

ADEMILSO SAMPAIO DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM  
ALTA FLORESTA-MT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48q  
2006

Oliveira, Ademilson Sampaio de, 1971-  
Qualidade do solo em sistemas agroflorestais em  
Alta Floresta, MT / Ademilson Sampaio de Oliveira.  
– Viçosa : UFV, 2006.  
xii, 59f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo.  
Orientador: Irene Maria Cardoso.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 43-50.

1. Solos - Manejo. 2. Agrossilvicultura. 3. Solos -  
Análise. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.4

ADEMILSO SAMPAIO DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM  
ALTA FLORESTA-MT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADO, 23 de fevereiro de 2006

---

Eduardo de Sá Mendonça  
Co-Orientador

---

Elpídio Inácio Fernandes Filho  
Co-Orientador

---

Claudenir Fávero

---

Raphael Bragança Alves Fernandes

---

Irene Maria Cardoso  
Orientadora

### Agradeço

A Deus, que nos dá força para enfrentar os desafios.

### Dedico

Aos meus pais, Sinézio e Maria Zilda, com imenso carinho.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos.

Ao meu amigo, Edilton Alves da Silva...

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me amar e proteger, indicando sempre o melhor caminho para que este trabalho se realizasse, demonstrando que a vida é um constante aprendizado e que tudo o que fazemos em nossa caminhada não realizamos sozinhos, pois existem anjos neste mundo nos ajudando a cumprir partes de nossa missão e que muitas vezes só a nós cabe algumas funções.

À Professora Irene Maria Cardoso, pela orientação prestada no desenvolvimento deste trabalho e pela contribuição para o meu amadurecimento profissional.

Aos Professores Eduardo de Sá Mendonça, Elpídio Fernandes Filho e Ivo Jucksch, pelo incentivo e envolvimento nas questões em que foram solicitados a aconselhar.

Ao Professor Raphael Bragança Alves Fernandes e ao Dr. Claudemir Favero, pelas valiosas críticas e sugestões.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Solos, pela oportunidade oferecida para a realização do Curso.

A todos os Professores do Departamento de Solos, que contribuíram na minha formação.

Aos laboratoristas do Departamento de Solos, pela paciência e pelo auxílio durante a realização das análises físicas, químicas e matéria orgânica.

Aos funcionários do Departamento de Solos, pela paciência e dedicação.

Aos funcionários da CEPLAC em especial ao Sr Mauro.

A todos os amigos da Escola Estadual “Dom Bosco” de Alta Floresta, que acreditam na educação mais junta com qualidade, em especial aos profissionais de educação: Irene Maria Calicho dos Santos, Vagna Fernandes Lino, Meiriane Geisa, Maria Célia, Eliane Malacarne, Liane Bandelero, Gersino, Antonia de Lurdes (Tuca), Dalva, Joelia, Regina, Adele, Sonia Regina, Carlos, Rogério, Sonia Lucas, José Corsino, Tomás, Maciel, Vera Alice e José Luiz .

Aos amigos e companheiros Valdirene Aparecida Gonçalves, Hernandes Custódio de Almeida, Célia Weber, Cristiane Zeri, Rozangela Maria, Rogério Da La Riva, Ivone Nishi que souberam compartilhar a busca desse sonho. Em especial a Professora Dora.

Aos meus velhos amigos de Ivinhema...

Aos novos amigos que conquistei durante o Mestrado, Alice Iarema, Edgley Pereira da Silva, Eliete, Lurdes Iarema, Helton Nonato, Marcos Antonio, Regina, Henrique e Fernanda, Julberto e Célia, pela gratificante convivência familiar e ajuda nos momentos em que sempre necessitei.

A todos os demais que, de alguma forma, vêm contribuindo para que eu consiga realizar mais, e de melhor forma, as tarefas que se apresentam.

## **BIOGRAFIA**

Ademilso Sampaio de Oliveira é filho de Sinézio Nery de Oliveira e Maria Zilda Sampaio de Oliveira. Nasceu em 06 de maio de 1971, na cidade de Ivinhema/MS.

Em dezembro de 1996, graduou-se em Geografia pela Universidade Para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal.

De 1992 a 1999 prestou serviços como docente no Serviço Social da Indústria (SESI) Campo Grande – MS.

Foi sócio-fundador da COOPEMS – Cooperativa de Profissionais em Educação de Mato Grosso do Sul, onde foi também Diretor Presidente da primeira diretoria, no período de 14/01/98 a 14/01/2000.

Em 2000 ingressou por concurso público na carreira de Magistério do Estado de Mato Grosso, que atua até hoje na Escola Estadual “Dom Bosco” como professor em Geografia.

Em 2002 atuou como Professor Substituto na Universidade do Estado de Mato Grosso, no Departamento de Biologia, Campus de Alta Floresta/MT, onde ministrou a disciplina de Biogeografia.

Em outubro de 2002, concluiu o curso de Especialização em “Educação ambiental para a conservação da Amazônia norte Mato-grossense”, pela Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus de Alta Floresta/MT.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa/MG.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	7
2.1. Área de estudo.....	7
<b>2.2. Características físicas da área</b> .....	8
<b>2.3. Histórico de ocupação da área</b> .....	10
2.3.1 Desenho dos sistemas.....	11
<b>2.4. Produção total de biomassa aérea das espécies arbóreas</b> .....	14
<b>2.5. Delineamento experimental e Análises do solo</b> .....	14

<b>2.5.1. Caracterização física do solo</b> .....	15
2.5.1.1. Análise textural.....	15
2.5.1.2. Argila dispersa em água (ADA).....	15
2.5.1.3. Equivalente de umidade (EU).....	15
2.5.1.4. Estabilidade de agregados.....	16
2.5.1.5. Índice de agregados.....	17
<b>2.5.2. Caracterização química</b> .....	18
2.5.2.1. Rotina.....	18
2.5.2.2. Matéria orgânica e nitrogênio do solo.....	18
2.5.2.2.1. Carbono orgânico total do solo.....	19
2.5.2.2.2. Matéria orgânica leve em água.....	19
2.5.2.2.3. Frações de carbono orgânico oxidável.....	19
2.5.2.2.4. Nitrogênio total do solo.....	20
2.5.2.2.5. Nitrato e amônio em extratos de solo.....	21
<b>2.6. Análise estatística</b> .....	22
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>3.1. Estimativa da biomassa viva</b> .....	23

<b>3.2. Caracterização física do solo.....</b>	<b>25</b>
3.2.1. Estabilidade de agregados em água e argila dispersa em água (ADA).....	26
<b>3.3. Análise química do solo.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4. Matéria orgânica do solo.....</b>	<b>34</b>
3.4.1. Nitrogênio total, nitrato e amônio .....	39
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## RESUMO

