

concentração de agregados estáveis em água ocorreu na classe de diâmetro > 2 mm seguindo a seqüência: SAF (17,82 g) $>$ Capoeira (16,08 g) $>$ Pastagem (14,47) $>$ Floresta (14,30 g).

Esses resultados demonstram a capacidade desses sistemas em promover estruturação do solo, ocasionando aumento no COS. As variações nos teores de COS (Tabela 1) foram próximas a agregação do solo (Figura 17), Capoeira (5,45%) $>$ SAF (5,42%) $>$ Pastagem (4,55%) $>$ Floresta (3,38%). Aumento na agregação concomitantemente com aumentos no COS foi observado em sistemas de cobertura de solo conservacionistas (Paustian et al., 2000; Six et al., 2000), enquanto que a utilização de solo que induzem a perdas do enriquecimento de carbono nos macroagregados e um ganho de carbono nos microagregados.

Mutuo et al., (2005) demonstram que a conversão de Floresta – SAF reduz perdas de carbono no solo e promove agregação do solo, estruturando o solo de áreas degradadas, confirmando os resultados encontrados neste estudo (Figura 12 e Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os agregados da floresta e pastagem (Figura 1), em decorrência da grande incidência de raízes finas presentes nas camadas de 0-10 cm.

O diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados variou de 2,19 a 3,75 mm no solo (Figura 13). O DMG seguiu a mesma tendência dos agregados retidos, sendo: SAF (3,83 mm) $>$ Capoeira (3,75 mm) $>$ Floresta (3,20 mm) $>$ Pastagem (2,19 mm). A maior eficiência na agregação nesses solos pode estar relacionado com a maior densidade das raízes, potencializando uma proteção física e o acúmulo de matéria orgânica no solo (Foster, 1994).

Estudos demonstram que a redução do carbono orgânico pode estar relacionado à redução da estabilidade de agregados (Pinheiro et al., 2004), favorecendo a erosão e empobrecimento do solo em nutrientes.

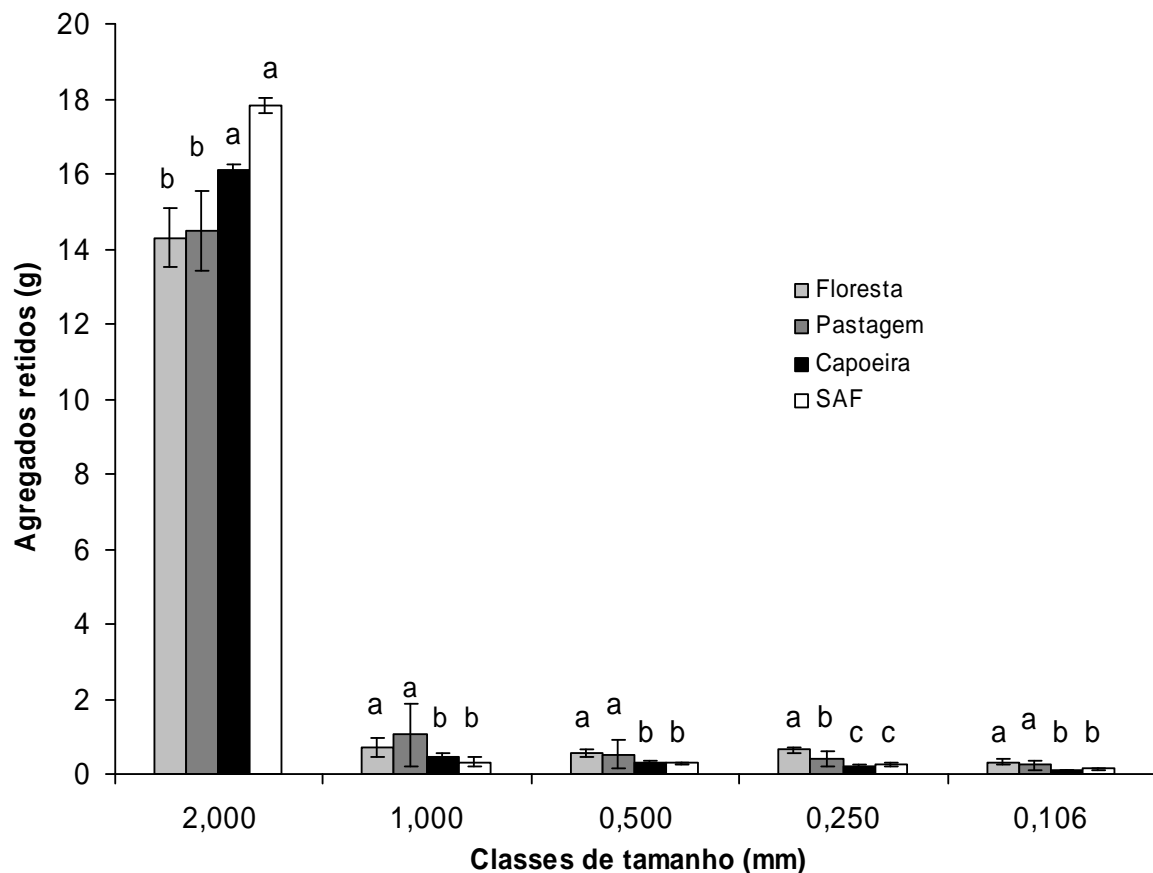


Figura 12. Valores médios geométricos das massas de agregados retidos em diferentes classes de tamanho. A letra compara os diferentes ambientes dentro de cada intervalo de classe ($p < 0,05$); teste Tukey HSD 5%.

Mudanças ocorridas na estabilidade de agregados são refletidas em agregados de 0,5 a 2,0 mm. As maiores quantidades de agregados nas classes 2,0 mm encontrados nos ambientes indicam maior agregação do solo, principalmente em agregados de tamanhos maiores.

Os macroagregados, representados pela classe de diâmetro 2,0 mm, são agregados sensíveis a mudanças quanto a prática de uso e cultivo do solo, enquanto que os agregados compreendidos entre as classes 1,0 a 0,106 mm são menos sensíveis a práticas de uso (Puget et al., 2000).

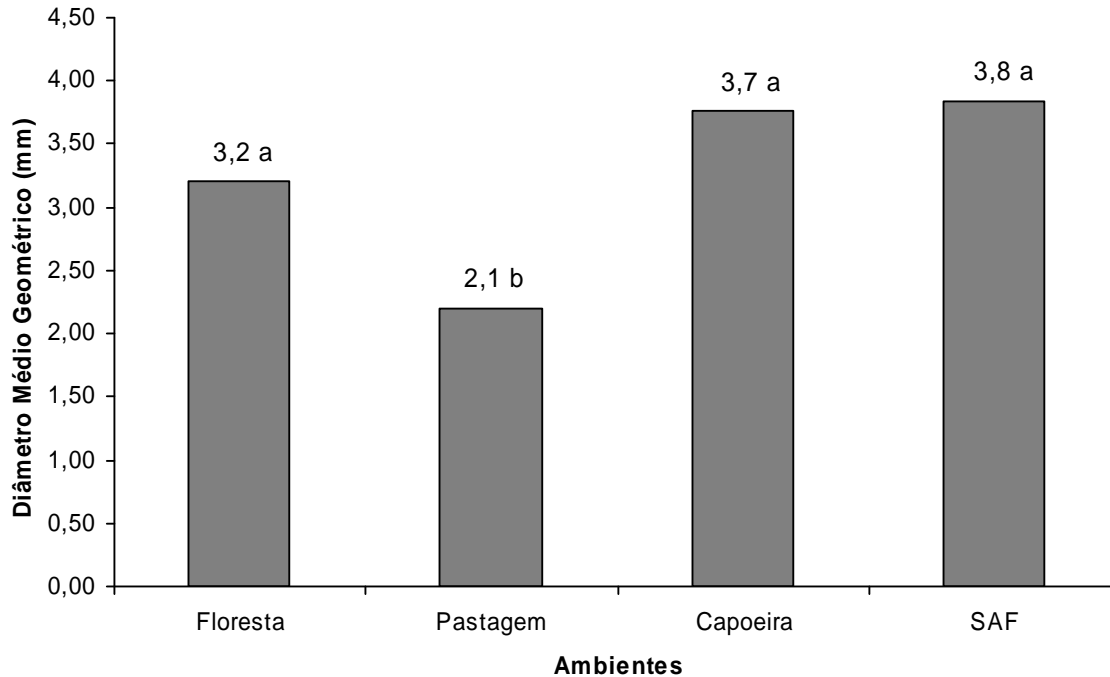


Figura 13. Diâmetro médio dos agregados nos diferentes ambientes ($p < 0,05$); teste Tuckey HSD 5%.

O SAF e Capoeira são ambientes que apresentam as maiores taxas de agregados grandes (2,0 mm) e os solos da floresta e pastagem apresentam os maiores agregados na faixa de 0,106 mm. A rápida incorporação da liteira e a diversidade das plantas que compõem os SAF e Capoeira permitem estruturar de forma mais eficiente as camadas superficiais do solo, protegendo o COS. O tipo e uso do solo são fatores importantes no controle do estoque de matéria orgânica no solo, interferindo na quantidade e qualidade da entrada da liteira, a taxa de decomposição da liteira e os processos de estabilização da matéria orgânica no solo (Shepherd et al., 2001).

Tabela 1. Valores totais de densidade, carbono orgânico, nitrogênio, relações C/N, densidade do solo, teor de argila, estoques de carbono e estoque de nitrogênio em diversas profundidades em diferentes sistemas de uso da terra (SUT): Floresta, Pastagem, Capoeira e SAF, na Amazônia Central.

Área	Prof. (cm)	COT	NiT	C:N	ρ	Argila	AG	AF	Silte	EC	EN
		-----%-----			---g cm ⁻³ ---	-----%-----			-----Mg ha ⁻¹ -----		
Floresta	0-5	3,38 a ± 0,8	0,31 a ± 0,0	11,60 a ± 3,5	1,04 a ± 0,1	68,65 a ± 0,4	19,47 a ± 0,2	4,29 a ± 0,3	7,41 a ± 0,4	17,56 a ± 4,0	1,61 a ± 0,5
	5-10	2,72 a ± 0,0	0,26 a ± 0,1	11,59 a ± 4,0	1,07 a ± 0,1	70,32 a ± 0,9	18,47 a ± 0,1	4,39 a ± 0,3	6,41 b ± 0,3	14,56 a ± 0,6	1,41 a ± 0,6
	10-20	1,77 ab ± 0,2	0,14 b ± 0,0	12,84 a ± 0,2	1,11 a ± 0,2	79,40 b ± 1,2	11,84 c ± 0,1	4,48 a ± 0,2	4,72 c ± 0,3	19,73 a ± 2,6	1,53 a ± 0,1
	20-40	1,04 b ± 0,0	0,09 c ± 0,0	12,14 a ± 0,4	1,18 a ± 0,1	82,80 b ± 0,2	11,64 c ± 0,1	3,48 b ± 0,2	2,72 e ± 0,3	24,61 a ± 1,6	2,03 b ± 0,0
	40-60	0,76 c ± 0,0	0,06 c ± 0,0	11,94 a ± 0,3	1,18 a ± 0,1	81,14 b ± 0,1	14,02 b ± 0,4	3,28 b ± 0,1	1,72 e ± 0,3	17,77 ab ± 1,4	1,49 a ± 0,1
	60-80	0,56 c ± 0,0	0,05 c ± 0,0	11,21 a ± 0,3	1,22 bc ± 0,2	80,27 b ± 0,0	15,02 b ± 0,3	3,38 b ± 0,1	1,70 e ± 0,2	13,80 ab ± 0,6	1,23 a ± 0,0
	80-100	0,46 c ± 0,0	0,04 c ± 0,0	10,95 a ± 0,2	1,26 c ± 0,3	85,92 b ± 0,7	9,92 d ± 0,2	2,99 c ± 0,1	1,55 f ± 0,2	11,71 b ± 0,9	1,07 c ± 0,1
	100-160	0,36 c ± 0,0	0,03 c ± 0,0	13,65 a ± 1,6	1,23 c ± 0,1	86,32 b ± 0,3	9,17 d ± 0,5	2,73 c ± 0,1	3,81 c ± 0,2	26,93 a ± 1,9	2,00 b ± 0,3
	160-200 ⁺	0,27 c ± 0,0	0,02 c ± 0,0	14,51 a ± 2,0	1,24 c ± 0,1	86,85 b ± 0,5	7,89 e ± 0,4	2,54 c ± 0,1	3,25 d ± 0,1	13,65 ab ± 1,1	0,95 c ± 0,0
Pastagem	0-5	4,55 a ± 0,4	0,29 a ± 0,0	15,45 a ± 0,6	1,10 a ± 0,0	78,45 b ± 0,4	10,65 a ± 0,5	2,54 a ± 0,2	7,63 a ± 0,3	25,01 b ± 2,5	1,61 b ± 0,1
	5-10	2,94 b ± 0,5	0,21 a ± 0,0	13,78 a ± 1,0	1,00 a ± 0,0	81,59 b ± 0,8	9,89 a ± 0,3	2,00 a ± 0,2	6,52 ab ± 0,2	15,69 c ± 2,5	1,12 c ± 0,1
	10-20	1,86 c ± 0,1	0,15 b ± 0,0	11,79 a ± 0,7	1,18 a ± 0,0	89,50 a ± 1,6	3,86 b ± 0,2	2,12 ab ± 0,1	4,52 bc ± 0,2	22,04 b ± 1,9	1,90 ab ± 0,3
	20-40	1,06 c ± 0,0	0,09 c ± 0,0	11,34 a ± 0,4	1,15 a ± 0,0	90,60 a ± 0,6	2,40 c ± 0,2	1,98 b ± 0,1	5,02 b ± 0,2	24,58 b ± 1,7	2,17 a ± 0,1
	40-60	0,69 d ± 0,0	0,06 c ± 0,0	10,68 a ± 0,5	1,12 a ± 0,0	91,36 a ± 0,2	2,40 c ± 0,3	1,22 c ± 0,1	5,02 b ± 0,2	15,80 c ± 1,6	1,48 bc ± 0,1
	60-80	0,56 d ± 0,1	0,05 c ± 0,0	10,58 a ± 0,4	1,23 a ± 0,1	91,36 a ± 0,1	4,29 b ± 0,2	1,14 c ± 0,1	3,58 d ± 0,1	13,98 d ± 1,1	1,31 c ± 0,0
	80-100	0,46 d ± 0,0	0,04 c ± 0,0	9,76 a ± 0,9	1,18 a ± 0,0	91,6 a ± 0,1	4,13 b ± 0,1	1,21 c ± 0,1	3,06 d ± 0,1	10,93 d ± 1,0	1,12 c ± 0,0
	100-160	0,42 d ± 0,0	0,04 c ± 0,0	10,56 a ± 0,8	1,20 a ± 0,0	91,74 a ± 0,1	3,96 b ± 0,1	0,96 d ± 0,2	3,38 d ± 0,1	30,59 a ± 2,0	2,94 a ± 0,3
	160-200 ⁺	0,38 d ± 0,0	0,03 c ± 0,0	11,24 a ± 1,5	1,21 a ± 0,0	92,15 a ± 0,2	3,50 b ± 0,1	0,96 d ± 0,1	3,38 d ± 0,1	18,37 c ± 3,5	1,76 b ± 0,5
Capoeira	0-5	5,45 a ± 0,7	0,33 a ± 0,0	16,43 a ± 0,9	1,06 b ± 0,0	76,11 b ± 2,2	10,12 a ± 0,4	2,09 a ± 0,3	8,65 a ± 0,4	29,05 a ± 4,1	1,76 b ± 0,2
	5-10	3,16 b ± 1,0	0,21 a ± 0,0	14,29 b ± 1,8	1,13 b ± 0,0	78,98 b ± 3,3	9,13 a ± 0,3	2,08 a ± 0,2	5,22 b ± 0,3	17,95 c ± 5,7	1,22 c ± 0,2
	10-20	1,78 c ± 0,1	0,14 b ± 0,0	12,41 c ± 0,4	1,16 b ± 0,0	82,69 b ± 3,0	6,16 b ± 0,2	1,79 b ± 0,2	5,26 b ± 0,1	20,75 c ± 1,6	1,66 b ± 0,0
	20-40	1,16 c ± 0,3	0,09 c ± 0,0	11,90 c ± 0,6	1,16 b ± 0,0	85,49 a ± 3,63	5,16 b ± 0,2	2,79 a ± 0,1	5,15 b ± 0,1	27,24 b ± 7,9	2,20 a ± 0,6
	40-60	0,94 cd ± 0,4	0,07 c ± 0,0	11,76 c ± 0,6	1,18 b ± 0,0	86,24 a ± 3,6	5,89 b ± 0,1	1,70 b ± 0,1	5,23 b ± 0,1	22,39 c ± 10,7	1,80 b ± 0,7
	60-80	0,63 d ± 0,1	0,05 c ± 0,0	11,14 c ± 0,5	1,23 ab ± 0,0	88,23 a ± 1,2	6,44 b ± 0,1	1,20 d ± 0,1	2,40 d ± 0,1	15,69 d ± 3,5	1,40 c ± 0,2
	80-100	0,51 d ± 0,0	0,04 c ± 0,0	11,68 c ± 1,3	1,24 ab ± 0,0	88,51 a ± 0,7	5,04 b ± 0,1	1,43 c ± 0,1	2,83 d ± 0,1	12,75 d ± 2,1	1,00 d ± 0,1
	100-160	0,40 e ± 0,0	0,03 c ± 0,0	12,84 c ± 1,6	1,28 ab ± 0,0	89,39 a ± 0,9	4,51 c ± 0,1	1,30 c ± 0,1	3,71 c ± 0,1	30,76 a ± 2,6	2,40 a ± 0,4
	100-160 ⁺	0,35 e ± 0,0	0,02 c ± 0,0	14,80 b ± 4,4	1,31 a ± 0,0	89,91 a ± 0,9	3,91 c ± 0,1	1,73 b ± 0,1	2,81 d ± 0,1	18,32 c ± 3,0	1,30 c ± 0,4

Continuação Tabela 1.

