-se que apesar dos menores valores de DMG nas áreas cultivadas de TPI e TM em relação à área sob pousio, que pode ser interpretada como uma deterioração da qualidade física do solo, esta áreas ainda se mantém mais produtivas que os Latossolos e Argissolos adjacentes, mesmo que nestes os cultivos não sejam feitos de forma contínua. É provável que solos de outras classes ocorrentes na Amazônia se submetidos a uso tão intensivo, quanto esta área de TPI, estariam totalmente improdutivos e degradados. A elevada fertilidade e a sustentabilidade desses solos, quando cultivados, incitam esforços para a compreensão da sua gênese e os mecanismos da sua estabilidade que apresentam grande resiliência mantendo suas boas qualidades químicas (elevada fertilidade e elevados estoques de carbono) e físicas mesmo com o uso intensivo. A possibilidade de entender os mecanismos de gênese e replicar estas áreas poderá aumentar o tempo de uso das terras e reduzir a pressão de desmatamento sobre áreas de vegetação primária. Uma vez conhecidos os processos e mecanismos de formação das TPI, esses podem ser utilizados na recuperação de solos degradados, reincorporando áreas abandonadas ao processo produtivo. Além disso, dado que os estoques de carbono nas TPI são significativamente mais elevados que nos solos adjacentes, o conhecimento dos mecanismos que levaram ao aumento dos teores de carbono no solo poderá ter como consequência a introdução de práticas de manejo que reduzam a emissão e promovam o aumento do seqüestro de carbono, contribuindo, assim, para a redução do carbono na atmosfera.