OLIVEIRA, Ademilso Sampaio de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2006. **Qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Alta Floresta–MT.** Orientadora: Irene Maria Cardoso. Co-orientadores: Eduardo de Sá Mendonça, Elpídio Inácio Fernandes Filho e Ivo Juscksch.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade do solo, em especial no que se refere aos indicadores físicos e químicos, em sistemas agroflorestais (SAFs) e em monocultivo em área experimental do Centro de Pesquisa da Lavoura Cacaueira, Alta Floresta/MT. Os sistemas estudados foram cacau (*Theobroma cacao*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e cumaru (*Dipterix adorata*); cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), gliricídia e cumaru; pupunha (*Bactris gassipaes*) e; café conillon (*Coffea canephora Pierre*). Como testemunha utilizou-se uma área de mata localizada próxima aos sistemas mencionados. A área de cada sistema foi dividida em 3 partes, considerada cada parte uma repetição, para amostragem de solo realizada nas profundidades 0 - 5 cm, 5 - 20 cm e 20 - 60 cm. Em cada repetição e em cada profundidade foram coletadas cinco amostras de solo, formando uma amostra composta. Calculou-se a biomassa aérea das árvores tendo como base o diâmetro das mesmas à altura do peito. Nos solos foram determinados os teores de argila dispersa em água, o equivalente de umidade, a estabilidade de agregados, o carbono orgânico total do solo, a matéria orgânica total e leve em água, as frações de carbono orgânico oxidável, o nitrogênio total do solo, o nitrato e o amônio, a granulometria, o pH e

os teores de fósforo (P, disponível e remanescente), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de alumínio trocável (Al) e de alumínio + hidrogênio (Al+H). Com base no fracionamento do carbono orgânico oxidável foi determinado o índice de manejo do carbono (IMC), para tal determinou-se o índice de compartimento de carbono (ICC), a labilidade do carbono (L) e o índice de labilidade (IL). O carbono imobilizado na biomassa dos SAFs foi muito superior ao carbono imobilizado nos monocultivos, o que aponta os SAFs como possíveis contribuidores na regulação do clima, pois aumentam o seqüestro de carbono pela biomassa. Não houve diferenças em muitas características analisadas o que pode ser atribuído ao pouco tempo de manejo (quatro anos) e a similaridade entre os sistemas estudados (SAFs e monocultivos com culturas perenes), contudo os maiores índices de manejo de carbono (IMC) foram observados nos SAF com cacau. Neste SAF também houve aumento na porcentagem de macro agregados (classe de agregados de 2,0 a 1,0 mm) o que está associado ao aumento do IMC. O SAF com cacau, portanto parece ser mais estável e sustentável do que os demais sistemas e constitui sistema promissor para o uso dos solos no contexto amazônico. Com o tempo espera-se maior aumento dos teores de MOS e MOL o que poderá contribuir para distinguir o sistema com cupuaçu dos sistemas em monocultivo.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Ademilso Sampaio de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2006. **Soil Quality in agroforestry systems in Alta Floresta – MT.** Adviser: Irene Maria Cardoso. Co-Advisers: Eduardo de Sá Mendonça, Elpídio Inácio Fernandes Filho and Ivo Juscksch.

The objective of the work here presented was to evaluate the soil quality, especially the physical and chemical indicators, in agroforestry (AFs) and monoculture systems, in the station of the Cacao Research Center, Alta Floresta/MT. The studied systems were cocoa (*Theobroma cacao*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e cumaru (*Dipterix adorata*); cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), gliricidia e cumaru; palm (*Bactris gassipaes*) e; coffee (*Coffea canephora* Pierre). A near by forest was used as reference. The area of each system was divided in three parts, considered replicate, for the soil sampling, done in three depths 0 - 5 cm, 5 - 20 cm e 20 - 60 cm. In each replicate and in each depth five samples were taken to form one compound sample. The biomass of the trees was calculated using the breast height diameter (bhd). In the soils were analysed the dispersed clay in water, the humidity equivalent, the aggregation stability, the total organic carbon, the total organic matter, the light organic matter, oxidized organic carbon rates, the total soil nitrogen, nitrate, ammonium, soil texture, pH, phosphorus (P, available and remained), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), exchangeable aluminium (Al) and aluminium + hydrogen (Al + H). Based on the oxidized organic carbon rates were calculated

the index of carbon management (ICM), using for that the index of carbon compartment (ICC), the labiality of carbon (L) and the index of labiality (IL). The carbon on the biomass was higher than on the monoculture systems, which is an indication of the contribution of the AFs on the climate regulation because they increase the carbon sequestration on the biomass. Most of the characteristic analysed did not show differences, probably because of the age of the systems (four years) and the similarity of the systems (AFs and perennial monocultures), however the higher index of carbon management (ICM) was observed on the cocoa AF. In the cocoa AF was also observed higher percentage of aggregates on the 2,0 to 1,0 mm class, which is associated to the increase of ICM. Therefore, the cocoa AF seems to be more stable and sustainable than the other systems and is a promising system for the sustainable use of the soils in the Amazon region. With time it is expected to have higher levels of soil organic matter and light organic matter, which may to distinguish the cupuaçu AF of the other systems.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas a região Norte do Estado de Mato Grosso vem sendo ocupada de forma desordenada, marcando a complexa e longa história de destruição da floresta amazônica.

Segundo o Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia, (IPAM, 2004), o processo de destruição da floresta que está ocorrendo em Mato Grosso obedece a uma dinâmica econômica em três estágios: primeiro o madeireiro avança sobre terras devolutas, extrai as árvores nobres e vende a terra para o pecuarista plantar capim; segundo, com a adaptação da soja para o plantio em zonas tropicais, o sojicultor compra as pastagens do pecuarista; terceiro com o dinheiro recebido do agricultor de soja, o pecuarista compra terras exauridas por madeireiros mais ao norte e então o madeireiro avança sobre outras terras devolutas e, com isso o ciclo da destruição se repete.

Erroneamente acredita-se que na Amazônia, devido à exuberância da vegetação, não existem fatores limitantes para o estabelecimento da agricultura, quer intensiva e ou extensiva. Entretanto, no caso das florestas tropicais úmidas, em geral, e em especial a floresta amazônica, a exuberância da vegetação depende fundamentalmente da própria vegetação e das condições climáticas (Salati, 2004). A visão simplista a respeito do ambiente amazônico, entre outros

fatores, foi a responsável pelo estabelecimento de grandes projetos de colonização na região. A experiência de algumas décadas de colonização demonstrou que nos trópicos úmidos os fatores limitantes fazem com que a produção agrícola convencional, cuja base é uso de insumos químico e a monocultura, se torne uma tarefa ingrata e infrutífera e, na maioria das vezes, praticamente impossíveis dentro da realidade sócio-econômica existente na região.