Área	Prof. (cm)	COT -----%-----	NiT	C:N	ρ ---g.cm ⁻³ ---	Argila -----%-----	AG	AF	Silte	EC -----Mgha ⁻¹ -----	EN
SAF	0-5	5,42 a± 1,2	0,30 a± 0,0	17,53 a± 2,2	1,15 c± 0,0	72,54 d± 7,5	14,73 a± 0,1	2,53 a± 0,2	10,20 a± 0,3	31,24 a± 6,6	1,73 a± 0,1
	5-10	2,79 b± 0,3	0,19 b± 0,0	14,31 bc± 0,8	1,21 b± 0,0	75,70 d± 2,1	13,53 a± 0,1	2,60 a± 0,3	8,10 b± 0,2	16,96 c± 2,0	1,17 c± 0,1
	10-20	1,72 c± 0,1	0,13 c± 0,0	13,04 bc± 0,7	1,26 ab± 0,0	86,51 c± 2,8	6,20 b± 0,1	1,81 b± 0,2	4,99 c± 0,2	21,87 b± 1,6	1,70 a± 0,1
	20-40	1,13 c± 0,0	0,0 d± 0,0	12,58 bc± 0,5	1,27 ab± 0,0	87,76 b± 0,5	6,82 b± 0,1	1,26 c± 0,3	4,89 c± 0,2	28,88 a± 1,6	2,29 a± 0,1
	40-60	0,82 d± 0,0	0,0 d± 0,0	12,36 bc± 0,9	1,28 ab± 0,0	87,22 b± 0,6	6,41 b± 0,1	1,51 b± 0,1	5,09 c± 0,2	21,20 b± 1,1	1,72 a± 0,1
	60-80	0,67 e± 0,0	0,0 d± 0,0	12,70 bc± 1,1	1,31 a± 0,0	88,18 b± 0,8	6,20 b± 0,1	1,20 c± 0,1	4,47 c± 0,2	17,66 c± 0,9	1,39 b± 0,2
	80-100	0,55 e± 0,0	0,0 d± 0,0	11,73 c± 0,3	1,30 a± 0,0	88,86 b± 0,9	5,89 b± 0,1	1,14 c± 0,1	4,25 c± 0,2	14,54 d± 1,5	1,24 c± 0,0
	100-160	0,38 f± 0,0	0,0 d± 0,0	16,20 a± 2,1	1,29 a± 0,0	90,27 a± 0,9	3,96 c± 0,0	1,20 c± 0,1	5,33 c± 0,2	29,59 a± 2,1	1,91 a± 0,2
	160-200 ⁺	0,33 f± 0,0	0,0 d± 0,0	17,83 a± 1,6	1,32 a± 0,0	91,04 a± 0,8	4,00 c± 0,0	1,14 c± 0,1	4,98 c± 0,2	17,66 c± 0,8	1,0 d± 0,0

Valores obtidos médios (N = 5) para COT = carbono orgânico total; NiT = nitrogênio orgânico total; ρ = densidade do solo; teor de argila; EC = estoque de carbono no solo; EN = estoque de nitrogênio no solo; AG = areia grossa; AF = areia fina

Comparações entre as médias pelo teste Tuckey (HSD). Valores seguidos da mesma letra numa mesma coluna não são significativamente diferentes pela Teste F da análise de variância (p=0,05).

Tabela 2. Resultados das análises químicas dos solos sob diferentes sistemas de uso da terra (SUT).

Prof. (cm)	Hor.	pH H ₂ O	pH KCl	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	m	V	Fe	Zn	Mn	Cu
				-----%	mg.dm ⁻³				-----cmol _c dm ⁻³				-----%	-----mg.dm ⁻³						
Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa - Floresta																				
0-10	Ap	3,9	3,8	3,0	5,1	2,0	0,1	0,0	0,0	0,1	1,3	111,0	0,3	111,3	11	0,2	331	0,7	1,5	0,2
10-45	BA	4,3	4,0	1,4	2,4	0,8	0	0	0	0	0,8	90,8	0	90,9	93,1	1,5	266	0,1	1,3	0,2
45-82	Bw1	4,5	4,2	0,7	1,6	0,5	0	0	0	0	0,6	80,2	0	80,2	95,2	0,0	80	0	0,7	0,1
82-108	Bw2	4,8	4,2	0,5	1,3	0,3	0	0	0	0	0,5	70,7	0	70,7	94,6	1,6	56	0,1	0,3	0,1
108-200 ⁺	Bw3	5,0	4,4	0,3	0,9	0,4	0	0	0	0	0,3	60,5	0	60,5	90	0,0	34	0,1	0	0
Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa - Pastagem																				
0-11	A	5,2	5,5	3,7	6,5	3,9	0,3	0	2,0	0,9	0,6	120	3,1	123,1	169,7	2,5	324	3,7	26,9	0,1
11-64	BA	4,9	4,4	1,2	2,1	0,6	0	0	0,2	0,2	0,8	98,3	0,4	98,7	64,5	0,4	149	0,5	0,3	0,1
64-122	Bw1	5,0	4,4	0,6	0,9	0,5	0	0	0,2	0,2	0,6	80,1	0,4	80,5	56,6	0,5	35	0,7	0,9	0,1
122-200 ⁺	Bw2	5,4	4,5	0,3	0,6	0,4	0	0	0	0	0,4	70,5	0,2	70,7	68,1	0,2	18	0,3	0,2	0,1
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura muito argilosa – Capoeira																				
0-7	A	3,6	3,8	4,0	7,0	6,0	0,1	0	0,2	0,2	2,4	88,5	0,6	89	80,8	0,6	193	2,6	2,7	0,3
7-16	AB	3,8	4,0	2,2	3,9	2,4	0	0	0	0	1,5	80,3	0,3	80,6	85,2	0,3	218	1,2	3,2	0,2
16-58	BA	4,2	4,2	1,0	1,8	1,0	0	0	0	0	0,9	78,0	0,1	78,1	90,5	0,1	196	0,7	1,0	0,1
58-103	Bw1	4,8	4,3	0,6	1,0	0,3	0	0	0	0	0,6	70,4	0	70,4	94,2	0	27	0,4	0,3	0,1
103-200 ⁺	Bw2	5,4	4,5	0,5	0,8	0,3	0	0	0	0	0,2	68,4	0,1	68,5	65,8	0,2	14	0,4	0,3	0,1

MO = matéria orgânica; T = capacidade de troca de cátions (SB+H⁺+Al³⁺); m = saturação por alumínio (Al³⁺/SB+Al³⁺).100; V = saturação por bases (100.SB/T)

Continuação Tabela 2.

Prof. (cm)	Hor.	pH H ₂ O	pH KCl	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	m	V	Fe	Zn	Mn	Cu
				-----%-----	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----						-----%-----	-----mg.dm ⁻³ -----							
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura muito argilosa - SAF																				
0-7	A	4,4	4,0	3,2	5,4	11,1	0,2	0	2,0	0,6	0,9	90,3	3,8	94,1	20,1	4,0	137	4,7	14,4	0,1
7-14	AB	3,9	4,1	2,7	4,6	5,9	0	0	0,4	0,2	1,2	80,1	1,9	82,0	39,5	2,3	212	2,1	5,4	0,1
14-51	BA	4,4	4,3	1,0	1,7	0,9	0	0	0,1	0	0,7	82,4	0,2	82,6	76,0	0,3	161	0	1,8	0
51-120	Bw1	4,9	4,4	0,5	0,9	0,3	0	0	0,2	0	0,4	70,2	0,3	70,5	54,0	0,5	16	0	0,5	0
120-200 ⁺	Bw2	5,4	4,7	0,4	0,7	0,2	0	0	0,1	0	0,1	60,5	0,2	60,7	37,0	0,3	13	0	0,1	0

MO = matéria orgânica; T = capacidade de troca de cátions (SB+H⁺+Al³⁺); m = saturação por alumínio (Al³⁺/SB+Al³⁺).100; V = saturação por bases (100.SB/T)

Mass das frações físicas dos solos

As distribuições das massas das frações físicas obtidas nos diferentes solos são apresentadas na Tabela 3. O balanço da massa de solo após a execução do fracionamento indicou que houve uma recuperação de 82% a 102,37% do total do carbono do solo. Esses valores refletem a adequada manipulação das amostras durante as análises (Neufeldt; Resck; Ayarza, 2002), apesar das várias etapas que a amostra é submetida durante o fracionamento, estando dentro dos limites adequados para esse tipo de estudo (Freixo et al., 2002).

Comparando-se todas as áreas, as áreas de Capoeira ($175,47 \pm 50,6 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$; $13,0 \pm 5,0 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$) e SAFs ($143,52 \pm 61 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$; $20,47 \pm 9,2 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$) foram as que apresentaram a maior massa de frações leves (livre e intra-agregado), respectivamente, seguido da Floresta ($135,24 \pm 70,8 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$; $6,97 \pm 2,8 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$) e Pastagem ($86,70 \pm 15,0 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$; $7,11 \pm 3,4 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$). Esses resultados pressupõem que as áreas de Capoeira e SAFs são áreas com rápida reposição de resíduos orgânicos, atuando de forma similar a áreas florestadas, recuperando o solo e o COS.

Dentre os 4 sistemas de uso da terra, a profundidade de 0-5 cm foi a que apresentou os maiores valores de fração leve, diferindo estatisticamente das outras camadas ($F=342,25$; $p<0,001$) demonstrando a contribuição do carbono orgânico nessa camada. Os maiores pesos das frações foram obtidos até a profundidade de 20 cm, a partir daí ocorre uma redução crescente até 2 m de profundidade. Entre os vários compartimentos da MOS a fração FLL é mais sensíveis às mudanças causadas pelo manejo, como os resíduos de plantas e outros compartimentos mais lábeis são rapidamente reduzidos após introdução de cultivo (Cambardella & Elliot, 1992).

A partir de 20 cm de profundidade, as variações dos pesos das frações FLL e FLI não foram bruscas, sendo as maiores variações ainda existentes ocorridas na fração FLL. Os pesos variaram de: $16,89 \pm 6,3 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ a $3,74 \pm 0,9 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLL; $3,59 \pm 1,6$ a $2,08 \pm 0,7 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLI (Floresta); $11,02 \pm 2,3 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ a $3,25 \pm 0,5 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLL; $2,83 \pm 0,7$ a $2,09 \pm 0,5 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLI (Pastagem); $9,48 \pm 2,7 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ a $2,94 \pm 0,5 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLL; $5,90 \pm 3,3$ a $1,99 \pm 0,5 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLI (Capoeira); $8,99 \pm 2,9 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ a $3,14 \pm 0,8 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLL; $3,07 \pm 0,7$ a $2,75 \pm 0,7 \text{ g kg}^{-1}\text{solo}$ FLI (SAF) (Tabela 3).

Observa-se que os maiores valores de FLL e FLI foram obtidos na seqüência Capoeira > SAF > Floresta > Pastagem, demonstrando a ordem crescente de proteção física da MOS. As mudanças do conteúdo das massas da FLL e FLI são decorrentes das alterações na quantidade e qualidade dos resíduos vegetais que são incorporados ao solo, da relação entrada por superfície e subsuperfície destes resíduos e, principalmente, das diferentes formas de manejo adotadas (Soares, 2007).

Os resultados das massas expostos na Tabela 3 enfatizam que os resíduos orgânicos, na forma de liteira, introduzidos nos solos sob Capoeira e SAF, são eficazes para aumentar a quantidade de massa de carbono orgânico nas frações do solo. Os solos sob Floresta representam um ambiente onde a entrada e saída de resíduos orgânicos requer um maior tempo, sendo influenciado pela sazonalidade, sendo o oposto em solos cultivados, onde a sazonalidade é menos proeminente (Conti et al., 1992). No caso do ambiente de pastagem, os valores das massas das frações são reduzidos de forma mais acentuada, demonstrando a eficiência desse ambiente em conservar o carbono orgânico, a exceção das camadas superficiais.

As massas das frações pesadas (areia, silte e argila) (Tabela 3) demonstram que em solos argilosos amazônicos, a textura tem influência fundamental na retenção de carbono orgânico. Em todos os ambientes, os pesos das frações de carbono na fração argila aumentaram em profundidade, variando de: $508,20 \pm 80,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ a $802,86 \pm 82 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ (Floresta); $742,71 \pm 72,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ a $879,30 \pm 39,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ (Pastagem); $649,39 \pm 78,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ a $919,20 \pm 54,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ (Capoeira) e de $581,71 \pm 63,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ a $882,95 \pm 25,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ solo}$ (SAF), diferenciando-se das outras frações (silte e areia) que diminuíram em profundidade.

Tabela 3. Pesos das frações de carbono nos solos dos diferentes ecossistemas estudados.

Prof. (cm)	FLL	FLI	Fargila	Fsilte	Fareia	Total	R%
-----g kg ⁻¹ solo-----							
FLORESTA							
0-5	135,24 a±70,8	6,97 a±2,8	508,20 a±80,7	69,13 c±29,4	242,87 a±38,3	962,41 ab±98,1	99,10 a±4,5
5-10	53,15 b±6,5	3,78 b±1,4	608,00 ab±58,7	83,67 b±7,5	232,50 a±19,1	981,10 ab±31,1	101,70 a±55,4
10-20	45,47 b±6,0	3,96 b±0,7	654,67 ab±90,4	102,00 a±36,9	217,63 a±14,3	1023,73 a±69,7	95,40 a±24,3
20-40	16,89 c±6,3	3,59 b±1,6	604,00 ab±30	120,33 a±75,8	158,67 b±80,9	903,48 ab±38,4	95,40 a±24,3
40-60	3,44 d±0,1	3,89 b±0,9	695,67 b±35	31,67 d±5,0	127,03 b±8,8	861,69 b±34,0	87,20 a±28,2
60-80	4,07 d±2,2	2,46 b±0,2	692,78 b±51,3	35,11 d±22,4	122,18 b±20,4	856,60 b±34,7	87,40 a±34,2
80-100	3,10 d±1,4	2,64 b±1,1	763,67 b±46,1	18,67 e±7,4	122,40 b±12,1	910,47 a±32,4	91,90 a±33,2
100-160	6,67 e±2,0	5,20 a±3,7	781,75 bc±80	132,30 a±16,0	88,72 c±7,1	1014,64 a±33,0	84,00 a±30,0
160-200 ⁺	3,74 d±0,9	2,08 b±0,7	802,86 c±82	116,24 a±27,0	68,08 c±6,1	993,00 ab±55,0	82,00 a±31,4
PASTAGEM							
0-5	86,70 a±15,0	7,11 a±3,4	742,71 a±72,9	96,58 b±19,9	136,54 a±16,8	1023,09 a±34,3	91,34 a±3,3
5-10	38,72 b±16,7	6,09 a±3,1	654,42 b±43,5	182,25 a±79,5	105,95 a±6,8	987,43 a±58,0	82,55 a±6,8
10-20	20,34 c±3,4	4,36 b±1,5	767,66 a±44,2	74,30 c±25,7	88,93 b±2,1	967,22 a±37,6	79,06 a±16,1
20-40	11,02 d±2,3	2,83 c±0,7	788,21 a±67,6	82,77 b±39,9	67,49 c±3,5	952,31 a±54,0	91,19 a±6,3
40-60	6,21 e±3,0	2,71 c±0,8	817,70 a±49	49,31 cd±8,1	52,78 cd±4,8	928,72 a±46,0	89,18 a±3,7
60-80	3,84 f±0,9	2,05 c±0,5	849,91 a±32	34,43 d±2,8	48,31 d±2,7	938,53 a±33,2	87,54 a±4,5
80-100	3,55 f±1,1	1,79 c±0,3	870,72 a±36,6	36,72 d±15,3	49,18 d±3,5	961,97 a±39,0	93,79 a±3,7
100-160	4,04 f±1,0	4,22 b±3,4	942,94 a±65	35,00 d±8,2	44,01 d±3,1	937,33 a±49,8	88,78 a±4,6
160-200 ⁺	3,25 f±0,5	2,09 c±0,5	879,30 a±39,7	33,89 d±6,6	40,38 d±3,2	954,24 a±36,8	88,37 a±2,4
CAPOEIRA							
0-5	175,47 a±50,6	13,05 a±5,0	649,39 b±78,9	96,95 a±22,9	164,68 a±42,2	1099,54 a±36,0	102,37 a±3,0
5-10	28,00 b±8,8	6,27 b±1,6	738,70 a±54,5	89,25 a±21,8	118,51 b±10,1	980,74 a±36,8	85,80 a±16,1
10-20	21,52 b±2,9	5,57 b±1,4	779,93 a±54,7	75,66 a±36,2	100,00 b±9,1	982,68 a±15,0	95,82 a±3,1
20-40	9,48 c±2,7	5,90 b±3,3	776,71 a±100,7	37,32 c±40,0	178,47 a±96	1007,88 a±35,5	89,30 a±4,4
40-60	7,07 cd±4,8	3,09 c±1,2	819,25 a±51	72,25 a±14,0	69,95 c±5,2	971,60 a±35,0	91,49 a±7,8
60-80	5,32 d±1,3	2,07 c±0,6	845,25 a±37,6	54,25 b±8,6	71,28 c±5,6	978,17 a±37,2	88,97 a±4,7
80-100	5,49 d±3,9	2,01 c±0,5	857,50 a±66,2	47,00 b±4,2	70,98 c±8,2	982,97 a±73,7	90,29 a±6,3
100-160	3,83 e±0,5	2,18 c±0,8	890,63 a±39,1	29,21 c±14,1	48,07 d±4,9	973,92 a±53,5	89,52 a±8,6
160-200 ⁺	2,94 e±0,5	1,99 d±0,5	919,20 a±54,2	31,06 c±9,1	41,56 d±1,9	996,75 a±54,1	83,15 a±8,6
SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF)							
0-5	143,52 a±61	20,47 a±9,2	581,71 c±63,7	96,71 ab±25,4	154,27 a±18,7	996,69 a±69,4	98,63 a±5,2
5-10	32,13 b±10,9	7,73 b±3,2	722,00 b±36,4	78,00 b±24,5	119,64 b±12,7	959,51 a±35,4	88,35 a±8,4
10-20	19,36 c±7,6	4,53 c±1,4	801,14 a±50,8	55,43 c±17,3	80,89 c±21	961,35 a±40,7	93,28 a±4,5
20-40	8,99 d±2,9	3,07 c±0,7	759,29 b±104	133,14 a±110	64,94 d±35,2	969,43 a±38,6	97,62 a±3,5
40-60	5,39 e±1,0	1,83 e±0,3	789,36 b±34	75,12 b±22,3	75,36 c±15,2	947,07 a±30,0	89,19 a±5,8
60-80	4,17 ef±1,2	1,70 e±0,5	864,00 a±32,7	85,57 b±31,1	49,60 e±19,7	1005,04 a±18,8	89,39 a±7,9
80-100	4,42 ef±1,1	2,18 d±0,7	838,32 a±54,7	52,36 c±7,8	61,13 d±5,6	958,41 a±60,1	92,20 a±4,6
100-160	3,29 f±0,9	3,12 c±0,9	910,98 a±16,4	37,30 d±6,4	49,88 e±4,6	1004,57 a±14,7	78,57 a±6,0
160-200 ⁺	3,14 f±0,8	2,75 d±0,7	882,95 a±25,5	39,28 d±7,4	41,02 e±2,9	969,14 a±31,5	83,32 a±10,0

Valores obtidos e respectivos desvios-padrões (N = 5) para FLL = fração leve livre; FLI = fração leve intra-agregada; Fargila = fração argila; Fsilte = fração silte; Fareia = fração areia; R = taxa de recuperação.

Teores de carbono e nitrogênio nas frações físicas da MOS nos diferentes sistemas

As diferentes práticas de manejo do solo influenciam a taxa de ciclagem e os teores de carbono orgânico (CO) e de N (Cambardella & Elliot, 1994). Em solos amazônicos, argilosos a muito argilosos, porosos, com predomínio de microporos, alta retenção de água e condutividade (Marques et al., 2004), a ciclagem de CO se torna mais dependente das práticas utilizadas sendo importante a manutenção do COS.

Na Tabela 4 são apresentados os teores de carbono (g kg^{-1} solo) das frações leves livre (C-FLL), frações leve intra-agregada (C-FLI) e frações pesadas (C-argila, C-areia e C-silte) da MOS, até 2 m de profundidade, nas áreas de Floresta Primária, Pastagem, Capoeira e Sistema Agroflorestal (SAF). Os teores de carbono nas camadas superficiais do solo (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) contidos nas frações leves (Tabela 4) foram mais altos do que nas frações pesadas (Tabela 4), entretanto, em profundidade ocorreu o inverso na fração C-argila, onde o carbono dessa fração foi superior tanto as frações C-FLL e C-FLI quanto as outras duas frações pesadas (C-areia e C-silte). Apesar do carbono orgânico diminuir em profundidade, o aumento no teor de argila estabiliza o carbono que existe em profundidade.

No geral, os teores de carbono obtidos nas frações do solo nos diferentes ambientes diminuíram em profundidade, indicando que as frações dos horizontes superficiais são mais enriquecidas em carbono, devido a maior proximidade do local de acúmulo de resíduos orgânicos (Tabela 4). Ainda na Tabela 4, é possível visualizar que as camadas superficiais (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) diferiram significativamente ($F = 240,21$; $p < 0,001$), ($F = 310,25$; $p < 0,0001$); ($F = 120,25$; $p < 0,001$); ($F = 160,23$; $p < 0,001$) das subsuperficiais (40-60, 60-80, 80-100, 100-160 e 160-200 cm) em todos os ambientes avaliados.

Os teores de carbono na fração C-FLL estiveram entre 0,1 a 26,2 g kg^{-1} solo (Floresta), 0,13 a 15,96 g kg^{-1} solo (Pastagem) e 0,16 a 38,94 g kg^{-1} solo (Capoeira) e de 0,07 a 30,68 g kg^{-1} solo (SAF), decrescendo em profundidade (Figura 14A). Na fração C-FLI os valores foram menores, variando de 0,02 a 1,03 g kg^{-1} solo (Floresta 14B), de 0,06 a 1,36 g kg^{-1} solo (Pastagem) e de 0,02 a 2,56 g kg^{-1} solo (Capoeira) e de 0,06 a 3,07 g kg^{-1} solo (SAF).

Tabela 4. Teores de carbono (g kg^{-1} solo) e nitrogênio nas frações leves dos solos nos diferentes ambientes

Área	Profundidade (cm)	Fração FLL		Fração FLI	
		C	N	C	N
Floresta	0-5	26,20 a \pm 14	1,12 a \pm 0,7	1,03 a \pm 1,0	0,04 a \pm 0,0
	5-10	11,84 b \pm 4	0,51 b \pm 0,2	0,76 a \pm 0,3	0,03 a \pm 0,0
	10-20	4,76 c \pm 1,2	0,29 b \pm 0,0	0,60 a \pm 0,3	0,02 bc \pm 0,0
	20-40	1,66 d \pm 0,5	0,03 c \pm 0,0	0,48 a \pm 0,2	0,01 c \pm 0,0
	40-60	0,50 e \pm 0,1	0,02 c \pm 0,0	0,09 a \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0
	60-80	0,36 e \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,07 a \pm 0,0	0,02 c \pm 0,0
	80-100	0,15 e \pm 0,1	0,02 c \pm 0,0	0,02 a \pm 0,0	0,02 c \pm 0,0
	100-160	0,24 e \pm 0,2	0,02 c \pm 0,0	0,02 a \pm 0,0	0,02 c \pm 0,0
160-200 ⁺	0,16 e \pm 0,1	0,00 c \pm 0,0	0,02 a \pm 0,0	0,01 c \pm 0,0	
Pastagem	0-5	15,96 a \pm 3,5	0,53 a \pm 0,1	1,36 a \pm 1,1	0,04 a \pm 0,0
	5-10	5,96 b \pm 2,9	0,19 b \pm 0,1	1,12 a \pm 0,9	0,04 a \pm 0,0
	10-20	2,57 c \pm 0,3	0,05 c \pm 0,0	0,53 b \pm 0,5	0,01 b \pm 0,0
	20-40	1,17 d \pm 0,2	0,01 c \pm 0,0	0,22 c \pm 0,1	0,01 b \pm 0,0
	40-60	0,41 e \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,08 d \pm 0,0	0,01 b \pm 0,0
	60-80	0,30 e \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,07 d \pm 0,1	0,01 b \pm 0,0
	80-100	0,20 e \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,05 d \pm 0,0	0,01 b \pm 0,0
	100-160	0,21 e \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,02 d \pm 0,0	0,01 b \pm 0,0
160-200 ⁺	0,13 f \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,06 d \pm 0,0	0,01 b \pm 0,0	
Capoeira	0-5	38,94 a \pm 12,6	1,79 a \pm 0,7	2,56 a \pm 1,4	0,10 a \pm 0,0
	5-10	6,56 b \pm 2,7	0,22 b \pm 0,0	0,96 b \pm 0,4	0,02 b \pm 0,0
	10-20	3,05 c \pm 0,6	0,07 c \pm 0,0	0,63 b \pm 0,3	0,01 b \pm 0,0
	20-40	1,44 d \pm 1,2	0,03 cd \pm 0,0	0,13 c \pm 0,0	0,00 b \pm 0,0
	40-60	1,01 d \pm 0,9	0,00 d \pm 0,0	0,23 c \pm 0,3	0,01 b \pm 0,0
	60-80	0,49 e \pm 0,2	0,01 d \pm 0,0	0,06 d \pm 0,0	0,01 b \pm 0,0
	80-100	0,38 e \pm 0,1	0,00 d \pm 0,0	0,04 d \pm 0,0	0,00 b \pm 0,0
	100-160	0,29 e \pm 0,1	0,01 d \pm 0,0	0,01 d \pm 0,0	0,02 b \pm 0,0
160-200 ⁺	0,16 f \pm 0,0	0,01 d \pm 0,0	0,02 d \pm 0,0	0,02 b \pm 0,0	
SAF	0-5	30,68 a \pm 12,6	1,25 a \pm 0,6	3,07 a \pm 2,0	0,15 a \pm 0,0
	5-10	6,10 b \pm 2,5	0,21 b \pm 0,0	1,12 b \pm 0,7	0,11 a \pm 0,0
	10-20	2,80 c \pm 1,0	0,05 c \pm 0,0	0,47 c \pm 0,2	0,12 a \pm 0,0
	20-40	1,15 d \pm 0,4	0,01 c \pm 0,0	0,31 c \pm 0,2	0,11 a \pm 0,0
	40-60	0,66 e \pm 0,2	0,01 c \pm 0,0	0,07 d \pm 0,0	0,11 a \pm 0,0
	60-80	0,35 e \pm 0,2	0,01 c \pm 0,0	0,03 d \pm 0,0	0,11 a \pm 0,0
	80-100	0,30 e \pm 0,2	0,01 c \pm 0,0	0,04 d \pm 0,0	0,11 a \pm 0,0
	100-160	0,12 f \pm 0,1	0,01 c \pm 0,0	0,01 e \pm 0,0	0,11 a \pm 0,0
160-200 ⁺	0,07 f \pm 0,0	0,01 c \pm 0,0	0,06 d \pm 0,0	0,09 a \pm 0,0	

Valores obtidos e respectivos desvios-padrões (N = 5) para C = carbono e N = nitrogênio

Comparações entre as médias feita pelo teste Tukey (HSD).

Valores seguidos da mesma letra numa mesma coluna não são significativamente diferentes pela Teste F da análise de variância ($p=0,05$).

Os teores de carbono obtidos na fração lábil (Tabela 4), na superfície (0-5cm), nos solos sob Capoeira (38,94 g kg⁻¹ solo), SAF (30,68 g kg⁻¹ solo), Floresta (26,20 g kg⁻¹ solo) não diferem significativamente, entretanto, os teores de carbono, em termos de valores absolutos das áreas de Capoeira e SAF são superiores a área de Floresta.

Von Lutzow et al. (2006) afirmam que em áreas de floresta tropical a atividade biológica proporciona aumento na fração lábil do solo, sendo dependente da taxa de decomposição, que é controlada pela recalitrância primária da liteira. McGrath et al. (2001) mostraram que não existe diferença significativa na concentração de carbono orgânico no solo entre uma área de floresta primária e sistemas agroflorestais de 6 anos. No mesmo sentido, (Tapia-Coral, 2004) encontrou maiores concentração de carbono em plantação florestais quando comparado com floresta primária. Por outro lado, Schroth et al., (2002) demonstram uma maior concentração de carbono no solo a 10 cm em solos de floresta primaria quando comparado com área de capoeira de 06 anos. Apesar das divergências nos estudos realizados, percebe-se a importância da manutenção da cobertura vegetal sobre o solo e no balanço do carbono nos ecossistemas terrestres. A Tabela 4 sugere que para a Amazônia a introdução de áreas de capoeira enriquecidas ou não, bem como os SAF são as alternativas mais viáveis para recuperar o carbono orgânico do solo.

Experimentos prévios demonstram que agroecossistemas terrestres podem ser um ponto crítico no seqüestro do CO₂ atmosférico e importantes na mitigação futura do CO₂ atmosférico (Cheng et al., 2007). Entre os vários compartimentos da MOS alguns são mais sensíveis às mudanças causadas pelo manejo, como os resíduos de plantas e outros compartimentos mais lábeis são rapidamente reduzidos após introdução de cultivo (Cambardella & Elliot, 1992; Zech et al., 1997).

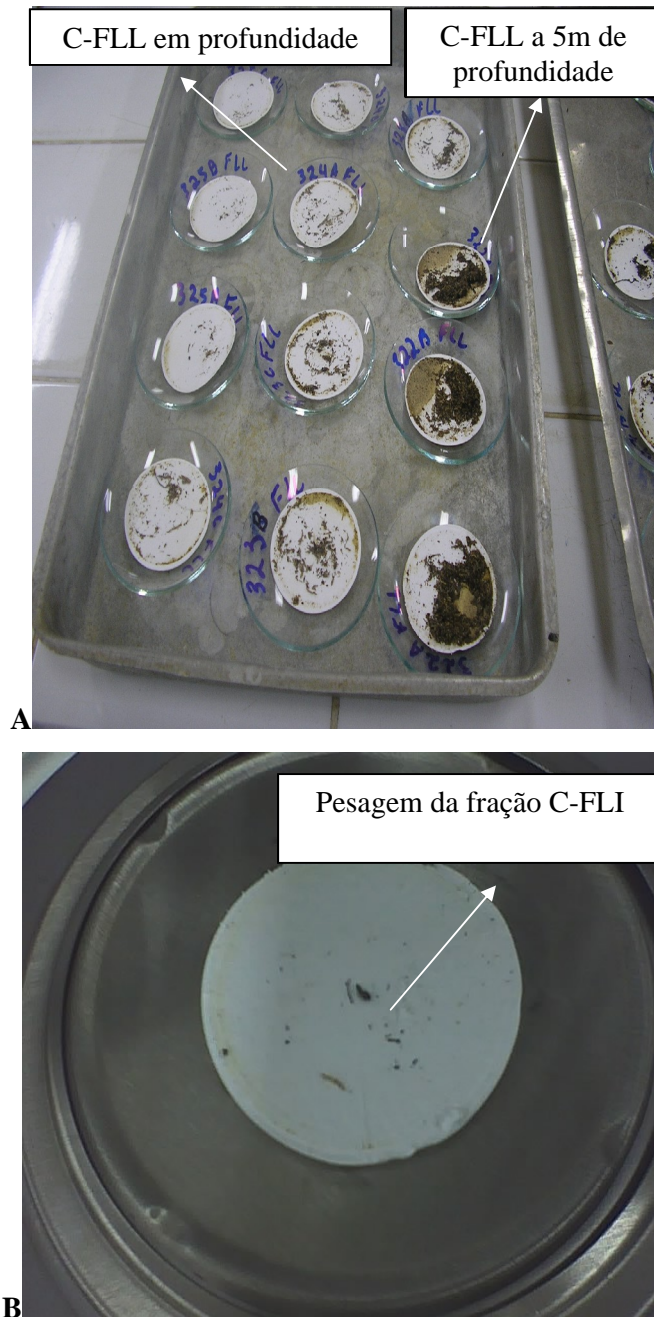


Figura 14. Diferença entre a quantidade de carbono orgânico encontrado na superfície e em profundidade, na fração C-FLL (A), pesagem do carbono contido na fração C-FLI (B).

Os maiores teores de carbono na fração C-FLI (Tabela 4), de 0-10 cm, foram obtidos nos solos sob o SAF, Capoeira, Pastagem e Floresta, na ordem decrescente dos teores, estão diretamente relacionados com a maior agregação desses solos na superfície (Figuras 12 e 13), enquanto que os teores mais altos da fração C-FLL (lável) na superfície dos solos (0-5 cm e 5-10 cm), está diretamente relacionado a atuação das raízes e folhas depositadas na superfície, formando uma rede de proteção mecânica da matéria orgânica. Da mesma forma, estudos demonstram que os agregados contém o carbono lábil que é fisicamente protegido da decomposição microbiana, tendo a capacidade de armazenar uma grande quantidade desse tipo de carbono (Amelung & Zech, 1999). Diferenças na estabilidade e composição do carbono que compõe as frações intra-agregadas são supostamente resultados da recalcitrância e mecanismo de proteção da agregação do solo (John et al., 2005; Yamashita et al., 2006)

A dinâmica do nitrogênio nas frações N-FLL e N-FLI seguiu a mesma tendência dos teores de carbono, sendo maior na FLL do que na FLI e diminuindo drasticamente a partir de 20 cm de profundidade. Assim como nas frações de carbono, observou-se a seguinte ordem decrescente do nitrogênio na fração N-FLL: Capoeira > SAF > Floresta > Pastagem. No caso da fração N-FLI obteve-se a seguinte ordem: SAF > Capoeira > Floresta = Pastagem. Os teores de nitrogênio na fração C-FLL foram de 0,0 a 1,12 g kg⁻¹ solo (Floresta); 0,01 a 0,53 g kg⁻¹ solo (Pastagem); 0,01 a 1,79 g kg⁻¹ solo (Capoeira) e de 0,01 a 1,25 g kg⁻¹ solo (SAF). Já nitrogênio contido na fração N-FLI foi de 0,01 a 0,04 g kg⁻¹ solo (Floresta e Pastagem) 0,02 a 0,10 g kg⁻¹ solo (Capoeira) e 0,09 a 0,15 g kg⁻¹ solo (SAF). Na Amazônia o nitrogênio é um dos elementos mais reduzido nos solos cultivados (Sanchez, 1983). Os teores de nitrogênio encontrados nesse estudo são característicos de áreas que ainda não foram alteradas, já que quando a floresta é cortada há uma diminuição drástica em função das práticas de corte e queima (Parton et al., 1989)

O carbono e nitrogênio presentes no intervalo de 0-5 cm das camadas da fração pesada (C-argila, C-silte e C-areia) é inferior ao encontrado na fração C-FLL e C-FLI em todos os ambientes (Tabela 4). Entretanto, em profundidade, tanto o carbono como o nitrogênio aumentam (Tabela 5), principalmente, nas frações mais finas do solo (argila e silte).

Tabela 5. Teores de carbono (g kg⁻¹solo) e nitrogênio (g kg⁻¹solo) nas frações leves dos solos nos diferentes ambientes

Área	Prof. (cm)	Fração argila		Fração areia		Fração silte	
		C	N	C	N	C	N
Floresta	0-5	11,64 a ± 1,4	0,94 a ± 0,7	2,83 a ± 2,1	0,37 a ± 0,2	1,79 b ± 2,6	1,79 b ± 2,6
	5-10	16,82 b ± 9,3	0,86 a ± 0,4	2,10 a ± 0,7	0,23 a ± 0,2	4,50 a ± 1,9	4,50 a ± 2,0
	10-20	7,67 c ± 0,8	0,56 ab ± 0,1	0,47 c ± 0,1	0,01 b ± 0,1	3,27 a ± 0,9	3,27 a ± 0,9
	20-40	6,25 cd ± 3,0	0,45 b ± 0,2	0,23 d ± 0,0	0,01 b ± 0,0	1,27 b ± 0,4	1,27 b ± 0,4
	40-60	5,01 d ± 1,2	0,39 bc ± 0,1	0,15 d ± 0,0	0,00 b ± 0,0	0,84 c ± 0,4	0,84 c ± 0,4
	60-80	4,01 de ± 1,6	0,33 bc ± 0,1	0,14 d ± 0,0	0,00 b ± 0,0	0,36 c ± 0,1	0,36 cd ± 0,1
	80-100	3,75 e ± 1,2	0,31 bc ± 0,1	0,13 d ± 0,0	0,00 b ± 0,0	0,21 cd ± 0,1	0,22 d ± 0,1
	100-160	2,16 e ± 0,5	0,09 d ± 0,0	0,20 d ± 0,2	0,00 b ± 0,0	0,44 c ± 0,2	0,44 d ± 0,2
	160-200 ⁺	1,81 f ± 0,7	0,04 d ± 0,0	0,05 e ± 0,0	0,00 b ± 0,0	0,19 d ± 0,0	0,19 d ± 0,0
Pastagem	0-5	13,31 a ± 2,0	1,04 a ± 0,1	5,71 a ± 1,3	0,30 a ± 0,0	5,41 a ± 1,9	0,40 a ± 0,1
	5-10	10,80 ab ± 2,8	0,84 ab ± 0,2	2,36 b ± 0,9	0,10 b ± 0,0	4,38 a ± 2,1	0,31 a ± 0,1
	10-20	9,61 b ± 0,8	0,65 b ± 0,1	0,78 c ± 0,1	0,04 c ± 0,0	2,79 b ± 0,4	0,19 b ± 0,0
	20-40	6,51 c ± 0,6	0,49 c ± 0,0	0,23 d ± 0,0	0,01 d ± 0,0	1,67 c ± 0,4	0,14 b ± 0,0
	40-60	5,10 c ± 0,3	0,43 c ± 0,0	0,11 de ± 0,0	0,00 d ± 0,0	0,53 d ± 0,3	0,02 c ± 0,0
	60-80	4,10 cd ± 0,2	0,35 c ± 0,0	0,08 e ± 0,0	0,00 d ± 0,0	0,43 d ± 0,1	0,03 c ± 0,0
	80-100	3,68 d ± 0,3	0,29 d ± 0,0	0,07 e ± 0,0	0,00 d ± 0,0	0,30 d ± 0,1	0,01 c ± 0,0
	100-160	3,10 d ± 0,3	0,25 d ± 0,0	0,06 e ± 0,0	0,00 d ± 0,0	0,40 d ± 0,1	0,08 c ± 0,0
	160-200 ⁺	2,70 d ± 0,6	0,13 e ± 0,0	0,04 e ± 0,0	0,00 d ± 0,0	0,49 d ± 0,1	0,03 c ± 0,0
Capoeira	0-5	8,25 b ± 4,5	0,86 a ± 0,3	3,35 a ± 2,9	0,24 a ± 0,1	2,85 a ± 0,8	0,38 a ± 0,2
	5-10	13,56 a ± 2,2	1,00 a ± 0,2	0,90 b ± 0,6	0,03 b ± 0,0	3,56 a ± 1,3	0,36 a ± 0,2
	10-20	10,39 b ± 3,0	0,75 a ± 0,2	0,53 c ± 0,2	0,02 bc ± 0,0	2,57 a ± 1,5	0,27 b ± 0,2
	20-40	6,25 bc ± 1,0	0,45 b ± 0,0	0,38 c ± 0,1	0,01 bc ± 0,0	2,33 a ± 1,6	0,16 d ± 0,1
	40-60	5,79 cd ± 1,7	0,45 b ± 0,1	0,16 d ± 0,1	0,01 bc ± 0,0	1,37 b ± 0,8	0,08 d ± 0,0
	60-80	4,45 cd ± 0,7	0,33 bd ± 0,0	0,08 e ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,60 c ± 0,5	0,04 d ± 0,0
	80-100	3,67 de ± 0,5	0,27 d ± 0,0	0,08 e ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,47 c ± 0,1	0,01 d ± 0,0
	100-160	2,97 e ± 0,2	0,15 e ± 0,0	0,04 e ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,26 d ± 0,1	0,01 d ± 0,0
	160-200 ⁺	2,49 e ± 0,0	0,10 e ± 0,0	0,03 e ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,14 d ± 0,2	0,02 d ± 0,0
SAF	0-5	11,82 a ± 4,2	1,04 a ± 0,1	2,79 a ± 1,7	0,21 a ± 0,0	4,52 a ± 3,1	0,56 a ± 0,1
	5-10	11,39 a ± 1,8	0,91 a ± 0,1	1,21 b ± 0,9	0,04 b ± 0,0	4,84 a ± 1,8	0,45 a ± 0,1
	10-20	9,92 ab ± 1,6	0,76 ab ± 0,2	0,41 c ± 0,2	0,01 c ± 0,0	2,36 b ± 0,7	0,11 b ± 0,0
	20-40	7,90 b ± 1,2	0,54 b ± 0,1	0,70 c ± 0,9	0,04 b ± 0,0	1,49 c ± 0,4	0,14 b ± 0,0
	40-60	5,51 c ± 0,4	0,43 bc ± 0,0	0,16 d ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,98 d ± 0,3	0,05 c ± 0,0
	60-80	4,60 c ± 0,3	0,33 c ± 0,0	0,07 e ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,75 d ± 0,3	0,06 c ± 0,0
	80-100	4,05 c ± 0,3	0,30 c ± 0,0	0,08 e ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,66 d ± 0,1	0,02 d ± 0,0
	100-160	2,60 d ± 0,1	0,11 d ± 0,0	0,05 f ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,23 e ± 0,0	0,02 d ± 0,0
	160-200 ⁺	2,28 d ± 0,1	0,08 d ± 0,0	0,04 f ± 0,0	0,00 c ± 0,0	0,38 e ± 0,1	0,01 d ± 0,0

Valores obtidos e respectivos desvios-padrões (N = 5) para C = carbono e N = nitrogênio. Comparações entre as médias feita pelo teste Tukey (HSD). Valores seguidos da mesma letra numa mesma coluna não são significativamente diferentes pela Teste F da análise de variância (p=0,05).