Um dos fatores limitantes para o uso contínuo com agricultura convencional é o solo da Amazônia. São solos em sua maioria classificados como Latossolos (Oxisols) e Argissolos (Ultisols), bastante intemperizados, com argilas de baixa atividade, com o predomínio de caulinita, e de óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro. Em geral são solos ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas cultivadas (Sanchez,1976), principalmente fósforo. Sabe-se que o fósforo é um dos principais limitante da produtividade vegetal nos trópicos. Possuem ainda, médio teor de potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, sendo comum a correção e a fertilização de solo para uso agrícola (Silva, 1996).

Os solos da Amazônia apresentam aptidão natural tipicamente florestal. Sua utilização deve limitar-se a estratégias e ações que visem à manutenção da cobertura florestal. Portanto, o uso correto do solo passa pelo comprometimento e sensibilização das pessoas na busca de alternativas para explorá-lo de forma a garantir a continuidade das florestas. A manutenção das matas e a conservação dos ecossistemas envolvem necessariamente alternativas de uso sustentável dos recursos.

O desenvolvimento sustentável pressupõe a obtenção de produtos, com a manutenção do equilíbrio desejado desses ecossistemas. A utilização sustentável dos recursos naturais e a busca de equilíbrio dos sistemas antrópicos, cuja ordenação territorial exige compromisso de monitoramento ao longo do tempo, deve corresponder aos anseios culturais da comunidade, para que o cidadão não seja expropriado de seu direito inalienável a uma vida ambientalmente sadia, socialmente justa e economicamente estável. O retorno econômico é necessário,

caso contrário, o imediatismo inercial continuará sendo a causa da devastação destes ecossistemas (Reis, 1996; Hammes, 2002).

Uma das possíveis soluções para alcançar o desenvolvimento sustentável na Amazônia é o uso de sistemas agroflorestais (SAFs), que parecem adequados para assegurar produtividade com proteção ambiental. Diversos autores têm definidos os sistemas agroflorestais como técnicas alternativas de uso da terra, que implicam na combinação de espécies florestais com culturas agrícolas (ciclo anual, plantas perenes e semiperenes), atividades pecuárias ou ambas. Essas combinações podem ser simultâneas ou escalonadas no tempo e espaço, de caráter temporário ou permanente, mas sempre adequadas aos padrões culturais da população local. Os SAFs caracterizam-se pela otimização no uso do solo, diversificação da propriedade, melhor aproveitamento do fator mão-de-obra e fixação do homem no campo (Nair, 1989, Smith et al., 1996; Swinkels e Scherr, 1991; Vilas Boas, 1991, Current et al., 1995, Dubois, 1996).

Os sistemas agroflorestais têm sido recomendados como uma solução e ou alternativa para recuperação de áreas degradadas, com potencial de gerar maiores produtividades agrícola, florestal e pecuária, e como mecanismo redutor de risco para o agricultor (Vilas Boas, 1991; Montagnine, 1992). No sul da Bahia, áreas de solos distrófico degradadas recuperaram-se e tornaram-se produtiva após 12 anos de manejo com sistemas agroflorestais dirigidos apenas pela sucessão natural, sem a utilização de insumos externos, demonstrando ser os SAFs uma alternativa promissora para a recuperação de solos degradados e de produção sustentável para os trópicos úmidos (Peneireiro, 1999).

Segundo Melo et al. (2001), os sistemas agroflorestais simulam modelos ecológicos encontrados na natureza em relação à estrutura, formas de vida e conservação do meio ambiente. Nos SAFs o espaço vertical é utilizado mais eficientemente, devido a presença de espécies de diferentes portes, o que potencializa e otimiza a captura de energia solar. Assim, como ocorre em uma floresta natural, guardadas as devidas proporções, os SAFs estabelecem mecanismos de proteção contra a compactação, lixiviação e erosão do solo, como também propicia uma eficiente ciclagem de nutrientes.

Vários estudos têm demonstrado diferenças nas características físicas, químicas e biológicas de solos utilizados com sistemas agroflorestais quando comparados a outros sistemas. Carvalho et al. (2004), demonstrou que a densidade e a resistência à penetração diminuíram, enquanto a porosidade e a estabilidade dos agregados aumentaram em solo sob sistema agroflorestal quando comparado ao mesmo solo cultivado em sistema convencional. Na Zona da Mata Mineira, alguns estudos concluíram que o sistema agroflorestal com café aumentou a fertilidade do solo (Müller, 2003) e a matéria orgânica leve (Mendonça et al. 2000, 2001) quando comparado ao sistema em monocultivo.

A matéria orgânica do solo (MOS) é freqüentemente citada como um dos principais indicadores de qualidade do solo, em razão do seu papel na regulação de uma série de processos que ocorrem no solo e sua estreita relação com a disponibilidade de água e nutrientes. Solos com elevado teor de matéria orgânica seriam mais capazes de sustentar maiores produtividades (Marin, 2002; Mendonça et al., 2001). Nos sistemas agroflorestais os resultados que se referem à matéria orgânica total têm sido controversos, alguns autores não encontraram diferenças entre sistemas em monocultivos e agroflorestais (Mendonça et al., 2001; Campanha, 2001; Cardoso, 2002) e outros sim (Müller, 2003). A matéria orgânica leve, e não a matéria orgânica total tem se mostrado mais sensível para indicar diferenças de manejo de solo (Mendonça et al., 2001), mas para estimar a sustentabilidade de agroecossistema de forma mais global, o estudo do índice de manejo de carbono tem sido utilizado (Blair et al., 1995). Com este índice tem-se idéia do efeito do manejo sobre diferentes compartimentos da matéria orgânica.

Os SAFs podem diminuir a perda de nitrogênio via solução do solo, devido a diminuição da lixiviação e alterações nas taxas de produção de material vegetal e de decomposição deste material pelos organismos do solo (Santos e Ribeiro, 1975).

Em Vazante (MG), a atividade microbiana em solos sob SAFs com arroz e eucalipto foi maior do que em arroz em monocultivo, mas igual em solos sob pastagens com árvores ou solteiras (Assis Júnior et al., 2003). Cardoso (2002) encontrou maiores frações de fósforo lábil em solos com SAFs, devido

provavelmente a maior atividade biológica nos SAFs em relação ao monocultivo, influenciando a dinâmica do P, convertendo frações do P inorgânico menos lábil em P orgânico mais lábil.