Isso pode ser explicado em decorrência da proteção que as partículas finas do solo realizam sobre o carbono e nitrogênio. O acúmulo de CO na fração pesada, como resposta da interação positiva entre as partículas e a MOS, é bem explicado na literatura para solos argilosos (Christensen, 2000). A maior intensidade de partículas finas nos solos amazônicos desse estabiliza e protege o carbono orgânico.

Até 2 m de profundidade, o carbono e nitrogênio existente nas frações pesadas não são diretamente afetados pelos sistemas de uso e manejo do solo como ocorre com a fração C-FLL, C-FLI, N-FLL e N-FLI. No caso de alterações dos ambientes estudados, o declínio de carbono e nitrogênio nas frações pesadas ocorreria lentamente e a longo prazo, diferindo das FLL e FLI. Fatores como remoção dos resíduos vegetais, erosão, cultivo intensivo e queima têm sido considerados como os causadores imediatos do declínio do COS (Lal & Kimble, 2000; Paustian et al., 2000).

Efeitos do uso da terra no balanço do carbono orgânico (CO) e nitrogênio nas frações do solo em diferentes ambientes amazônicos

Na Figuras 15 é possível visualizar a porcentagem de carbono nas frações do solo na Floresta (15A), Pastagem (15B), Capoeira (15C) e SAF (15D). A contribuição de cada fração sobre o total de carbono revelou que em todos os ambientes, a fração C-argila, fração C-silte e a fração C-FLL são responsáveis pelo CO do solo. A fração argila é responsável por 15,25% a 80,86% de C do total, a fração silte assume teores que variam de 3,86% a 19,07% de C do total, enquanto que a fração C-FLL apresenta uma contribuição variando de 2,13% a 69,98% de C do total. Essas proporções concordam com outros estudos realizados em solos tropicais e subtropicais (Freitas et al., 2000; Sá et al., 2001),

A maior contribuição do carbono orgânico nas camadas superficiais (0-40 cm) está presente na fração C-FLL. Em torno de 60% do CO do solo desses ambientes esta contido na camada superficial (0-5cm), associado a fração leve (C-FLL), sendo $57,2\% \pm 12,1\%$ (Floresta), $69,9\% \pm 17,3\%$ (Capoeira), $56,1\% \pm 17,1\%$ (SAF), não diferindo estatisticamente entre si, a exceção da pastagem com $34,7\% \pm 6,6\%$ de CO nessa profundidade. Os valores da fração C-FLL são reduzidos até 2 m de profundidade onde é possível encontrar ainda $3,15\% \pm 0,4\%$ (Floresta), $3,85\% \pm 1,0\%$ (Pastagem), $4,45\% \pm 1,7\%$ (Capoeira) e $2,1\% \pm 1,7\%$ de carbono orgânico nessa fração do solo (SAF).

Percebe-se que ainda é possível encontrar carbono orgânico em profundidades superiores a 1,0 m, ainda que em teores reduzidos. Alguns estudos já relataram a tendência do carbono total armazenado abaixo de 1,0 m de profundidade pode realmente ser mais elevado do que o estoque do carbono no medidor superior no perfil de solo (Nepstad et al., 1994; Trumbore, et al., 1995).

Apesar do solo sob Capoeira conter o maior percentual de CO na fração C-FLL ($69,9\% \pm 17,3\%$), a 5 cm de profundidade (Figura 15C), o solo sob Floresta (15A) apresenta as porcentagens mais elevadas de CO no intervalo de 10 a 200 cm de profundidade ($32,0\% \pm 13,7\%$, $26,4\% \pm 8,6\%$, $15,6\% \pm 5,4\%$, $6,6\% \pm 1,3\%$, $6,3\% \pm 3,0\%$, $6,9\% \pm 6,9\%$, $6,5\% \pm 5,6\%$, $3,1\% \pm 0,4\%$ de CO), respectivamente, demonstrando a ação das raízes, biota do solo e liteira (fina e grossa) no balanço do carbono em áreas de Floresta Primária. As raízes podem conduzir carbono até profundidades elevadas através dos ductos formando poros que conduzem o CO ou em após a morte das árvores, através da decomposição das raízes maiores (liteira grossa).

Os ambientes de Floresta, Pastagem, Capoeira e SAF são característicos dos ecossistemas terrestres amazônicos. As Figuras 15A a D demonstram o potencial de cada ambiente em manter o carbono no solo. Quando florestas tropicais são cultivadas, perdas de CO₂ a 1 m de profundidade são em torno de 15% a 40% dentro de 2-3 anos (Ingram & Fernandes, 2001), reduzindo a fertilidade de solo e a produtividade da colheita. Izaurre et al. (2001) estima que existam globalmente em torno de 2 bilhões/ha de áreas degradadas sendo 1,5 bilhões localizados em latitudes tropicais. As maiores consequências de perdas de carbono do solo na Amazônia são em decorrência da transição Floresta/Pastagem (Figura 15A e B). A porcentagem de perda encontrada nessa transição, a 5 cm de profundidade, representada pela fração lábil foi de 22,5% de CO). O carbono contido em todas as frações nos solos sob Capoeira (Figura 15C) e SAF (Figura 15D) foram superiores, em todas as profundidades, quando comparado com o ambiente de Pastagem (Figura 15B). Freixo et al., (2002) afirmam que perdas de carbono em área cultivada a 5 cm de profundidade pode alcançar 47% em plantio convencional e entre 23% a 29% em áreas com rotação de culturas.

Comparando a fração C-FLL Floresta x Capoeira, na superfície, percebe-se que houve um ganho de CO na ordem de 12,80% e na Floresta x SAF de 1,0%, demonstrando que áreas de Capoeira e SAF recuperam o carbono orgânico do solo, sendo alternativas viáveis de recuperação de solo submetidos a degradação e a cultivos intensos na Amazônia. A recuperação de áreas de pastagens ou a melhoria no manejo das existentes na Amazônia é uma medida eficaz para a manutenção do carbono no solo. Sanchez (2000) ressalta que a conversão de florestas tropicais em diferentes tipos de agroflorestas resulta em uma menor perda de CO quando comparada com a conversão para áreas de pastagem. Quando os solos são submetidos a cultivos intensivos, modificações físicas, como compactação, podem limitar o crescimento e a atividade dos microorganismos, alterando a atmosfera do solo e diminuindo, assim a taxa de decomposição da MOS. O cultivo do solo virgem conduz às grandes perdas de COS (Paustian et al., 2000; Solomon et al., 2002).

O potencial das áreas de capoeira e SAF em manter ou aumentar o ganho de carbono no solo também tem sido observado em outros estudos. Mutuo et al. (2005) descrevem que os Sistemas agrosilviculturais como as agroflorestas acumularam aproximadamente 60% dos estoques iniciais em aproximadamente 30 anos, enquanto que pastagens após o corte e queima conduzem esse ambiente ao declínio gradual em termos de sistemas de carbono. Embora os pastos nos trópicos úmidos bem controlados demonstrem manter estoques elevados do solo C, sua eficácia no seqüestro do solo C é reduzida gradualmente devido os declínios da produção do pasto em função do mau manejo.

Outros estudos destacam que os SAFs tem um potencial para seqüestrar carbono carbono através do sistema radicular das plantas, tendo um tempo médio de estoque entre 0-50 cm de profundidade em torno de 6 Mgha⁻¹de C para cultivo iniciais e 20 Mgha⁻¹de C para árvores mais desenvolvidas (Woomer & Palm, 1998). A importância da entrada de matéria orgânica a partir de árvores e liteira, ajudam na manutenção e aumentos do carbono orgânico do solo, tem sido demonstrado por diversos estudos em sistemas agroflorestais tropicais e temperados (Oelbermann et al., 2004).

O carbono na fração C-FLI seguiu a mesma tendência do C-FLL, com maiores percentuais até 40 cm de profundidade, apresentando a mesma seqüência decrescente de

valores da fração C-FLL (Figuras 15A a D) em todos os ambientes. Para a liberação do carbono contido na fração C-FLI é necessário um tratamento de quebra (dispersão) do agregado. Esse carbono tem uma ciclagem mais lenta, e em geral, é mais humificada que a fração leve livre (Roscoe & Machado, 2002).

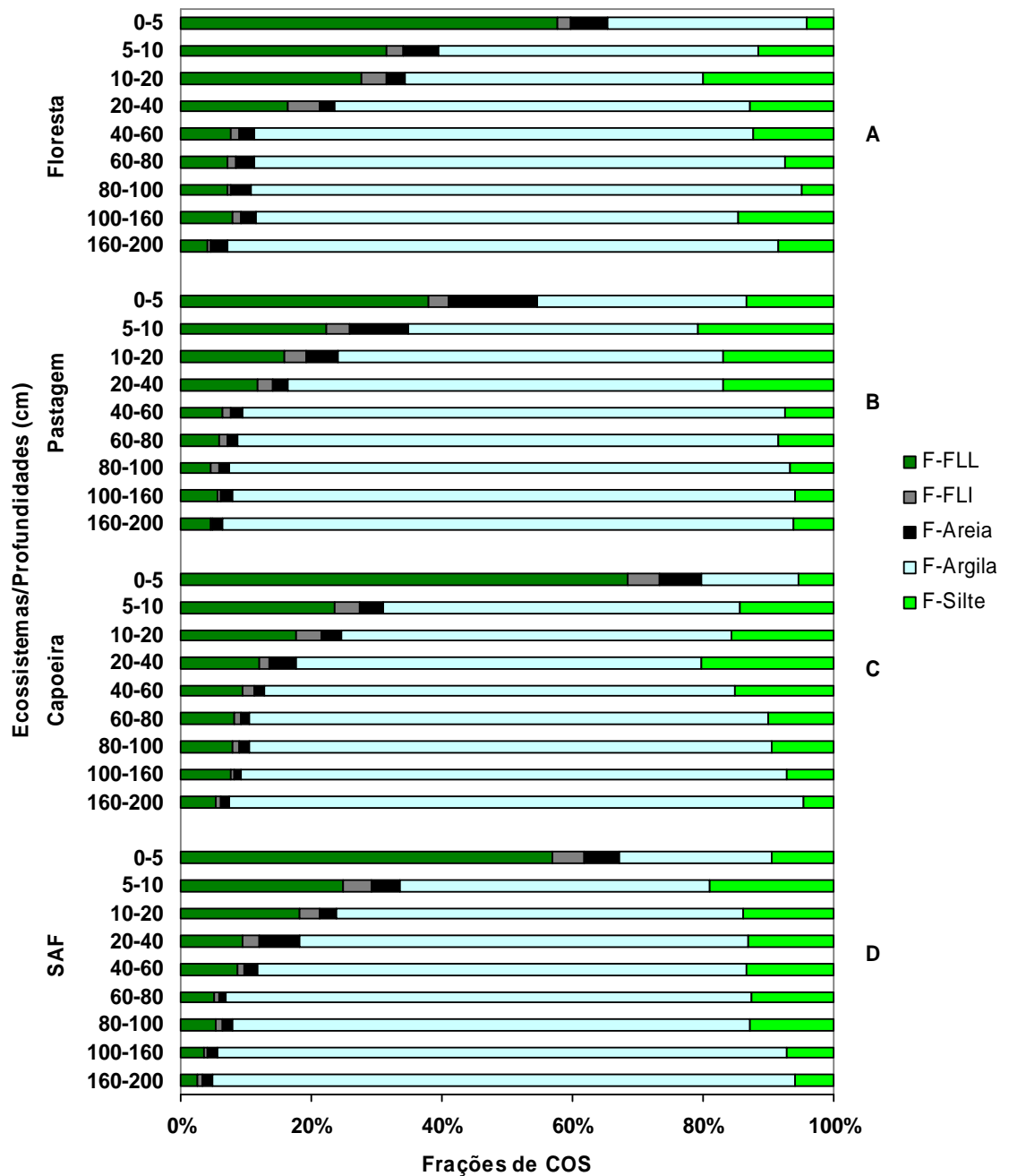


Figura 15. Teores de carbono nas frações dos solos nos diferentes ecossistemas

Sistemas agroflorestais podem sequestrar $2,1 \times 10^9$ Mg ano⁻¹ de C na biosfera terrestre auxiliando na conservação do carbono orgânico no solo (Quadro 1)

Quadro 1. Potencial biológico de seqüestro anual de carbono a partir de diferentes práticas de uso da terra em biomas tropicais e temperados

Práticas de manejo da Terra	Biomas tropicais ($\times 10^9$ Mg ano ⁻¹ de C)	Biomas temperados ($\times 10^9$ Mgha ⁻¹ de C)
Arborização	1,3	0,9
Sistema Agroflorestal	2,1	1,9
Reabilitação da Terra	0,1	0,1
Conservação da Agricultura	2,4	1,0
Sem Desflorestamento e Desertificação	2,8	1,0
Total	8,7	4,9

Fonte: (Oelbermann et al., 2004 adaptado de Dixon & Turner, 1991).

Considerando o fracionamento pesado, a fração C-argila foi responsável por 70% do CO retido entre 1,0 m a 2,0 m em profundidade, variando de 30,1% a 66,3% (Floresta)(Figura 15A), 29,3% a 71,3% (Pastagem) (Figura 15B), 15,2% a 73,3% (Capoeira) (Figura 15C) e de 23,0 a 74,6 do CO do solo (SAF)(Figura 15D), aumentando a contribuição em profundidade. A fração C-silte (fração fina) segue a tendência da fração C-argila, retendo na superfície em torno de 12,1% (Pastagem) a 3,8% (Capoeira) (Figura 15C) do CO do solo em profundidade, enquanto que a fração C-areia apresenta os menores percentuais de retenção do carbono orgânico, variando de 12,4% a 1,2% do CO do solo (Pastagem) (Figura 15B).

Quanto maior a superfície específica da partícula, maior é a capacidade de interação dessa partícula com a MO. Em solos argilosos a muito argilosos predominantes na Amazônia, o COS está condicionado em profundidade a fração mais fina C-argila, enquanto que em solos arenosos, a maior proporção de carbono estaria na fração areia (Roscoe & Machado, 2002). Hassink (1997) avaliando as relações entre a proporção de partículas finas (ex: partículas de argila e silte menores que 20 μ m) de solos de clima tropical e temperado, constatou que o solo tem a capacidade de preservar C e N pela associação com partículas de argila e silte, em função das partículas mais finas estarem protegidas da ação microbiana e o acúmulo ser limitado. Esse tipo de fração é dividida de acordo com o tamanho das partículas, sendo mais comumente separada nas frações areia (maior que 53 μ m), silte (2-53 μ m) e argila (0-2 μ m).

A Figura 16 A a D apresenta o fracionamento do nitrogênio total (Nit) nas diversas frações leves e pesadas dos solos nos diferentes ambientes. Assim, os teores de Nit (nitrogênio total) na fração N-FLL (Figura 16) seguiram a mesma tendência do COS, elevados na superfície do solo, decrescendo drasticamente em profundidade com teores variando de 5 cm a 200 cm entre: 33% a 0,2% (Floresta), 18,1% a 0,01% (Pastagem), 51% a 0,1% (Capoeira) e 40,3% a 0,09% (SAF). Esses valores são característicos dessas classes de solos. As concentrações de nitrogênio do solo foram altas nas primeiras camadas do solo, decrescendo em profundidade, como já são característicos em solos amazônicos (Chauvel et al., 1987). Os altos teores de nitrogênio nas camadas superficiais estão associados a atividade biológica e alta intensidade de mineralização (Luizão et al., 2004).

Considerando a superfície (0-5cm), obteve-se a seguinte seqüência na ordem decrescente de Nit na fração N-FLL (Figura 16): Capoeira > SAF > Floresta > Pastagem. Entretanto, não há diferença significativa entre as áreas de Capoeira, SAF e Floresta, obtendo-se diferença entre cada um desses ambientes com a área de pastagem ($F= 258,23$, $p<0,001$; $F= 185,24$; $p< 0,01$ e $F= 214,25$; $p< 0,001$), respectivamente. Ainda na Figura 16, nota-se reduzidos teores de Nit da fração N-FLL em profundidade, nos ambientes de Pastagem (5B) e SAF (5D), com teores inferiores a 0,01% e a 0,1% de Nit abaixo de 80 cm de profundidade, respectivamente. A fração N-FLI segue a mesma tendência da N-FLL, sendo que o Nit está protegido no interior dos agregados do solo, dificultando o seu movimento e perda.

A 2,0 m de profundidade, o Nit é dependente das frações finas do solo (N-argila e N-silte), sendo na área de Floresta altamente dependente da argila com 80% de Nit na sua fração N-argila (Figura 20A) e em torno de 60% nos outros ambientes (Figura 15B, C e D).

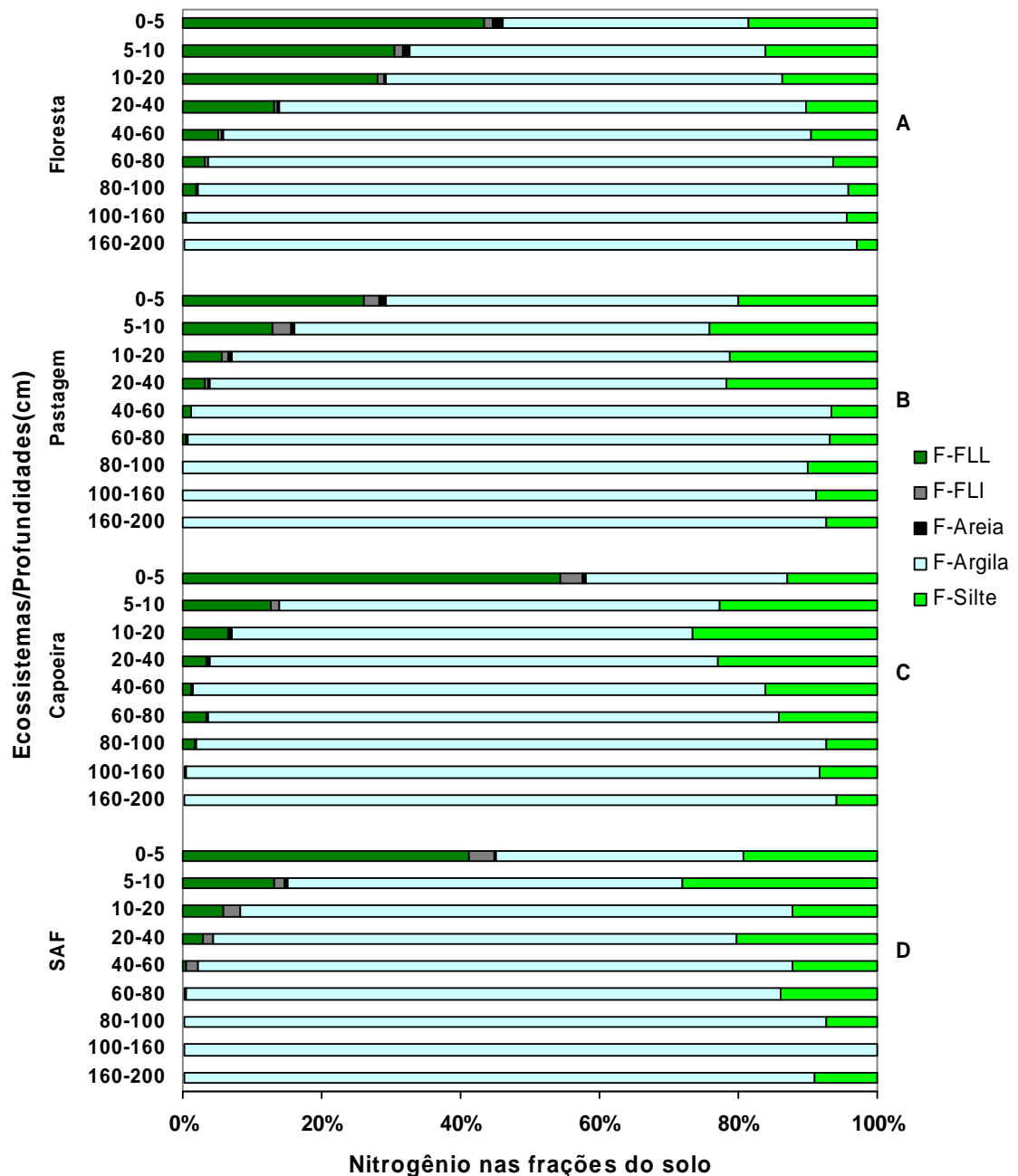


Figura 16. Teores de nitrogênio nas frações dos solos nos diferentes ecossistemas

Estoques de carbono e nitrogênio nas frações do solo nos diferentes sistemas de uso da Terra (SUT): Floresta, Pastagem, Capoeira e SAF.

Nas Figuras 17, 18, 19 e 20 são apresentados a média dos estoques totais de carbono (EC) e nitrogênio (EN) por camadas do solo em Mg ha^{-1} de C, em cada fração física nos diferentes SUT. Os estoques de carbono foram maiores nas frações pesadas

(C-argila e C-silte), ao longo do perfil, em todos os SUT. Entretanto, a camada de 0-5 cm, da fração C-FLL contribui significativamente na camada superficial (0-5cm), com valores superiores aos estoques contidos nas frações pesadas em todos os SUT. Os maiores estoques de carbono da fração C-FLL, na camada de 0-5 cm, ocorreram no Sistema Agroflorestal (20,98a Mg ha⁻¹de C) (Figura 15) > Capoeira (18,09a Mg ha⁻¹de C) (Figura 19) > Floresta Primária (16,79a Mg ha⁻¹de C) (Figura 17), não diferindo entre si ($p>0,05$), sendo os menores estoques registrados na área de pastagem (5,61 Mg ha⁻¹de C) (Figura 18), diferindo significativamente dos outros sistemas ($p<0,0001$).

A explicação para os estoques mais elevados nos dois primeiros SUT pode ser pelo fato da fração lábil ser renovada e mantida em curto espaço de tempo, contribuindo para o alto estoque nessa fração, apesar dos baixos valores de densidade do solo nessas camadas. Da mesma forma, as raízes finas existentes no SAF e Capoeira podem ser responsáveis pelos estoques encontrados na superfície da fração lábil do solo (Cuevas & Medina, 1988), devido os menores diâmetros das raízes finas a decomposição e absorção dos nutrientes ocorre rapidamente quando comparado com raízes mais lignificadas (Amato et al., 1987).

Os menores estoques de carbono da pastagem na fração C-FLL (Figura 18) demonstram que, apesar do sistema radicular das gramíneas apresentar 46% do sistema radicular distribuído na camada de 0-10 cm (Teixeira & Bastos,1999), o carbono está estocado em profundidade nas frações pesadas, sugerindo que essas áreas estão constantemente liberando o carbono contido nessa fração. Existe ainda uma grande controvérsia sobre estoques de carbono em pastagem na Amazônia. Alguns estudos relatam decréscimos nesses estoques após a retirada da vegetação (Detwiler, 1986), sendo que outros demonstram aumentos nos estoques de carbono (Choné et al., 1991; Trumbore et al., 1995), embora que aumentos na ordem de 1-2 kg m⁻² de C seja pequeno quando comparado com as perdas de carbono para atmosfera em função da queima da vegetação natural.

Os estoques de carbono na fração FLI (fração leve intra agregada) apresentam valores reduzidos em todos os solos SUT, compreendidos entre 0,02 a 0,11 Mg ha⁻¹de C (Floresta)(Figura 17), 0,02 a 0,12 Mg ha⁻¹de C (Pastagem) (Figura 18), 0,02 a 0,34 Mg ha⁻¹de C (Capoeira) (Figura 19), 0,02 a 0,71 Mg ha⁻¹de C (SAF) (Figura 20). Entretanto,

os maiores estoques nessa fração foram observados na seguinte seqüência: SAF>Capoeira>Pastagem>Floresta O COS estocado nos agregados (FLI) geralmente representam uma pequena proporção do CO biologicamente ativo (Gregorich et al., 2006), aumentando com a agregação do solo. O COS contido nessa fração pode ser alterado a partir do aumento da densidade do solo e modificação nos agregados e porosidade do solo.

Os estoques de carbono na fração argila variaram entre 0,28 a 16,27 Mg ha⁻¹ de C (Floresta)(Figura 17), 2,05 a 6,97 Mg ha⁻¹ de C (Pastagem) (Figura 18), 2,00 a 8,26 Mg ha⁻¹ de C (Capoeira) (Figura 19) e entre 1,72 a 9,32 Mg ha⁻¹ de C (SAF) (Figura 20), sendo altos ao longo do perfil do solo. Estoques inferiores foram encontrados na fração C-silte (0,28 a 16,27 Mg ha⁻¹ de C - Floresta; 0,29 a 2,00 Mg ha⁻¹ de C - Pastagem; 1,14 a 5,19 Mg ha⁻¹ de C - Capoeira e de 1,68 a 4,65 Mg ha⁻¹ de C - SAF) e na fração C-areia (0,26 a 3,04 Mg ha⁻¹ de C - Floresta; 0,22 a 2,21 Mg ha⁻¹ de C - Pastagem; 0,18 a 4,39 Mg ha⁻¹ de C - Capoeira e entre 0,19 a 2,56 Mg ha⁻¹ de C -SAF), respectivamente.

Percebe-se que os sistemas de uso influenciam diretamente o carbono lábil, mas a física do solo controla diretamente a dinâmica do carbono nas outras frações de carbono, principalmente, a textura do solo. Existe uma estreita relação entre a matéria orgânica e a fração mineral do solo, formando complexos organo-minerais (Schnitzer, 1986). Solos com maior conteúdo de argila tem maior poder de conservação e estabilização da MO (Lepsch; Silva; Espironelo, 1982).

Os estoques de nitrogênio nas frações físicas do solo são apresentados nas Figuras 21 a 24. Observa-se que os maiores estoques de nitrogênio estão retidos na fração pesada argila, com estoques mais contínuos nas áreas de SAF (0,44 a 1,42 Mg ha⁻¹ de N) (Figura 24) e Floresta (0,19 a 1,05 Mg ha⁻¹ de N) (Figura 21) e na fração silte com valores mais elevados nas áreas de Capoeira (0,05 a 0,42 Mg ha⁻¹ de N) (Figura 23) e Pastagem (0,04 a 0,47 Mg ha⁻¹ de N) (Figura 22). Os estoques de nitrogênio nas frações pesadas são maiores com o aumento da profundidade. Os maiores estoques de nitrogênio na fração C-FLL foram encontrados nas áreas de Floresta (0,92 Mg ha⁻¹ de N) e Capoeira (0,76 Mg ha⁻¹ de N), a 5 cm de profundidade (Figuras 21 e 23), coincidindo com os estoques de carbono. Aumentos dos estoques estão provavelmente

assossiado ao maior volume de resíduos vegetais retornados ao solo, e também ao maior estoque de COS.

O maior armazenamento de COS implica em maior disponibilidade dos ENIT, em função de 95% do nitrogênio do solo está presente na forma orgânica (Camargo et al., 1999). Altas concentrações de N nas camadas superficiais estão associadas a alta atividade biológica e alta taxa de mineralização (Luizão et al., 2004).

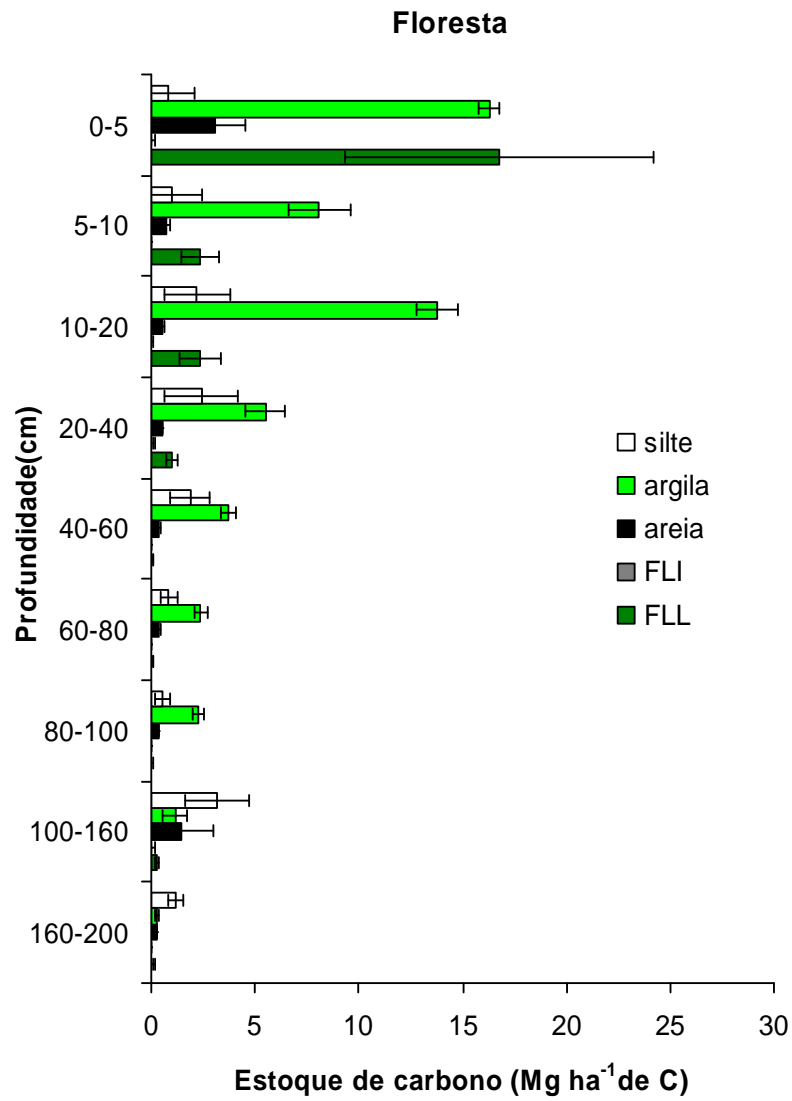


Figura 17. Estoques de carbono nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Floresta Primária.

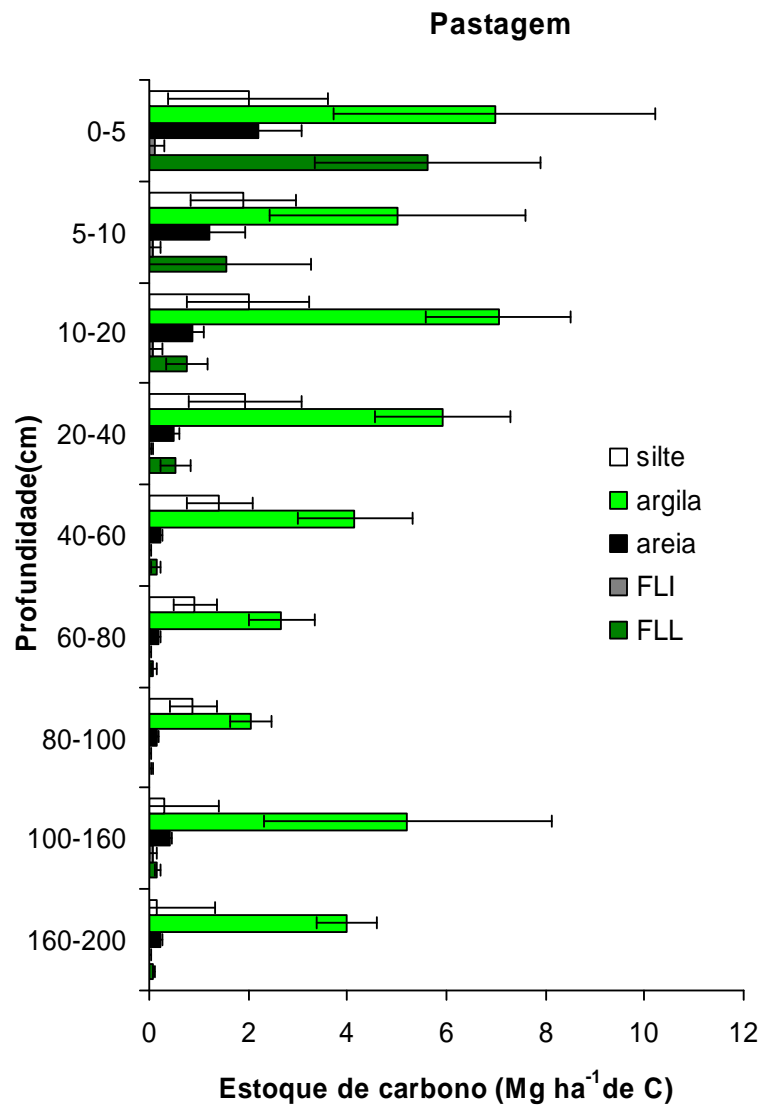


Figura 18. Estoques de carbono nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Pastagem Manejada

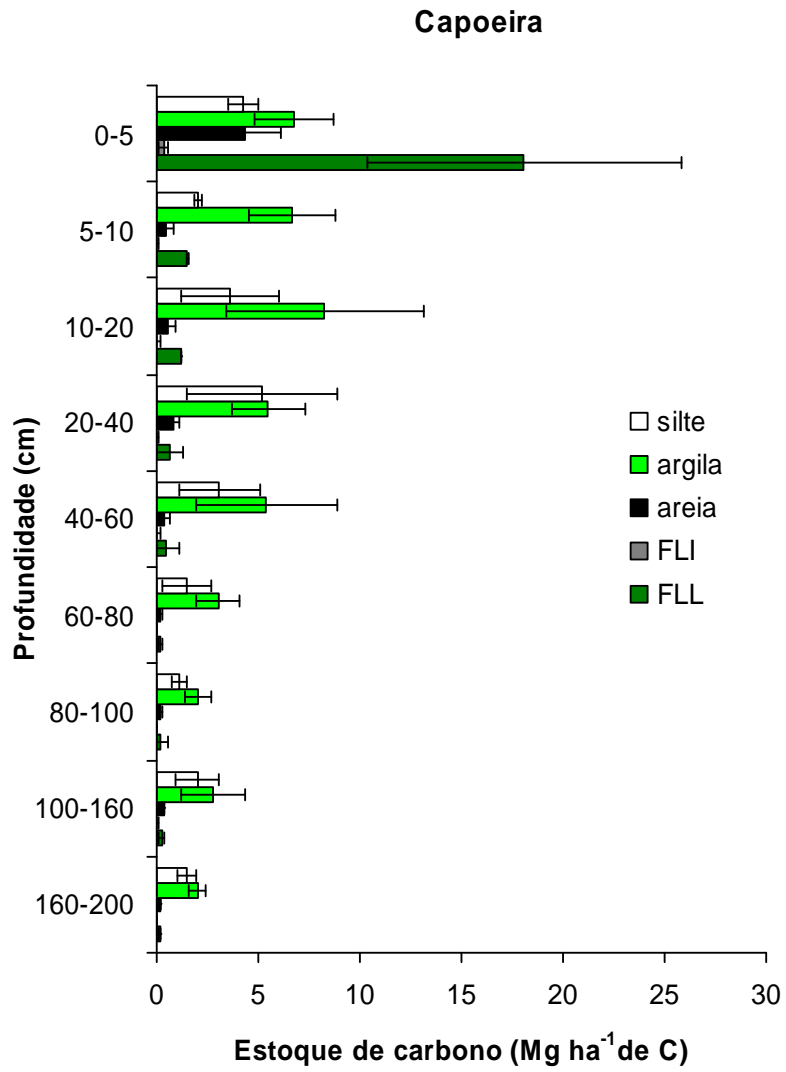


Figura 19. Estoques de carbono nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Capoeira.