Na Amazônia a dinâmica de nutrientes nos solos para sistemas de pastagens e culturas anuais tem sido frequentemente estudada, porém informações sobre tal dinâmica em sistemas agroflorestais ainda são escassas (Smyth, 1996). Alguns estudos, entretanto, têm mostrado que os sistemas agroflorestais melhoram os atributos físicos, hídricos e químicos dos solos quando comparados com sistemas em monocultivo (Marques et al., 2004). Santos et al. (2004), concluíram que o estoque de carbono em sistemas agroflorestais (idade média de 12 anos) no Pará representou, em média 96% do carbono estocado em uma floresta primária de terra firme, aproximadamente 62% a mais do estocado em florestas secundárias enriquecidas (idade média de 26 meses) e 23% a mais do estocado em florestas de várzeas. Já Rodrigues et al. (2000), trabalhando SAFs de dendezeiros encontraram valores de produção de biomassa aérea na ordem de 41 toneladas de matéria seca por hectare, quantidade superior àquelas do dendezeiro em monocultivo. A deposição das folhas, dos restos florais e radiculares (que freqüentemente estão sendo renovados) dos dendezeiros, somada às folhas, aos ramos e às raízes das plantas de cobertura do solo certamente promoveram a elevação nos teores de matéria orgânica do solo. A matéria orgânica ao se decompor libera para o solo os nutrientes que estavam armazenados nos tecidos vegetais, ciclando os nutrientes.

Para estudar o potencial e a viabilidade dos SAFs na região amazônica, o CEPLAC (Centro de Pesquisa da Lavoura Cacaueira) conduz, desde 2001, várias unidades experimentais em sua Fazenda Experimental “Ariosto da Riva”, no município de Alta Floresta – MT. Nestas unidades experimentais são utilizadas em consórcio espécies arbóreas como cacau (*Theobroma cacao*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), gliricídia (*Gliricidia sepium*), mogno (*Swietenia macrophylla*) e cumaru (*Dipterix adorata*) e espécies em monocultivo, como pupunha (*Bactris gassipaes*) e café conillon (*Coffea canephora Pierre*). Em tais experimentos, são esperadas modificações, diferenciadas com a profundidade,

nas características físicas, químicas e biológicas dos solos, com reflexo na qualidade do solo. O presente estudo teve por objetivo verificar a ocorrência de tais modificações, para isto o solo foi analisado para determinar os teores de argila dispersa em água, o equivalente de umidade, a estabilidade de agregados, o carbono orgânico total do solo, a matéria orgânica total e leve em água, as frações de carbono orgânico oxidável, o nitrogênio total do solo, o nitrato e o amônio. Determinou-se também a granulometria, o pH e os teores de fósforo (P, disponível e remanescente), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de alumínio trocável (Al) e de alumínio + hidrogênio (H). Todas as análises foram realizadas para as profundidades de 0 – 5, 5 – 20 e 20 – 60 cm. Calculou-se a biomassa aérea das árvores tendo como base o diâmetro das mesmas à altura do peito. Com base no fracionamento do carbono orgânico oxidável foi determinado o índice de manejo do carbono (IMC), para tal determinou-se o índice de compartimento de carbono (ICC), a labilidade do carbono (L) e o índice de labilidade (IL).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O município de Alta Floresta está situado no extremo Norte do Estado de Mato Grosso a  $10^{\circ} 27' 56''$  de Latitude Sul e  $56^{\circ} 09' 01''$  de Longitude Oeste, apresentando altitude média de 284 metros, ocupa uma área de  $9.310,27 \text{ km}^2$ , estando localizado na microrregião homogênea, do qual recebe o mesmo nome (Miranda e Amorim, 2001).

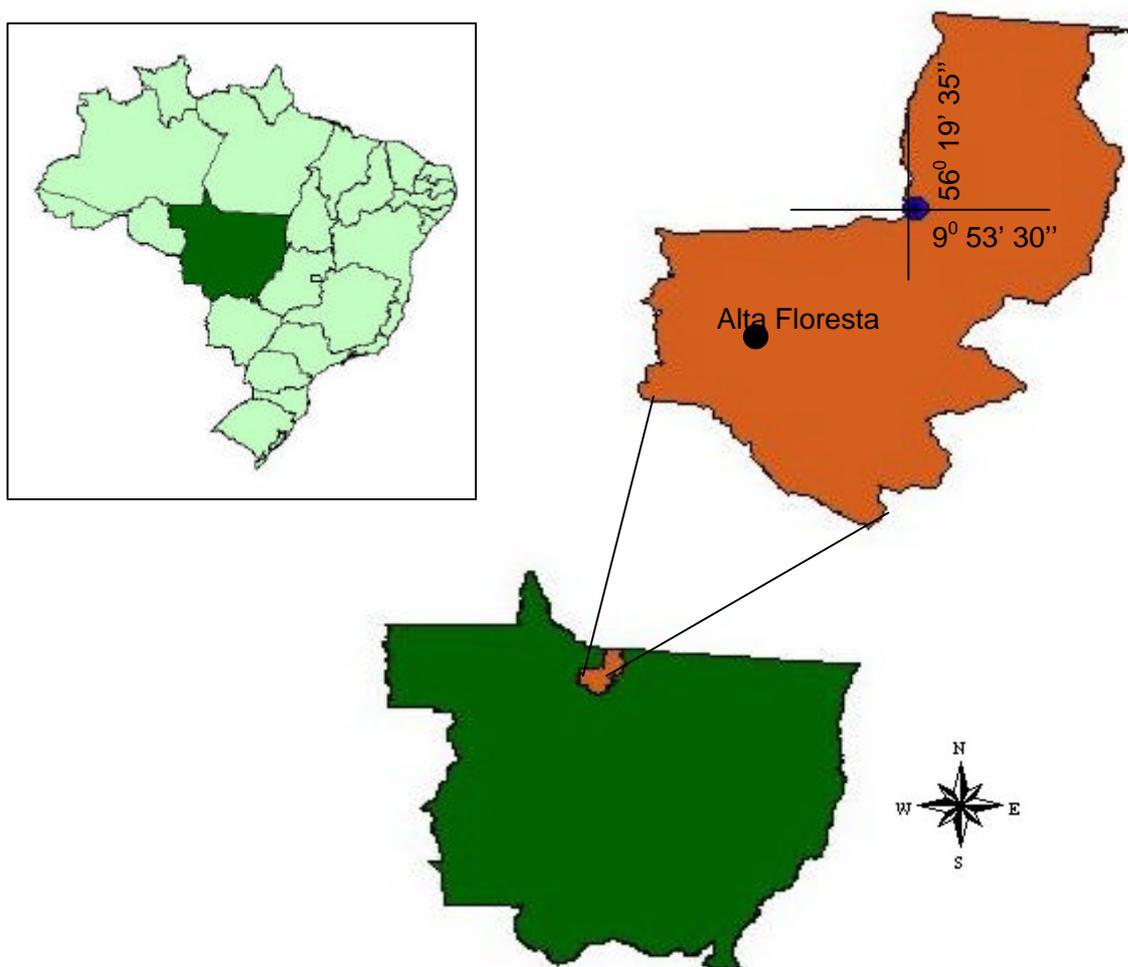


Figura 1. Localização da área de estudo. Em destaque limite do município de Alta Floresta e coordenadas geográficas da Fazenda Experimental Ariosto da Riva.