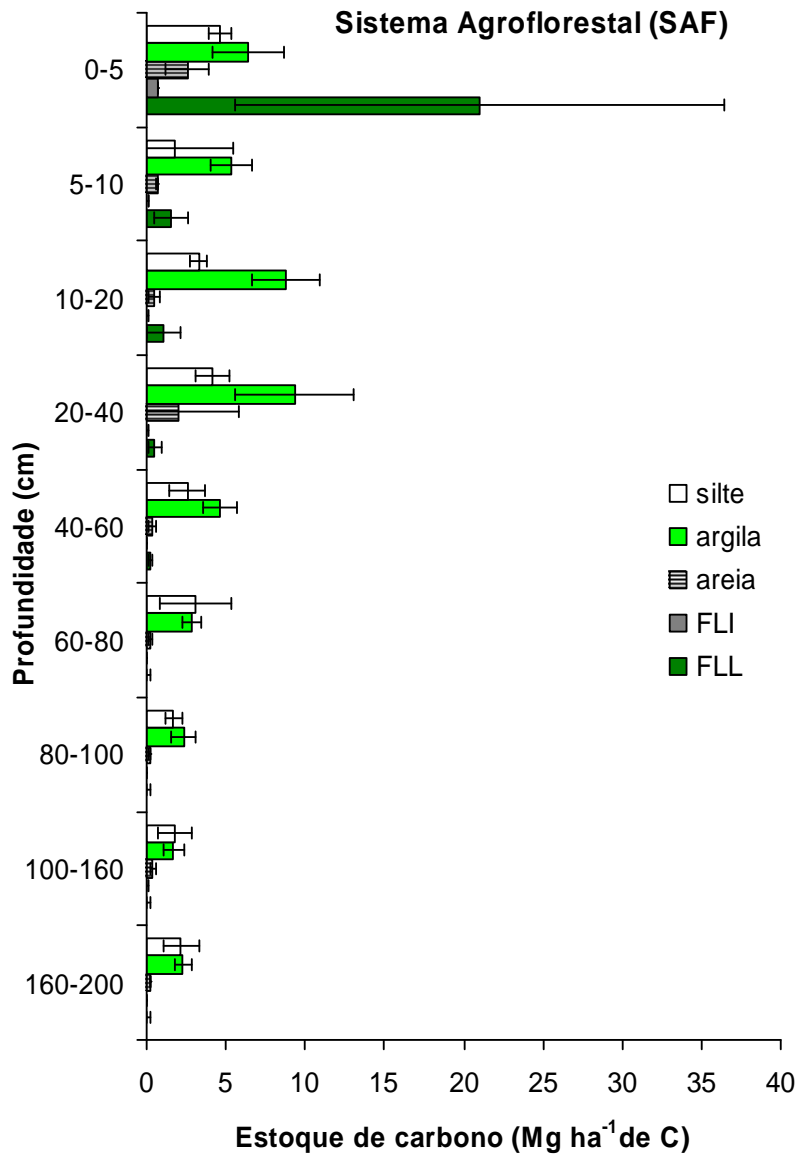


Figura 20. Estoques de carbono nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Sistema Agroflorestal.

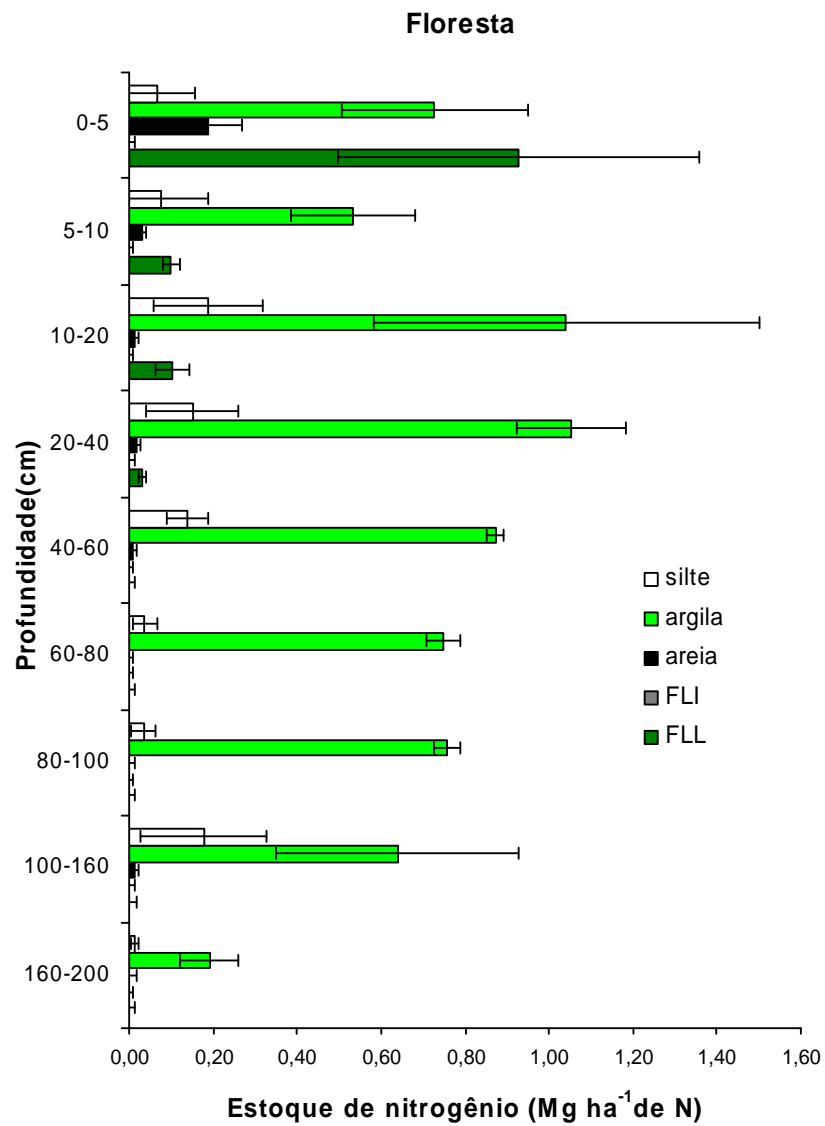


Figura 21. Estoques de nitrogênio nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Floresta Primária

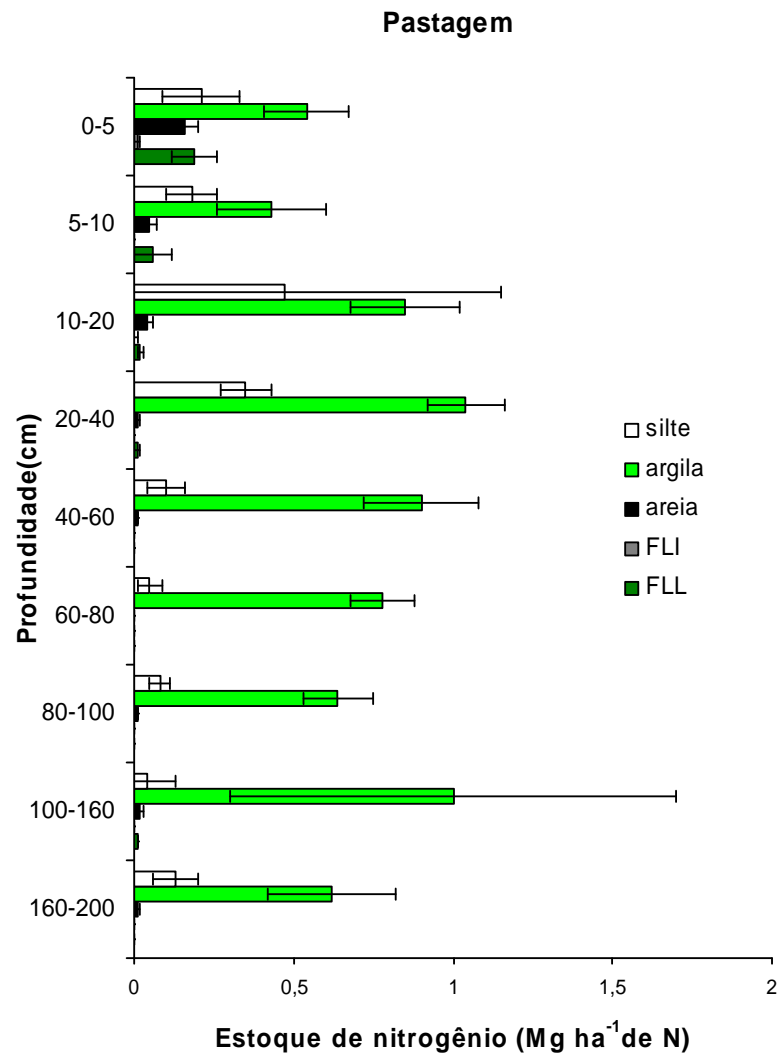


Figura 22. Estoques de nitrogênio nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Pastagem

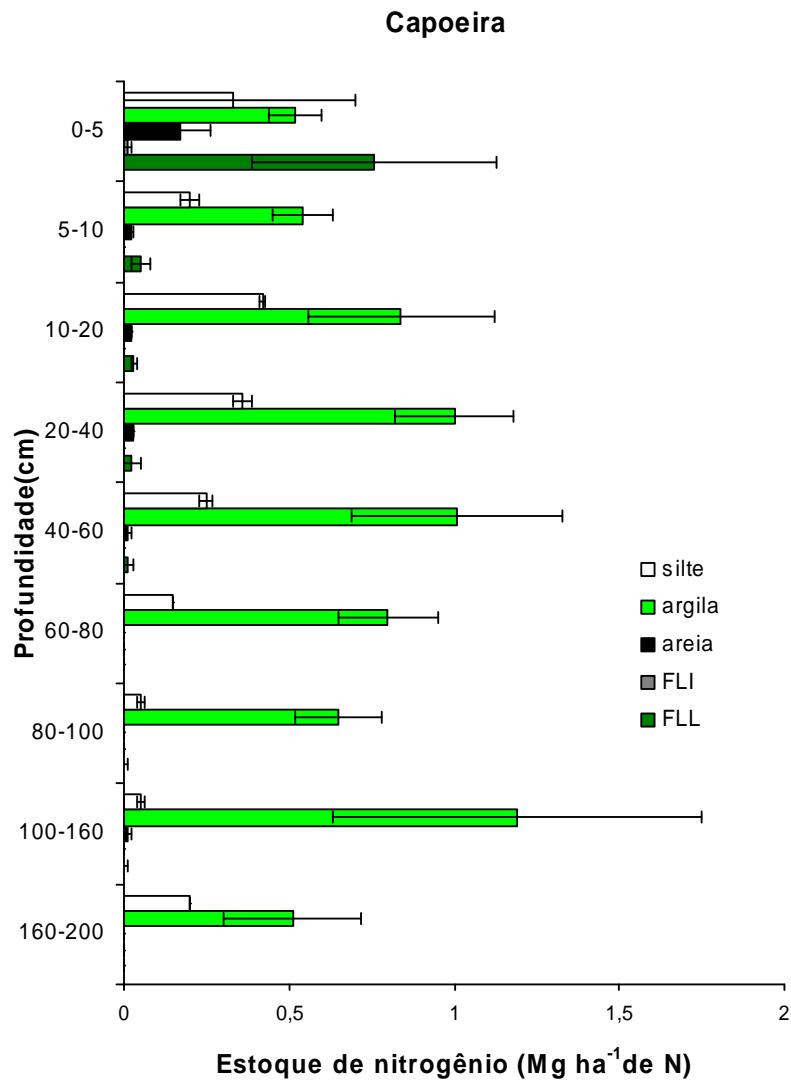


Figura 23. Estoques de nitrogênio nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Capoeira.

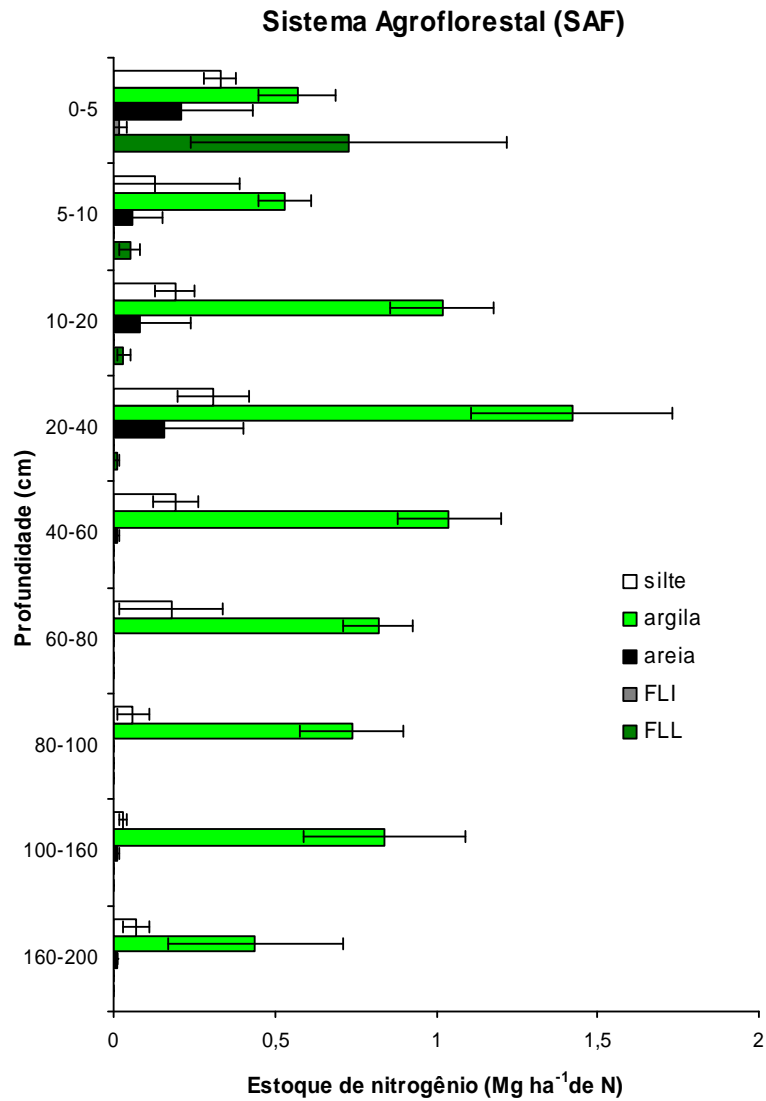


Figura 24. Estoques de nitrogênio nas frações leves e pesadas em diversas profundidades em Sistema Agroflorestal.

Estoques totais de carbono e nitrogênio nos sistemas de uso da terra (SUT) nas diversas frações do solo.

Os estoques totais de carbono e nitrogênio são apresentados nas Tabelas 6 e 7. Os maiores estoques de carbono e nitrogênio das frações em todos os SUT seguiram a seguinte seqüência: C-argila > C-silte > C-FLL > C-areia > C-FLI.

Os estoques de carbono contidos na fração C-FLL da Floresta (23,13 Mg ha⁻¹ de C), Capoeira (22,71 Mg ha⁻¹ de C) e SAF (24,82 Mg ha⁻¹ de C) não apresentaram diferença significativa entre si, entretanto, quando comparados com a Pastagem (8,98 Mg ha⁻¹ de C) esses SUT diferem significativamente ($p < 0,000$) (Tabela 6). A mesma tendência é observada nos estoques do nitrogênio, obtendo-se estoques totais de 1,17 Mg ha⁻¹ de N (Floresta), 0,87 Mg ha⁻¹ de N (Capoeira), 0,82 Mg ha⁻¹ de N (SAF), diferindo-se da Pastagem (0,29 Mg ha⁻¹ de N). A média de perdas de carbono na fração lábil na área de pastagem quando comparado com a floresta, capoeira e SAF foi de 38,82 Mg ha⁻¹ de C, 39,54 Mg ha⁻¹ de C e 36,18 Mg ha⁻¹ de C, respectivamente.

A área de pastagem apresentou baixos estoques de carbono nas frações C-FLL, C-areia e C-silte. Observando-se os outros SUT em relação as frações pesadas (argila, silte e areia), observa-se que a Floresta apresenta o maior estoque na fração argila (53,42 Mg ha⁻¹ de C) quando comparado com os outros ambientes.

Ao longo do perfil as áreas de Capoeira e SAF apresentaram estoque de carbono e nitrogênio próximos a área de floresta primária, demonstrando serem formas adequadas de conservação do carbono no perfil de solo. Outros estudos confirmam os resultados aqui encontrados, ressaltando que os SAF apresentam um potencial para restaurar terras degradadas, mantendo a fertilidade do solo, e mais recentemente seqüestrar carbono mitigando as emissões de carbono para a atmosfera (Batjes & Sombroek, 1997; Mutuo et al., 2005; Oelbermann et al., 2004; Watson et al., 2000), podendo aumentar os estoques de carbono acima de 60 Mg ha⁻¹ de C quando comparado com outras coberturas como as pastagens, dependendo da idade da rotação e sistema de uso da terra (Mutuo et al., 2005).

A expansão dos sistemas agroflorestais pode conseqüentemente causar impacto no fluxo global de carbono e estoque de carbono a longo prazo em ecossistemas

terrestres (Dixon, 1995). Os estoques de carbono no perfil na fração C-FLI foram superiores na área de SAF > Capoeira > Pastagem > Floresta.

Tabela 6. Estoques totais de carbono nas frações do solo por perfil até 2,0 m de profundidade em Mg ha^{-1} de C contidos em cada fração do solo

Ecosistema	C-FLL	C-FLI	C-AREIA	C-ARGILA	C-SILTE
Floresta	23,13ab±3,33	0,47be±0,03	7,54ad±0,55	53,42aa±3,50	14,04ac±0,54
Pastagem	8,98bb±1,10	0,52abd±0,02	5,98bc±0,41	43,06ba±1,07	11,52ab±0,45
Capoeira	22,71ab±3,60	0,75ad±0,06	7,59ac±0,83	42,45ba±1,42	24,26bb±0,86
SAF	24,82ab±4,22	1,12ad±0,13	7,13ac±0,53	43,77ba±1,75	25,23bb±0,66

FLL: fração leve livre; FLI: fração leve intra-agregada

A primeira letra compara cada fração entre os ecossistemas, a segunda compara as diversas frações dentro do mesmo ecossistema ($p < 0,05$; Tukey HSD).

No geral os estoques de nitrogênio (Tabela 7) seguiram a mesma tendência dos estoques de carbono (Tabela 6). Os estoques de nitrogênio ao longo do perfil em cada fração foram maiores nas frações C-argila, C-silte e C-FLL, sendo que os valores mais elevados da fração argila encontrados nas áreas de SAF ($7,06 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N) e Capoeira ($7,06 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N), bem como a área de floresta apresentou os maiores estoques nitrogênio na fração C-FLL ($1,17 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N). Os estoques de nitrogênio na fração C-FLI e fração C-Argila não apresentaram variação significativa ($p > 0,05$) entre os ambientes, sendo $0,01$ a $0,02 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N na fração FLI e entre $6,56$ a $7,42 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N.

Tabela 7. Estoques totais de nitrogênio nas frações do solo por perfil até 2,0 m de profundidade em Mg ha^{-1} de N contidos em cada fração do solo

Ecosistema	C-FLL	C-FLI	C-AREIA	C-ARGILA	C-SILTE
Floresta	1,17ab±0,18	0,01ae±0,0	0,27bd±0,03	6,56aa±0,16	0,89cc±0,04
Pastagem	0,29bc±0,03	0,01ae±0,0	0,31bd±0,03	6,82aa±0,12	1,61bb±0,08
Capoeira	0,87ac±0,15	0,01ae±0,0	0,26bd±0,03	7,06aa±0,15	2,01ab±0,08
SAF	0,82ac±0,14	0,02ae±0,0	0,54ad±0,04	7,42aa±0,18	1,49bb±0,06

FLL: fração leve livre; FLI: fração leve intra-agregada

A primeira letra compara cada fração entre os ecossistemas, a segunda compara as diversas frações dentro do mesmo ecossistema ($p < 0,05$; Tukey HSD).

5. CONCLUSÕES

Em todos os sistemas de uso da terra o carbono presente na superfície do solo está associado as frações mais lábeis do solo enquanto que em profundidade o carbono está retido nas frações pesadas mais finas do solo (argila + silte);

Em torno de 60% do CO do solo dos sistemas de uso da terra estudados estão contidos na camada superficial (0-5cm), associado a fração leve (C-FLL). As áreas de Capoeira apresentaram a maior massa de frações leves (livre e intra-agregado), pressupondo que essas áreas apresentam rápida reposição de resíduos orgânicos, atuando de forma similar a áreas florestadas, recuperando o solo e o COS;

Até 2 m de profundidade, o carbono e nitrogênio existentes nas frações pesadas não são diretamente afetados pelos sistemas de uso e manejo do solo como ocorre com a fração C-FLL, C-FLI, N-FLL e N-FLI. No caso de alterações dos ambientes estudados, o declínio de carbono e nitrogênio nas frações pesadas ocorreria lentamente e a longo prazo diferindo das FLL e FLI;

O solo sob Floresta apresenta as porcentagens mais elevadas de CO no intervalo de 10 a 200 cm de profundidade, demonstrando o potencial das raízes, biota do solo e liteira (fina e grossa) no balanço do carbono em áreas de Floresta Primária;

O carbono contido em todas as frações nos solos sob Capoeira e SAF foram superiores, em todas as profundidades, quando comparado com o ambiente de Pastagem, sendo possível inferir que em conversão de floresta para o estabelecimento de SAF ou Capoeira ocorre menos perda de carbono para a atmosfera;

As áreas de Capoeira e SAF recuperam o carbono orgânico do solo, sendo alternativas viáveis de recuperação de solo submetidos a degradação e a cultivos intensos na Amazônia;

O carbono na fração C-FLI seguiu a mesma tendência do C-FLL, com maiores percentuais até 40 cm de profundidade, apresentando a mesma seqüência decrescente de valores da fração C-FLL em todos os ambientes;

A fração C-argila foi responsável por 70% do CO retido entre 1,0 m a 2,0 m em profundidade, aumentando a contribuição em profundidade.

Os teores de Nit (nitrogênio total) na fração N-FLL seguiram a mesma tendência do COS, elevados na superfície do solo, decrescendo drasticamente em profundidade.

Os maiores estoques de carbono da fração C-FLL, na camada de 0-5 cm, ocorreram no Sistema Agroflorestral (20,98 Mg ha⁻¹ de C) > Capoeira (18,09 Mg ha⁻¹ de C) > Floresta Primária (16,79 Mg ha⁻¹ de C), sendo os menores estoques registrados na área de pastagem (5,61 Mg ha⁻¹ de C), diferindo significativamente dos outros sistemas;

Percebe-se que os sistemas de uso influenciam diretamente o carbono lábil, mas a física do solo controla diretamente a dinâmica do carbono e nitrogênio nas outras frações de carbono, principalmente, a textura do solo; sendo preponderante com o aumento da profundidade;

Os maiores estoques totais de carbono e nitrogênio das frações em todos os SUT seguiram a seguinte seqüência: C-argila > C-silte > C-FLL > C-areia > C-FLL.

A área de pastagem apresentou baixos estoques de carbono totais nas frações C-FLL, C-areia e C-silte. A Floresta apresenta o maior estoque total de carbono na fração argila (53,42 Mg ha⁻¹ de C) quando comparado com os outros ambientes. A expansão dos sistemas agroflorestrais/capoeira pode conseqüentemente causar impacto no fluxo global de carbono e estoque de carbono a longo prazo em ecossistemas terrestres;

Os estoques totais de nitrogênio ao longo do perfil em cada fração foram maiores nas frações C-argila, C-silte e C-FLL, sendo que os valores mais elevados da fração argila encontrados nas áreas de SAF e Capoeira, bem como a área de floresta apresentou os maiores estoques nitrogênio na fração C-FLL.

6. REFERÊNCIAS

Amato, M.; Ladd, J.N.; Ellington, A.; Ford, G.; Mahoney, J.E.; Taylor, A.C.; Walscott, D. 1987. Decomposition in situ of ¹⁴C and ¹⁵N-labelled legume and wheat materials in a range of southern Australian soils. *Australian Journal Soil Research*, 25:95-105.

Amelung, W. & Zech, W. 1999. Minimisation of organic matter disruption during particle-size fractionation of grassland epipedons. *Geoderma*, 92: 73-85.

Anderson, D.W. 1995. Decomposition of organic matter and carbon emissions from soils. In: Lal, R.; Kimble, J.; Levine, E.; Stewart, B.A. *Soils and global change*. Boca Raton: CRC Press, p. 165-175.

Andrade, C.A. 2004. Fração orgânica de biossólido e efeito no estoque de carbono e qualidade da matéria orgânica de um latossolo cultivado com eucalipto. 113p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

Batjes, N.H.; Sombroek, W.G. Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. *Global Change Biology*, v. 3, p. 161-173, 1997.

Batjes, N. H.; Dijkshoorn, J.A. 1999. Carbon and nitrogen stocks in the soils of the Amazon Region. *Geoderma*, 89: 273–286.

Berner, E.K.; Berner, R.A. 1987. *The Global Water Cycle*. New Jersey: Prentice-Hall. 397 p.

Borges, L.F. 2007. Fracionamento físico da matéria orgânica em diferentes solos sob o cultivo de laranja pêra, rio na costa do laranjal, Manacapuru – AM. Programa de Pós Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia. Dissertação. Universidade Federal do Amazonas. 56p.

Cadish, G.; Oliveira, O.C.; Cantarutti, R.; Carvalho, E.; Urquiaga, S. 1998. The role of legume quality in soil carbon dynamics in savanna ecosystems. In: Bergstrom, L. &

Kirchmann, H. Carbon and nitrogen dynamics in natural and Agricultural Tropical Ecosystems. CAB Internacional, Walling-ford, UK, p. 47-70

Cambardella, C.A.; Elliot, E.T. 1994. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 123-130

Cambardella, C.A.; Elliot, E.T. 1992. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 777-783.

Campos, D.V. 2003. Uso da Técnica de ^{13}C e Fracionamento Físico da Matéria Orgânica em Solos sob Cobertura de Pastagens e Cana-de-Açúcar na Região da Mata Atlântica. Seropédica. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Cambardella, C.A., Elliott, E.T. 1992. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 777-783

Canellas, L.P., Velloso, A.C.X., Rumjanek, V.M., Guridi, F., Olivares, F.L., Santos, G.A., Braz-filho, R. 2002. Distribution of the humified fractions and characteristics of the humic acids of an ultisol under cultivation of Eucalyptus and sugar cane. *Terra*, 20:371-381.

Castro filho, C.; Muzilli, O.; Podanoschi, A.L. 1998. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo de amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 527-538.

Choné, T.; Andreux, F.; Correa, J.C.; Volkoff, B.; Cerrí, C.C. 1991. Changes in organic matter in an oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ^{13}C composition. IN: Berthelin, J. Diversity of environmental biogeochemistry. Elsevier, New York, 307-405.

Christensen, B.T. 1992. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Advanced in Soil Science*, 20: 1-90.

Christensen, B.T. 2000. Organic matter in soil – structure, function and turnover. In: *Plant Production*. Tjele, 95p.

Christensen, B.T. 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science*, Oxford, 52: 345-353.

Conceição, P.C. 2006. Physical protection of soil organic matter in Southern Brazilian soils. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre*, 145p.

Conceição, P.C.; Amado, T.J.C.; Spagnollo, M.E. 2005. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 777-788.

Corazza, E.J. et al. 1999. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23 (2): 425-432.

Cruz, A.C.R.; Pauletto, E.A.; Flores, C.A.; Silva, J.B. 2003. Atributos físicos e carbono orgânico de um argissolo vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 1105-1112.

Cuevas, E. & Medina, E. 1988. Nutrient dynamics within Amazonian forests: fine root growth, nutrient availability and leaf litter decomposition. *Oecologia*, 76: 222-235.

Cunha, T.J.F.; Madari, B.E.; Benites, V.M. de; Canellas, L.P.; Novotny, E.H.; Moutta, R. de O.; Trompowsky, P.M.; Santos, G. de A. 2007. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizontes A antrópico da Amazônia (Terra Preta). *Acta Amazônica*, 37: 91-98.

Dalal, R. C. & R. J. Mayer. 1986. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, 24(1): 281-92.

Desjardins, T.; Barros, E.; Sarrazin, M.; Girardin, C.; Mariotti, A. 2004. Effects of Forest conversion to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazônia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103: 365-373.

Detwiler, F.A. 1986. Land use change and the global carbon cycle: the role of tropical soils. *Biogeochemistry*, 2: 67-93.

Diekow, J.; Mielniczuk, J.; Knicker, H.; Bayer, C.; Dick, D.P.; Knabner-kogel, I. 2005. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. *Soil & Tillage Research*, 81: 87-95.

Dixon, R.K. & Turner, D.P. 1991. The global carbon cycle and climate change: responses and feedback from below-ground systems. *Environmental Pollution*, 73: 245-261.

Doran, J.W. & Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicek, D.F.; Stewart, B.A. eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, Soil Science Society of America, p.3-22. (Publication Number, 35)

Duxbury, J.M.; Smith, M.S.; Doran, J.W. 1989. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: coleman, D.C.; oades, J.M.; uehara, G. (Eds). *Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Cosystems*, Niftal. Project, Honolulu, p. 33-67.

Embrapa.2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 412 p.

Fearnside, P.M.; Leal Filho, N.; Fernandes, F.M. 1993. Rainforest burning and the global carbon budget: biomass, combustion efficiency and charcoal formation in the Brazilian Amazon. *Journal of Geophysical Research*, 98:16733-16743.

Fearnside, P.M. 1996. Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. *Forest Ecology and Management*, 80: 21-34.

Fernandes, S.A.P.; Bernoux, M.; Cerri, C.C.; Feigl, B.J.; Piccolo, M.C. 2002. Seasonal variation of soil chemical properties and CO₂ and CH₄ fluxes in unfertilized and P-fertilized pastures in an ultisol of the Brazilian Amazon. *Geoderma*, 107: 227-241

Feigl, B.J.; Melillo, J.M.; Cerri, C.C. 1995. Changes in the origin and the quality of soil organic matter and its size fractions after deforestation for pasture introduction in Rondônia, Brasil. *Plant Soil*, 175: 21-29.

Follett, R.F. 2001. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. *Soil Tillage Research*, 64: 77-92.

Foster, R.C. 1994. Microorganismos and soil aggregates. In: Pankhurst, C.E.; Doube, B.M.; Gupta, V.V.S.R.; Grace, P.R. *Soil biota: management in sustainable farming systems*. East Melbourne, CSIRO, p. 144-155.

Franzluebbers, A.J. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil Tillage Research*, 66: 95-106.

Franzluebbers, A.J. 2005. Soil organic carbon sequestration and agricultural greenhouse gas emissions in the southeastern USA. *Soil & Tillage Research*, 83: 120-147.

Freitas, P.L.de; Blancaneaux, P.; Gavinelli, E.; Larrouy-Larré, M.C.; Feller, C. 2000. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 157-170.

Freixo, A. A.; Machado, P. L. O. A.; Santos, H. P.; Silva, C. A.; Fadigas, F.S. 2002a. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, 64: 221-230.

Freixo, A. A.; Machado, P. L. O. A.; Guimarães, C. M.; Silva, C. A.; Fadigas, F.S. 2002b Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 26: 425-434.

Gayer, C.; Mielniczuk, J.; Amado, T.J.C.; Martin-Neto, L.; Fernandes, S.V. 2000. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 54: 101-109

Gavinelli, E.; Feller, C.; Larré-Larrouy, M. C.; Bacye, B.; Djegui, N.; Nzila, J. D. 1995. A routine method to study soil organic matter by particle-size fractionation: examples for tropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Athens, 26:749-1760.

Gregorich, E.G.; Carter, M.R.; Angers, D.A.; Monreal, C.M.; Ellert, B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.*, 32: 367-375

Guo, L.B. & Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*, 8: 345-360, 2002.

Hairiah, K.; Sitompul, S.M.; Van Noordwijk, M.; Palm, C.A. 2001. Carbon stocks of tropical land use systems as part of the global carbon balance: effects of forest conversion and options for clean development activities. *Alternatives to slash-and-burn (ASB) Lecture*. ICRAF, Bogor, Indonesia.

Hernani, L.C.; Kurihara, C.H.; Silva, W.M. 1999. Sistemas de manejo do solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 145-154.

Higuchi, N. & Carvalho, JR J.A. 1995. Biomassa florestal e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Emissões x Sequestro de CO₂ – Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. CVRD. P. 125-153.

Higuchi, N.; Chambers, J.; Santos, J.dos.; Ribeiro, R.J.; Pinto, A.C.M.; Silva, R.P.da.; Rocha, R.de M.; Tribuzi, E.S. 2004. Dinâmica e balance do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. *Floresta*, 34: 295-304.

Houghton, R.A. 2003a. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology*, 55: 378-390.

Houghton, R.A. 2003b. Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different? *Global Change Biology*, 9: 500-509.

Houghton, R.A. 2005. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Global Change Biology*, 11: 945-958.

Hsieh, Y.P. 1989. Dynamics of soil organic matter formation in croplands conceptual analysis. *The Science of the total environment*, 81: 381-390.

Ingram, J.S.I. & Fernandes, E.C.M. 2001. Managing carbon sequestration in soils: concepts and terminology. *Agricultural Ecosystems Environmental*, 87: 111-117.

Izaurrealde, R.C.; Rosenberg, N.; Lal, R. 2001. Mitigation of climatic change by soil carbon sequestration: issues of science, monitoring and degraded lands. *Advances Agronomy*, 70: 1-75.

Janzen, H. H.; Campbell, C. A.; Brandt, S. A., 1992. Light – fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. *Soil Science Society of America Journal*, 56:1799-1806.

Janzen, H.H.; Campbell, C.A.; Ellert, B.H.; Bremer, E. 1997. Soil organic matter dynamics and their relationship to soil quality. In: Gregorich, E.G.; Carter, M.R. (Ed.). Soil quality for crop production and ecosystem health. Amsterdam: Elsevier, p. 277-291. (Developments in Soil Science, 25).

Jordan, C.F. 1986. Soils of the Amazon rainforest. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (Ed.). Amazonia. Oxford: Pergamon Press. p. 83-94.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123: 1-22.

Lal, R.; Follett, R.F.; Kimble, J.; Cole, C.V. 1999. Managing US cropland to sequester carbon in soil. *Journal Soil Water Conservation*, v. 54, p. 374-381.

Lal, R. & Kimble, J.M. 2000. Tropical ecosystems and the global carbon cycle. In: Lal, R.; Kimble, J.M.; Stewart, B.A. *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*. CRC-Lewis Publishers. Boca Raton, FL, p. 3-32.

Lepsch, I.F.; Silva, N.M.; Espironelo, A. 1982. Relação entre matéria orgânica e textura de solos sob cultivo de algodão e cana de açúcar, no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 41: 231-236.

Lovato, T.Ç Mielniczuk, J.; Bayer, C.; Vezzani, F. 2004. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 175-187.

Marques, J.D.; Luizão, F.J.; Luizão, R.C.C.; Neto, A.S. 2007. Variação do carbono orgânico em relação aos atributos físicos e químicos do solo ao longo de uma topossequência na Amazônia Central. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, CD-ROOM.

Mielniczuk, J. 1999. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: Santos, G.A. & Camargo, F.A.O., eds. *Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Genesis, p.1-8.

Moreira, A. 2007. Fertilidade, matéria orgânica e substâncias húmicas em solos antropogênicos da Amazônia Ocidental. *Bragantia*, Campinas, 66(2): 307-315.

Moreira, A. & Malavolta, E. 2002. Variação das propriedades químicas, físicas do solo e na matéria orgânica em agroecossistemas da Amazônia Ocidental. Piracicaba: CENA/USP, 79p.

Mutuo, P.K.; Cadisch, G.; Albrecht, A.; Palm, C.A.; Verchot, L. 2005. Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soils in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 71:43-54.

Neufeldt, H.; Resck, D.V.S.; Ayarza, M.A. 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in cerrado oxisols, central Brazil. *Geoderma*, 107: 151-164.

Nepstad, D.C.; Carvalho, C.R.; Davidson, E.A.; Jipp, P.H.; Lefebvre, G.H.; Negreiros, E.D.; Silva, T.A.; Stone, S.E.; Trumbore, S.E.; Vieira, S. 1994. The role of deep roots in the hydrological cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature*, 372:666-669.

Nogueira, E.M. 2008. Densidade de madeira e alometria de árvores em florestas do 'arco do desmatamento': implicações para biomassa e emissão de carbono a partir de mudanças de uso da terra na amazônia brasileira. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais. Tese de doutorado. INPA

Oelbermann, M.; Voroney, R.P.; Gordon, A.M. 2004. Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 104, p. 359-377.

Palm, C.A.; Alegre, J.C.; Arevalo, L.; Mutuo, P.K.; Mosier, A.; COE, R. 2002. Nitrous oxide and methane fluxes in six different land use systems in the Peruvian Amazon. *Global Biogeochemistry Cycles*, 16: 1073.

Passos, R.R.; Ruiz, H.A.; Cantarutti, R.B.; Mendonça, E.S. de. 2007. Carbono orgânico e nitrogênio em agregados de um Latossolo vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1109-1118.

Paustian, K.; Six, J.; Elliott, E.T.; Hunt, H.W. 2000. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry*, 48: 147-163

Philips, O.L.; Malhi, Y.; Higuchi, N.; Laurance, W.F.; Nunez, P.V.; Vasquez, R.M.; Laurance, S.G.; Ferreira, L.V.; Stern, V.; Brown, S.; Grace, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science*, 282: 439-442.

Pinheiro, E.F.M.; Pereira, M.G.; Anjos, L.H.C.; Machado, P.L.O.A. 2004. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 731-737.

Pinto, A.de S.; Bustamante, M.M.C.; Kissele, K.; Burke, R.; Zepp, R.; Viana, L.T.; Varella, R.F.; Molina, M. 2002. Soil emissions of N₂O, N₂, and CO₂ in Brazilian Savannas: effects of vegetation type, seasonality and prescribed fires. *Journal of Geophysical Research*, 107: 1-57.

Puget, P.; Chenu, C.; Balesdent, J. 2000. Dynamics of soil organic matter associated with particle-size fractions of water-stable aggregates. *European Journal Soil Science*, 51: 595-605.

Reicosky, D.C.; Reeves, D.W.; Prior, S.A.; Runion, G.B.; Rogers, H.H.; Raper, R.L. 1999. Effects of residue management and controlled traffic on carbon dioxide and water loss. *Soil Tillage Research*, 52: 153-165.

Roscoe, R. & Buurman, P. 2000. Disruption of soil aggregates by varied amount of ultrasonic energy in fractionation of clay Latosol. *Europ. J. Soil Sci.*, 51:445-454.

Roscoe, R. & Machado, P. L. O. de A. 2002. Fracionamento Físico do solo em Estudos da Matéria Orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 86p.

Sá, J.C.M.; Cerri, C.C.; Dick, W.A.; Lal, R.; Venske-filho, S.P.; Piccolo, M.C.; Feigl, B.E. 2001. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Science Society America Journal*, 65: 1486-1449.

Sá, J.C.M. 2001. Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo convencional e plantio direto. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 141p.

Salimon, C.I.; WadI, P.G.S.; Melo, A.W.F. 2007. Dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em argissolos da formação geológica solimões, no sudoeste da Amazônia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 7(1): 29-38

Sanchez, P., Palm, C.A., Buol, S.W. 2003 Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. *Geoderma*, 114:157-185.

Santos, A.J.B.; Quesado, C.A.; Silva, G.da.; Maia, J.F.; Miranda, H.S.; Miranda, A.C.; Lloyd, J. 2004. High rates of net ecosystem carbon assimilation by *Brachiara* pasture in the Brazilian Cerrado. *Global Change Biology*, 10: 877-885.

Stallard, R.F.; Edmond, J.M. 1981. Geochemistry of the Amazon. 1. Precipitation chemistry and the marine contribution to the dissolved-load at the time of peak discharge. *Journal Of Geophysical Research-Oceans And Atmospheres*, v.86(10): 9844-9858.