## 2.2. Características físicas da área

O relevo regional varia de plano a montanhoso. As cotas topográficas mais elevadas ocorrem ao norte e oeste do município, caracterizando as classes de relevo forte ondulado e montanhoso, enquanto que, ao sul e a leste são encontradas classes de relevo ondulado e plano, com vales em forma de “V” e encostas longas com topos planos e arredondados (PROJETO RADAMBRASIL, 1980). Na área do experimento o relevo é classificado como plano.

O clima é do tipo Awi, segundo a classificação de Köppen, ou seja, tropical chuvoso, alcançando elevado índice pluviométrico no verão podendo atingir médias às vezes superiores a 2.750 mm, e um inverno seco, predominando altas temperaturas. A temperatura média anual fica em torno de 26° C (Figura 2) (IBGE, 1997).

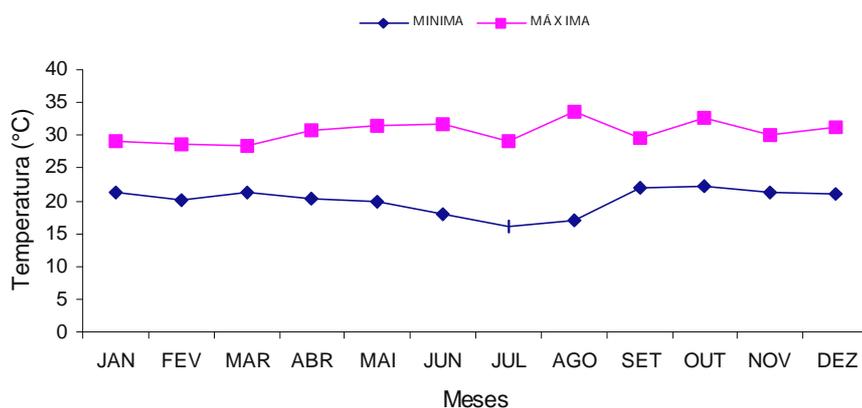
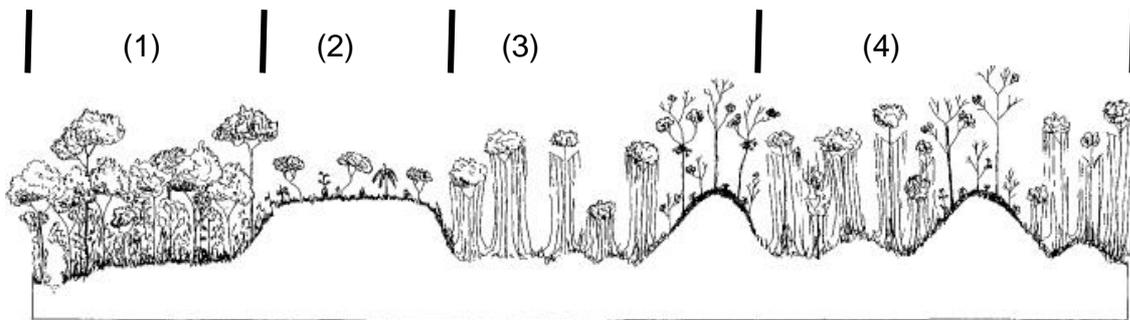


Figura 2. Temperaturas mensais mínimas e máximas registradas na região de Alta Floresta. FONTE: Adaptado da CEPLAC (2001).

A geologia do município enquadra-se no Pré-Cambriano médio a superior, constituído da unidade do Complexo Xingu. Esta unidade polimetamórfica é composta de rochas transformadas e deformadas, tomando parte na sua composição os granitos, adamelitos, granodioritos, quartzos, dioritos, metabasitos, xistos e raros anfibolitos e granulolitos (PROJETO RADAMBRASIL, 1980).

A bacia hidrográfica da região é formada pelos rios Teles Pires e Juruena, com uma série de tributários de natureza temporária ou permanente, ocasionando inundações próximas aos seus leitos no período de maior intensidade pluviométrica.

A cobertura vegetal dominante no município é do tipo Floresta Ombrófila Aberta Tropical (Figura 3) que ocorre associada a palmeiras e cipós. Este tipo de vegetação é caracterizada pela presença de árvores de grande porte bastante espaçadas, pelo freqüente grupamento de palmeiras e também pela enorme quantidade de fanerófitas sarmentosas. Dentre as espécies de valor econômico encontradas, destacam-se a castanheira (*Bertholletia excelsa*), mogno (*Swietenia macrophylla*) e o cedro (*Cedrella odorata*).



Fonte Radambrasil (1980).

Figura 3. Perfil esquemático da Serra dos Caiabis em Alta Floresta – (1) Floresta Ombrófila Densa Tropical com dossel emergente; (2) Savana Arbórea Aberta; (3) Floresta Ombrófila Aberta Tropical com cipó; (4) contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional.

Em Alta Floresta os solos predominantes pertencem às classes dos Argissolo (Ustisol) Vermelho-Amarelo e Argissolo Amarelo e, em pequenos percentuais, dos Latossolos (Oxisol), com inclusões de outros tipos de solo. Na fazenda experimental “Ariosto da Riva” – CEPLAC de Alta Floresta, em estudos detalhados dos solos, Neves et al. (1985) classificaram os solos da estação em dez séries dentro de uma área de 505 ha, quais sejam: Série Machado, Argissolo Vermelho-Amarelo Álico textura argilosa; Série Indeco e Série Alta Floresta, Latossolo Vermelho-Amarelo Álico textura muito argilosa; Série Arara, Argissolo Vermelho-Amarelo Mesotrófico textura argilosa; Série Farofa, Latossolo Vermelho-

Amarelo Húmico Álico textura argilosa; Série Jaborandi e Papagaio, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico textura argilosa (Alfisol); Série Arenosa, Latossolo Amarelo Álico textura média; Série Índio, Latossolo Amarelo Antropogênico; Série Hidromórfica (Entisol) e Complexos de Solos Gley (Inceptisols). O solo da implantação do experimento é classificado como Argissolo (Alfisol) Vermelho-Amarelo Eutrófico textura argilosa da Série Jaborandi e Papagaio.

### **2.3. Histórico de ocupação da área**

Em 1981 a floresta primária foi derrubada para a implantação da Fazenda Experimental “Ariosto da Riva” da CEPLAC no município de Alta Floresta. Parte desta área ficou de 3 a 4 anos em pousio, para então instalar-se os primeiros experimentos com SAFs. Plantou-se cacau e para sombreá-lo plantou-se banana e ingá.

Em um período seco esse SAF foi destruído por um incêndio. Por um longo tempo essa área ficou abandonada. Em dezembro de 2000 limpou-se o terreno e implantou-se os sistemas agroflorestais: a) cacau (*Theobroma cacao*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e cumaru (*Dipterix adorata*); b) cacau, gliricídia e mogno (*Swietenia macrophylla*); c) cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), gliricídia e cumaru; d) cupuaçu, gliricídia e mogno; e os sistemas em monocultivos com a) coco (*coco nucifera*) e b) café conillon (*Coffea canephora Pierre*). Após um ano e meio de implantação dos sistemas o coco sofreu um ataque severo de formigas e foi substituído por pupunha (*Bactris gassipaes*). Cada sistema possui 33 metros de comprimento e 15 metros de largura, totalizando 495 m<sup>2</sup>.

Foi feita calagem antes da implantação dos sistemas. No sistema de café foi aplicada em covas 00-25-20 (NPK). Em todos os sistemas aplicou-se doses foliares de uréia ( $\pm$  250 kg/ha).

### 2.3.1. Desenho dos sistemas

Os sistemas agroflorestais selecionados para este estudo são cacau, gliricídia e cumaru (CaC), cupuaçu, gliricídia e cumaru (CuC) e os sistemas em monocultivo de café (Cf) e pupunha (Pu). Os sistemas estão dispostos lado a lado conforme Figura 4. Como referência foi escolhido uma mata localizada próxima aos sistemas.

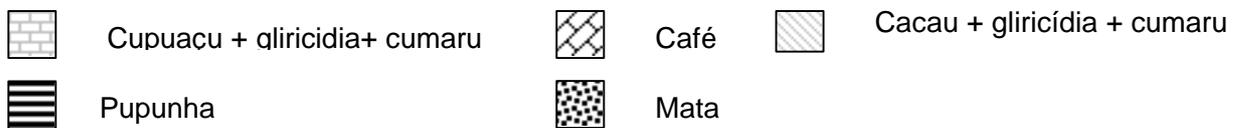
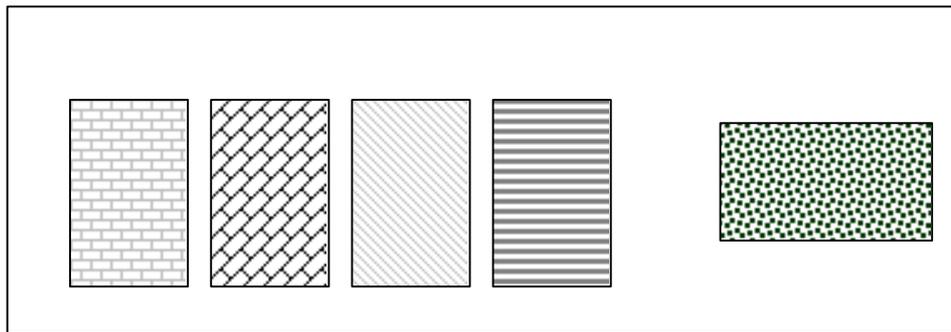


Figura 4. Croqui das parcelas de Sistemas Agroflorestais na Fazenda Experimental “Ariosto da Riva” – CEPLAC. Selecionadas para o estudo aqui apresentado.

O desenho dos sistemas em monocultivo e agroflorestal estão representados na Figura 5. Em monocultivo foram plantados o café ( ) com espaçamento de 3,0 x 2,0 m e a pupunha ( ) com espaçamento de 3,0 x 3,0 m.

No sistema CaC, com cacau (x), gliricídia (g) e cumaru (c) foram implantadas fileiras de cacaueiros no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Entre as fileiras do cacaueiro, foi plantada a bananeira (b) - *Musa* sp, e a gliricídia. A bananeira foi plantada para sombreamento provisório do cacaueiro, obedecendo ao espaçamento de 3,0 x 3,0 m. O sombreamento provisório com a bananeira teve uma duração de 4 anos. A retirada da bananeira ocorreu de forma escalonada. No primeiro ano eliminou-se bananeiras deixando um espaçamento de 3,0 x 6,0

metros, no segundo o espaçamento deixado foi de 6,0 x 6,0 metros, no terceiro ano de 12,0 x 12,0 metros e no quarto ano o sombreamento provisório foi retirado totalmente. A gliricídia foi plantada também no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, objetivando o sombreamento permanente do cacau e também para aporte de biomassa através de podas periódicas e deposição do material como cobertura morta. O cumaru (*Dipterix adorata*), por ser espécie madeireira valiosa da Amazônia, foi colocado no sistema em espaçamento de 9,0 metros em linhas na faixa de cacau. Como linha divisória, plantou-se entre os sistemas CaC e pupunha em monocultivo, uma linha de pinho cuiabano (*Shizolobium amazonicum*), com espaçamento de 9,0 metros.

© b © C © b ©	P		x x x x x b b C b b x x x x x	Pc		Pc
b g b b b g b	P					
© b © b © b ©	P		g g g g			
b g b b b g b	P		x x x x x b b b b	Pc		Pc
© b © C © b ©	P		x x x x x b b C b b x x x x x			
b g b b b g b	P		g g g g			
© b © b © b ©	P		x x x x x b b b b	Pc		Pc
b g b b b g b	P		x x x x x b b C b b x x x x x			
© b © b © b ©	P		g g g g			
b g b b b g b	P		x x x x x b b b b	Pc		Pc
© b © C © b ©	P		x x x x x b b C b b x x x x x			
	P					

Figura 5 – Desenho dos sistemas agroflorestais e em monocultivo na Fazenda Experimental “Ariosto da Riva” – CEPLAC. © - cupuaçuzeiro (4,0 x 5,0 m); x - cacauzeiro (3,0 x 3,0 m); b - bananeira (intercalada nas faixas de cacau e cupuaçu); g - gliricídia (intercalada nas faixas de cacau e cupuaçu); - café (3,0 x 2,0 m); C - cumaru (9,0 m

em linha na faixa do cupuaçu e 9,0 m na faixa do cacau); - pupunha (3,0 x 3,0 m); P - pupunha (3,0 m em linha/faixa intermediário); Pc - Pinho Cuiabano (9,0 m em linha/faixa intermediário).

Para a implantação do sistema agroflorestal CuC, cupuaçu (©), gliricídia e cumaru seguiram o mesmo desenho de CaC e a mesma dinâmica de plantio de espécies para sombreamento (provisório e permanente). Como divisória entre o monocultivo café e CuC plantou-se pupunha no espaçamento de 3 x 3 m.

Aspectos gerais dos sistemas de cultivo estudados podem ser vistos na Figura 6.



Figura 6 - Sistemas de cultivos estudados: a) sistema agroflorestal de cacau, gliricídia e cumaru, b) sistema agroflorestal de cupuaçu, gliricídia e cumaru, c) monocultivo de café e d) visão geral dos sistemas.