Schnitzer, M. 1986. Binding of humic substances by mineral colloids. IN: HUANG, P.M.; SCHITZER, M. Interactions of soil minerals with natural organics and microbes. Wisconsin: SSSA, 77-101.

Shang, C. & Tiessen, H. 2001. Sequential versus parallel density fractionations of silt-sized organomineral complexes of tropical soils using metatungstate. *Soil Biology Biochemistry*, 33: 259-262.

Shepherd, T.G.; Saggar, S.; Newman, R.H.; Ross, C.W.; Dando, J.L. 2001. Tillage-induced changes to soil structure and organic carbon fractions in New Zealand soils. *Australian Journal Soil Research*, 39: 465-489.

Silva, J. E. & Resck, D. V. S. 1997. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 467-524.

Silva, C.A. & Machado, P.L.O.A. 2000. Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 23p. (Documentos, 19).

Six, J.; Paustian, K.; Elliott, E.T.; Combrink, C. 2000. Soil structure and soil organic matter: distribution of aggregate size classes and aggregate associated carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 681-689.

Soares, R. 2007. Agregação e Distribuição da Matéria Orgânica em Solos de Terra Preta de Índio da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geociências, UFF, Niterói. 107p.

Sohi, S.; Mahieu, N.; Arah, J. R. M.; Powlson, D. S. P.; Madari, B. & Gaunt, J. L. 2001. Procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. *Soil Science Society of America Journal*, 65:1121-1128.

Solomon, D.;Fritzsche, F.; Tekaling, M.; Lehmann, J.; Zech, W. 2002. Soil organic matter composition in the subhumid Ethiopian Highlands as influenced by deforestation and agricultural management. *Soil Science Society of American Journal*, 66: 68-82.

Seybold, C.A.; Herrick, J.E.; Bredja, J.J. 1998. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. *Soil Sci.*, 164:224-233.

Swift, R.S. 2001. Sequestration of carbon by soil. *Soil Science*, 166: 835-858.

Trumbore, S.E.; Davidson, E.A.; Camargo, P.B. de.; Nepstad, D.C.; Martinelli, L.A. 1995. Belowground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazônia. *Global Biogeochemical Cycles*, 9: 515-528.

Varella, R.F.; Bustamante, M.M.C.; Pinto, A.S.; Kissele, K.W.; Santos, R.V.; Burke, R.A.; Zepp, R.G.; Viana, L.T. Soil fluxes of CO₂, CO, NO and N₂O from an old pasture and from native savanna in Brazil. *Ecological Applications*, v. 14, p. 221-231, 2004.

Vieira, F.C.B.; Bayer, C.; Zanatta, J.A; Dieckow, J.; Mielniczuk, J.; HE, Z.L. 2007. Carbon management index based on physical fractionation of soil carbon organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. *Soil Tillage Research*. (in press).

Yang, Z.; Singht, B.R.; Sitaula, B.K. 2004. Fractions of organic carbon in soils under different crop rotation, cover crop and fertilization practices. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, 22(1): 1- 6.

West, T.O.; Post, W.M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: A global data analysis. *Soil Science Society of America Journal*, v. 66, p. 1930-1946, 2002.

Zanatta, J.A.; Bayer, C.; Dieckow, J.; Vieira, F.C.B.; Mielniczuk, J. 2007. Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. *Soil & Tillage Research*, v. 94, p. 510-519, 2007.

CONCLUSÃO GERAL

Os valores totais de estoques reforçam a precaução atual em reduzir as explorações de áreas de floresta tropicais. A exposição desse carbono em função da exploração dessas áreas aliado ao efeito das mudanças no clima pode conduzir a perdas desse carbono estocado no solo;

Os atributos do solo com textura, densidade do solo, estabilidade de agregado e macroporosidade inteferem no fluxo do carbono no solo melhorando a quantidade e qualidade caso não sejam alterados. Alterações nesses atributos conduzem a perdas de COS ao longo do tempo. Aumentos na textura e macroporosidade aumentam as concentrações de COS, enquanto que aumentos microporosidade e caulinita reduzem o carbono existente no solo;

O carbono orgânico dissolvido (COD) apresentou uma variação espacial e temporal entre as profundidades amostradas, decrescendo em profundidade, sendo influenciado diretamente pela variação topográfica e atributos físicos do solo. Os eventos de precipitação, taxas de infiltração e permeabilidade podem induzir a um movimento rápido da água ao longo dos macroporos superando o contato de solutos orgânicos e inorgânicos com a matriz do solo, reduzindo a retenção sorciva;

Em Floresta Primária o carbono está alocado na fração FLL e na fração pesada argila. Os solos argilosos e muito argilosos apresentam um grande potencial para seqüestrar carbono em profundidade, e por um longo tempo, enquanto que os solos arenosos tem uma pequena capacidade de armazenar carbono nas suas frações;

Na Floresta, Pastagem, Capoeira e SAF o carbono presente na superfície do solo está associado as frações mais lábeis do solo enquanto que em profundidade o carbono está retido nas frações pesadas mais finas do solo (argila + silte). Os sistemas de uso influenciam diretamente o carbono lábil, mas a física do solo controla diretamente a dinâmica do carbono e nitrogênio nas outras frações de carbono, principalmente, a textura do solo; sendo preponderante com o aumento da profundidade. O carbono contido em todas as frações nos solos sob Capoeira e SAF foram superiores, em todas

as profundidades, quando comparado com o ambiente de Pastagem, sendo possível inferir que em conversão de floresta para o estabelecimento de SAF ou Capoeira ocorre menos perda de carbono para a atmosfera;

REFERÊNCIAS GERAIS

Addiscott, T.M. 1995. Entropy and sustainability. *Eur. J. Soil Sci.*, 46:161-168.

Bajracharya, R.M.; Lal, R.; Kimble, J.M. 1998. Soil organic carbon distribution in aggregates and primary particle fractions as influenced by erosion phases and landscape position. In: Lal, R.; Kimble, J.M.; Follett, R.F.; Stewart, B.A. *Soil processes and the carbon cycle*. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 353-368.

Bayer, C.; Mielniczuk, J.; Amado, T.J.C.; Martin-Neto, L.; Fernandes, S.V. 2000. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 54: 101-109.

Bernoux, M.; Cerri, C.C.; Cerri, C.E.P.; Neto, M.S.; Metay, A.; Perrin, A.S.; Scopel, E.; Razafimbelo, T.; Blavet, D.; Piccolo, M.C.de; Pavei, M.; Milne, E. 2006. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Agronomy Sustainable*, 26:1-8.

Chen, C.R.; Xu, Z.H.; Mathers, N.J. 2004. Soil carbon pools in adjacent natural and plantation forests of subtropical Australia. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 282-291.

Cox, P.M.; Betts, R.A.; Collins, M.; Harris, P.; Huntingford, C.; Jones, C.D. 2004. Amazonian dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology*, 78: 137-156.

Cox, P.M.; Betts, R.A.; Jones, C.D.; Spall, S.A.; Totterdell, I.J. 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature*, 408: 184-187.

Davidson, E.A. & Artaxo, P. 2004. Globally significant changes in biological processes of the Amazon Basin: results of the Large-scale Biosphere-Atmosphere Experiment. *Global Change Biology*, Oxford, 10(5): 519-529.

Duxbury, J.M.; Smith, M.S.; Doran, J.W. 1989. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: Coleman, D.C.; Oades, J.M.; Uehara, G. (Eds). Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Cosystems, Niftal. Project, Honolulu, p. 33-67.

Ferreira, S.J.F.; Ferraz, J.B.; Kobayashi, M.; Hirai, K.; Takahashi, M.; Silva, C.E.M. da. 2003. Processos de degradação e recuperação de ecossistemas florestais na Amazônia Central: alterações no armazenamento de água nos solos. In: Higuchi, N.; Santos, J. dos; Sampaio, P.T.B. de; Marengo, R.A.; Ferraz, J.; Sales, P.C. DE; Saito, M.; Matsumoto, S. Projeto Jacaranda Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônia Central, Manaus-AM. CPST/INPA. cap. 12, p. 169-178.

Gama-Rodrigues, A.C.; Barros, N.F.; Santos, M.L. 2003. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, (27):1021-1031.

GERMAN, B. 1989. Greenhouse effect and climatic change. In:_____. Properties the earth's atmosphere: an international challenge: interim report of study Commission of the 11 th German Bundestag Preventive Measures to Protect the Earth's Atmosphere. Bonn, p. 340-531.

Glenday, J. 2006. Carbon storage and emissions offset potential in na East African tropical rainforest. Forest Ecology and Management, 235: 72-83.

Hashimoto, T.; Kojima, K.; Tange, T.; Sasaki, S. 2000. Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. Forest Ecology and Management, 126: 331-337.

Houghton, R.A. 2005. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. Global Change Biology, 11: 945-958.

Houghton, R.A.; Lawrence, K.T.; Hackler, J.L.; Brown, S. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. Global Change Biology, 7: 731-746.

Hughens, R.F.; Kauffman, J.B.; Cummings, D.L. 2002. Dynamics of aboveground and soil carbon and nitrogen stocks and cycling of available nitrogen along a land use gradient in Rondônia, Brazil. *Ecosystems*, 5: 244-259.

Hyvonen, R.; Agren, G.I.; Linder, S.; Persson, T.; Cotrufo, M.F.; Ekblad, A.; Freeman, M.; Grelle, A.; Janssens, I.A.; Jarvis, P.G.; Kellomaki, S.; Lindroth, A.; Loustau, D.; Lundmark, T.; Norby, R.J.; Oren, R.; Pilegaard, K.; Ryan, M.G.; Sigurdsson, B.D.; Schlesinger, W.H. 1997. *Biogeochemistry: an analysis of global change*. 2.ed. San Diego: Academic Press, 588p.

Stromgren, M.; van Oijen, M.; Wallin, G. 2007. The likely impact of elevated CO₂, nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: a literature review. *New Phytologist*, 173: 463-480.

IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. WMO/UNEP, 18 pp.

Jastrow, J.D.; Miller, R.M.; Matamala, R.; Norby, R.J.; Boutton, T.W.; Rices, C.W.; Owensby, C.E. 2005. Elevated atmospheric carbon dioxide increases soil carbon. *Global Change Biology*, 11: 2057-2064.

Krusche, Alex Vladimir (et al.). 2005. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água na bacia do Rio Ji-Paraná, Rondônia. *Acta Amazônica*, 35: 197-205.

Koning, G.H.J. de; Veldkamp, E.; Ulloa-López, M. 2003. Quantification of carbon sequestration in soils following pasture to forest conversion in northwestern Ecuador. *Global Biochemical Cycles*, 7(4): 3-9.

Lal, R.; Follett, R.F.; Kimble, J.; COLE, C.V. 1999. Managing US cropland to sequester carbon in soil. *Journal Soil Water Conservation*, 54: 374-381.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304: 1623-1627.

Letterns, S.; Orshoven, J.V.; Wesemael, B.V.; Muys, B.; Perrin, D. 2005. Soils organic carbon changes in landscape units of Belgium between 1960 and 2000 with reference to 1990. *Global Change Biology*, 11: 2128-2140.

Lovatto, T.; Mielniczuk, J.; Bayer, C.; Vezzani, F. 2004. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 175-187.

Malhi, Y.; Wood, D.; Baker, T.R.; Wright, J.; Phillips, O.L.; Cochrane, T.; Meir, P.; Chave, J.; Almeida, S.; Arroyo, L.; Higuchi, N.; Killeen, T.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; Lewis, S.L.; Monteagudo, A.; Neill, D.A.; Vargas, P.N.; Pitman, N.C.A.; Quesada, C.A.; Salomão, R.; Silva, J.N.M.; Lezama, A.T.; Terborgh, J.; Martínez, R.V.; Vinceti, B. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*, 12: 1107-1138.

Marland, G. R.; J. Andrés, T. A.; Boden, C.; Brenkert, A. 2008. Global, regional and national annual CO₂ emissions estimates from fossil fuel burning, cement production and gas flaring. 1751-1998 (revised in august, 2003), Rep. ORNL/CDIAC/ NDP-030, Oak Ridge Natl. Lab., Oak Ridge, Tenn., 2001. Disponível: <<http://cdiac.esd.ornl.gov/ndps/ndp030.html>>. Acesso: 20 setembro 2008.

Marschaner, B.; Brodowski, S.; Dreves, A.; Gleixner, G.; Gude, A.; Grootes, P.M.; Hamer, U.; Heim, A.; Jandl, G.; Ji, R.; Kaiser, K.; Kalbitz, K.; Kramer, C.; Leinweber, P.; Rethemeyer, J.; Schaffer, A.; Schmidt, M.W.I.; Schwark, L.; Wiesenberg, G.L.B. 2008. *Journal Plant Nutricional Soil Science*, 171: 91-110.

Marques, J.D.; Libardi, P.L.; Teixeira, W.G.; Reis, A.M. 2004. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica. *Acta Amazonica*, 34(2): 145-154.

Marques, J.D.; Libardi, P.L.; Van Lier, Q. Jong. 2002. Relação entre os horizontes pedológicos e propriedades hidráulicas em dois Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 26(3): 567-577.

Marques, J.D.; Teixeira, W.G.; Reis, A.M.; Cruz Junior, O.F.; Martins, G.C. 2008. Avaliação da condutividade hidráulica do solo saturada utilizando dois métodos de laboratório numa topossequência com diferentes coberturas vegetais no Baixo Amazonas. *Acta Amazônica*. 38(2): 193-206.

Mielniczuk, J.; Bayer, C.; Vezzani, F.M.; Lovato, T.; Fernandes, F.F. & Debarba, L. 2003. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: Curi, N.; Marques, J.J.; Guilherme, L.R.G.; Lima, J.M.; Lopes, A.S.; Alvarez, V.H. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 3: 209-248.

Nakane, K. 1975. Dynamics of soil organic matter in different parts on a slope under evergreen oak forest. *Japanese Journal of Ecology*, 25: 205-216.

Nepstad, D.C.; Veríssimo, A.; Alencar, A.; Nobre, C.; Lima, E.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P.; Potterk, C.; Moutinho, P.; Mendoza, E.; Cochrane, M.; Brooks, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*, 398: 505-508.

Oades, J.M. 1988. The retention of organic matter in soils. *Biogeochemistry*, 5: 33-70.

Ometto, J.P.H.B.; Nobre, A.D.; Rocha, H.R.; Artaxo, P.; Martinelli, L.A. 2005. Amazonia and the modern carbon cycle: lessons learned, *Oecologia*, New York, 143(4): 483-500.

Percival, H.J.; Parfitt, R.L.; Scott, N.A. 2000. Factors controlling soil carbon levels in New Zealand Grasslands: Is Clay content Important? 64:1623-1630.

Powers, J.S. & Schlesinger, W.H. 2002. Relationships among soil carbon distributions and biophysical factors at nested spatial scales in rain forests of northeastern Costa Rica. *Geoderma*, 109: 165-190.

Rodriguez, A.R.; Arbelo, C.D.; Guerra, J.A.; Mora, J.L.; Notario, J.S.; Armas, C.M. 2006. Organic carbon stocks and soil erodibility in Canary Islands Andosols. *Catena*, 66: 228-235

Roscoe, R.; Mercante, F.M.; Salton, J.C.. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304p.

Sá, J.C.M.; Cerri, C.C.; Dick, W.A.; Lal, R.; Venske-Filho, S.P.; Piccolo, M.C.; Feigl, B.E. 2001. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Science Society America Journal*, 65: 1486-1449.

Saleska, S.R.; Miller, S.D.; Matross, D.M.; Goulden, M.L.; Wofsy, S.C.; DA Rocha, H.R., DE Camargo, P.B.; Crill, P.; Daube, B.C.; DE Freitas, H.C.; Hutyrá, L.; Keller, M.; Kirchhoff, V.; Menton, M.; Munger, J.W.; Pyle, E.H.; Rice, A.H.; Silva, H. 2003. Carbon in Amazon forests: Unexpected seasonal fluxes and disturbance-induced losses. *Science*, London, 302(28): 1554-1557.

Schaphoff, S.; Lucht, W.; Geten, D.; Sitch, S.; Cramer, W.; Prentice, I.C. 2006. Terrestrial biosphere carbon storage under alternative climate projection. *Climatic Change*, Netherlands, 74(3): 97-122.

Schoenholtz, S.H.; Van Miegroet, H.; Burger, J.A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, 138: 335-356.

Schlesinger, W.H. 1993. Response of the terrestrial biosphere to global climate change and human perturbation. *Vegetation*, 104: 295-305.

Silva, C.A. & Machado, P.L.O.A. 2000. Seqüestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: Estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 23p. (Documentos, 19).

Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. 2.ed. New York, John Wiley & Sons. 496p.

Swift, R.S. 2001. Sequestration of carbon by soil. *Soil Science*, 166: 835-858.

Teixeira, W.G. 2001. Land use effects on Soil Physical and Hydraulic Properties of a Clayey Ferralsol in the Central Amazon. University of Bayreuth. Bayreuth – Alemanha Tese de Doutorado. 255p.

Telles, E.D.C.; Camargo, P.B.; Martinelli, L.A.; Trumbore, S.E.; Costa, E. S.; Santos, J.; Higuchi, N.; Oliveira, R. C. 2003. Influence of soil texture on carbon dynamics and storage potential in tropical forest soils of Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles*, 17(2): 1123-1135.

Thuille, A. & Schulze, E.D. 2006. Carbon dynamics in sucesional and afforested spruce stands in Thuringia and the Alps. *Global Change Biology*, 12: 325-342

Tian, H. & Hall, C.A.S. 1998. Modeling primary productivity of the terrestrial biosphere in changing environments: Toward a dynamic biosphere model. *Critical Reviews in Plant Sciences*, New York, 17(5): 541-557.

Tomasella, J.; Hodnett, M. G. 1996. Soil hydraulic properties and van Genuchten parameters for an oxisol under pasture in Central Amazônia.. In: Gash, J. H. C.; Nobre, C. A.; Roberts, J. M.; Victoria, R. L.. (Org.). *Amazonian Deforestation and Climate*. Chichester, UK, 2: 101-124.

Tomasella, J.; Oyama, M. D. ; Hodnett, M. G. H. 1995. Validação de um modelo de água no solo em um local da Amazônia Central.. In: Clarke, R. T.; Chaudhry, F.; Baptista, M.. (Org.). *Desenvolvimento sustentável e recursos hídricos*. São Paulo, SP, 1: 111-115.

Van Groenigen, K.J.; Six, J.; Hungate, B.A.; de Graaff, M.A.; van Breemen, N.; van Kessel, C. 2006. Element interactions limit soil carbon storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 6571-6574.

Vries, W.de; Reinds, G.J.; Gundersen, P.; Sterba, H. 2006. The impact of nitrogen deposition on carbon sequestration in European forests and forest soils. *Global Change Biology*, 12: 1151-1173.

Wallace, S. 2007. Last of the Amazon. *Natl Geogr.* 40-71.

Watson, R.T.; Noble, I.R.; Bolin, B.; Ravindranath, N.H.; Verardo, D.J.; Dokken, D.J. 2000. Land use, land use change and forestry: a special report of the IPCC. Cambridge: Cambridge, University Press, 377p.

Watson, R.T.; Core Writing Team (Ed). *Climate change 2001: synthesis report: third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge: IPCC: Cambridge University Press, 2001. 397p.

Wigley, T.M.L. & Schimel, D.S. 2000. *The carbon cycle*. Cambridge: Global Change Institute: Cambridge University Press, 292p.

Zinn, Y.L.; Lal, R.; Resck, D.V.S. 2005. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil Till. Res.*, 84:28-40.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.