## **2.4. Produção total de biomassa aérea das espécies arbóreas**

A produção total da biomassa aérea foi estimada indiretamente pelo método clássico de amostragem não destrutiva para fins botânicos, determinando o diâmetro da árvore a altura do peito (DAP) medido a 1,30 m de altura. O peso seco ( $\text{kg}\cdot\text{arv}^{-1}$ ) de cada árvore foi estimado segundo a equação  $Y = 38,4908 - 11,7883 \times \text{DAP} + 1,1926 \times \text{DAP}^2$  (Brown et al., 1989). O valor final de biomassa arbórea ( $\text{kg}/\text{ha}$ ) viva foi obtido a partir dos valores médios verificados nas áreas de amostragem, com base na frequência dos indivíduos identificados nas parcelas avaliadas. Não foi considerada a biomassa morta, conceituada por Salomão et al. (1998), como referente à fração da biomassa total constituída pela vegetação em decomposição – “litter”, e troncos mortos caídos e em pé.

A biomassa viva acima do solo foi estimada somente para os policultivos de CaC (cacau, gliricídia, cumaru) e CuC (cupuaçu, gliricídia e cumaru) e para o monocultivo de café e mata. A área de mata amostrada foi igual a área das parcelas, escolhida de forma aleatória. Por época da coleta dos dados a pupunha não havia alcançado a altura de 1,30 metros, necessária para estimar o DAP (diâmetro altura do peito).

## **2.5. Delineamento experimental, amostragem e análises do solo**

Cada tratamento selecionado (Figura 4) foi dividido em 3 partes, cada parte foi considerada uma repetição e em cada repetição foram amostrados solos nas profundidades 0 - 5 cm, 5 - 20 cm e 20 - 60 cm. Em cada repetição foram coletadas cinco amostras de solo, formando uma amostra composta. O fatorial foi então de 2 (monocultura) x 2 (agroflorestal) e 1 testemunho (mata) = 5 (tratamentos) x 3 (profundidades); 5 tratamentos x 5 profundidades x 3 repetições, totalizou-se então 45 amostras. Foram contrastados os sistemas agroflorestal com os sistemas em monocultivo e cada sistema com a mata.

Os solos foram destorroados, peneirados com malha de 2 mm de diâmetro e secos ao ar (TFSA), para a realização das análises químicas e físicas.

## **2.5.1. Caracterização física do Solo**

As análises físicas foram realizadas utilizando TFSA. Foram efetuadas análise textural (método da pipeta), argila dispersa em água (ADA, método da pipeta), determinação de equivalente umidade (EU) e estabilidade de agregados.

### **2.5.1.1. Análise textural**

Colocou-se 10 g de TFSA em 50 mL de solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> por 12 horas e, posteriormente, agitou-se em rotação (50 rpm) por 16 horas. Em seguida, a suspensão foi transferida para proveta de 500 mL através de peneira de malha de malha de 0,053 mm, forçando a passagem do material (silte+argila) com jatos de água (pisseta). A fração argila foi determinada pelo método da pipeta. A fração areia grossa foi separada por peneira de malha de 0,2 mm e, a fração areia fina por peneira de malha 0,053 mm. A fração silte foi determinada por diferença entre as frações argila e areia (Embrapa 1997, adaptado por Ruiz 2004).

### **2.5.1.2. Argila dispersa em água (ADA)**

Colocou-se 10 g de TFSA de solo em copo plástico contendo 200 mL de água e deixou em repouso durante uma noite. Em seguida agitou a amostra e passou todo o material para proveta completando o volume para de 500 mL. Decorrido o tempo calculado (Lei de Stokes) foi pipetado 25 mL da amostra e colocada em um béquer previamente pesado e levado à estufa a 100 –105 °C por 48 horas. Após 48 h o béquer foi pesado e determinou-se à massa da argila (Embrapa, 1997 adaptado por Ruiz, 2004).

### **2.5.1.3 Equivalente de umidade (EU)**

Sobre o fundo de tela das caixas da centrífuga colocou-se papel de filtro e, sobre este, 30 g de TFSA formando uma camada de solo de aproximadamente,

1 cm de altura. As amostras foram saturadas com água por 4 horas e submetidas a uma força centrífuga de 1000 vezes a aceleração da gravidade. Finalizada a centrifugação as amostras foram secas em estufa a 100 – 105 °C por 48 horas. Após seco determinou-se a umidade das amostras (Embrapa, 1997 adaptado por Ruiz, 2004).

#### **2.5.1.4. Estabilidade de agregados**

Para a determinação da estabilidade de agregados, foram coletadas três amostras em cada tratamento nas mesmas três profundidades indicadas anteriormente. A coleta foi feita sem a destruição dos torrões com auxílio de pá-de-corte e colher de pedreiro. As amostras foram acondicionadas em marmitex de alumínio, posteriormente, secos ao ar. No preparo das amostras, os torrões foram desmanchados manualmente, tomando-se cuidado para não destruir os agregados e, a seguir, foram tamisados em peneiras de 4 mm e 2 mm (Embrapa, 1997).

Os agregados retidos na peneira de 2 mm foram selecionados para a determinação da distribuição das classes de agregados, utilizando o tamisamento via úmida, com o aparelho preconizado por Yoder (1936). O aparelho foi calibrado para funcionar durante 15 min, com 38 oscilações por min, em um intervalo espacial de 3,5 cm de amplitude entre o ponto máximo e mínimo. Para cada amostra de campo foram feitas três repetições no laboratório. A umidade residual foi determinada utilizando-se uma amostra adicional. Cada amostra foi colocada em placas de Petri e umedecida durante 15 min com água deionizada, utilizando-se atomizador manual. Depois de passadas duas horas do início do umedecimento, as amostras foram transferidas para o aparelho de Yoder, adaptado com peneiras de malhas de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm de abertura. Após o término das oscilações, secou-se o conteúdo retido em cada uma das peneiras em estufa a 105 °C, durante 24 horas, pesando-o em seguida. A classe menor que 0,105 mm foi calculada por diferença, tomando-se como base o peso

inicial, menos a umidade residual, e o peso das demais classes (Wendling et al., 2005).

### 2.5.1.5. Índices de agregação

Calculou-se os diâmetros médio ponderado (DMP) e médio geométrico (DMG) dos agregados, o índice de estabilidade de agregados da classe <0,105 mm (IEA) e a % de agregados estáveis >2,00 mm (AGRI). Para os cálculos de IEA não foram realizados os testes preliminares para verificar a existência de partículas maiores que 2,0 mm nos agregados, denominados cascalhos, a serem descontados do peso inicial. Também não descontou-se a areia nos cálculos para DMP, DMG e AGRI, uma vez que estas partículas participam do processo de agregação do solo (Wendling et al., 2005; Castro Filho et al., 1998).

O DMP e o IEA foram obtidos segundo fórmulas propostas por Castro Filho et al. (1998), sendo que o IEA foi adaptado por Perin et al. (2002). O DMG foi calculado segundo fórmula proposta por Schaller e Stockinger (1953) citado por Alvarenga et al., (1986). A fórmula de AGRI foi proposto por Wendling et al., (2005). As equações utilizadas foram as seguintes:

$$\text{DMP} = \text{antilog} \frac{(n \log d)}{n} \text{ mm}$$

$$\text{DMG} = \sqrt[n]{\sum_{i=1}^N (w_i \cdot d)} \text{ mm}$$

$$\text{AGRI} = w_{i>2} * 100 \%$$

$$\text{IEA} = \left( \frac{Ps - wp_{0,105} - \text{areia}}{Ps - \text{areia}} \right) * 100 \%$$

sendo **n** a percentagem de agregados nas diversas classes de peneiras; **d** o valor médio dos limites superior e inferior de cada classe (mm); **w<sub>i</sub>** representa a proporção de cada classe em relação ao total (g); **w<sub>i >2</sub>** = a proporção de agregados > 2,00 mm; **Ps** = peso da amostra seca (g); e **wp 0,105** = peso dos agregados da classe < 0,105 mm (g).

## **2.5.2. Caracterização química**

### **2.5.2.1. Rotina**

O pH em água (acidez ativa) foi determinado na proporção solo-solução de 1:2,5. O cálcio e magnésio trocáveis, foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> na proporção 1:10 e determinados por absorção atômica. O potássio trocável e o fósforo disponível foram extraídos com solução de Mehlich 1 na relação 1:10, sendo o fósforo foi determinado por colorimetria e o potássio por fotometria de emissão de chama. A acidez potencial (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, na relação 1:15, com pH ajustado a 7 e determinada por titulação com NaOH 0,0606 mol L<sup>-1</sup> (Embrapa, 1997). O alumínio trocável foi extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, na proporção 1:10, e determinado por titulação com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup> (Defelipo e Ribeiro, 1991). O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black.

Na determinação do P-rem utilizou-se uma solução contendo 60 mg L<sup>-1</sup> de fósforo, que foi agitada com uma amostra de 5 cm<sup>3</sup> de TFSA, na proporção 1:10, durante uma hora (Alvarez e Fonseca, 1990). Após a agitação, as fases sólida e líquida foram separadas por meio de centrifugação das amostras por 10 minutos a 2.500 rpm, sendo determinada a concentração de fósforo na solução de equilíbrio, por colorimetria no comprimento de onda de 725 nm.

### **2.5.2.2. Matéria orgânica e nitrogênio do solo**

As análises quantitativas de matéria orgânica e do nitrogênio do solo foram realizadas utilizando TFSA triturada em almofariz, constando de carbono orgânico total do solo, frações de carbono orgânico oxidável, matéria orgânica leve em água, carbono na matéria orgânica leve, nitrogênio total do solo e nitrato e amônio em extratos de solo.

#### **2.5.2.2.1. Carbono orgânico total do solo**

O carbono orgânico total (COT) foi determinado por digestão úmida com a mistura de dicromato de potássio e ácido sulfúrico, sob aquecimento externo (Yeomans e Bremner, 1988).

#### **2.5.2.2.2. Matéria orgânica leve em água**

Colocou-se 50 g de TFSA em copos de plástico de 250 mL e adicionou-se 100 mL de solução de NaOH (hidróxido de sódio)  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . A mistura ficou em repouso por uma noite, sendo posteriormente agitada com bastão de vidro e passado todo o material por peneira de 0,25 mm, eliminando-se assim toda a argila, silte e areia fina. Transferiu-se o material retido em peneira (MOL e areia grossa) para um becker, que foi completado com água. Novamente passou todo material flotado por peneira de 0,25 mm, ou seja a areia grossa ficou no becker. Este procedimento foi repetido várias vezes, separando-se assim a areia grossa da MOL. Todo o material retido na peneira (MOL) foi transferido para uma lata de peso conhecido e seco em estufa à  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  por 72 horas. O material seco foi pesado, determinando assim a MOL (Anderson e Ingram, 1989 adaptado por Mendonça e Matos, 2005).

O carbono orgânico da matéria orgânica leve (COMOL) foi determinado por digestão úmida com a mistura de dicromato de potássio e ácido sulfúrico, sob aquecimento externo, usando o mesmo procedimento do COT (Yeomans e Bremner, 1988).

#### **2.5.2.2.3. Frações de carbono orgânico oxidável**

De cada amostra de solo foram pesada três sub-amostras de 0,5 g. Os solos foram transferidos para erlenmeyer de 250 mL e adicionados 10 mL da solução  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   $0,167 \text{ mol L}^{-1}$  (dicromato de potássio). Na primeira sub-amostra

acrescentou, com a ajuda de uma pipeta volumétrica, 2,5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, na segunda sub-amostra acrescentou-se 5,0 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado e na terceira sub-amostra acrescentou-se 10,0 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado resultando em soluções ácido-aquosas na proporção de 0,25:1 (fração 3 mol L<sup>-1</sup>), 0,5:1 (fração 6 mol L<sup>-1</sup>) e 1:1 (fração 9 mol L<sup>-1</sup>). Para todas as concentrações adicionou ao erlenmeyer 80 mL de água deionizada e 5 gotas de ferroin. Titulou-se com sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol L<sup>-1</sup>. A fração COT - 12 mol L<sup>-1</sup> foi calculada por diferenças entre o carbono orgânico total e o carbono oxidável extraído por solução 10 mol L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Chan et al., 2001 adaptado por Mendonça e Matos, 2005).

Com base no fracionamento do carbono orgânico oxidável foi determinado o índice de manejo do carbono (Blair et al., 1995). Considerando a (fração 3 mol L<sup>-1</sup>) como representante do carbono orgânico lábil (C<sub>L</sub>), determinou-se por diferença o carbono não lábil (C<sub>NL</sub> = COT - C<sub>L</sub>). A relação entre o COT em um dado sistema de cultivo (agroflorestal ou monocultivo) e o COT no sistema de referência (mata, Figura 4) é considerado como o Índice de Compartimento de Carbono (ICC = COT<sub>cultivado</sub> / COT<sub>referência</sub>). Com o C<sub>L</sub> calculou-se a labilidade do carbono (L = C<sub>L</sub> / C<sub>NL</sub>) no solo. A partir de L determinou-se o índice de labilidade (IL = L<sub>cultivado</sub> / L<sub>referência</sub>). Estes dois índices foram usados para calcular o índice de manejo de carbono (IMC = ICC x IL x 100).

#### **2.5.2.2.4. Nitrogênio total do solo**

Pesou-se 0,5 g de solo e o transferiu para tubo de digestão de 100 mL. Adicionou-se 1 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % e 2,0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Deixou-se esfriar e adicionou-se 0,7 g de mistura de digestão (100 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O e 1 g de selênio metálico). Os tubos foram colocados no bloco digestor a 250 °C, por 20 minutos. Após este tempo, elevou-se a temperatura do bloco digestor para 350°C por, 2 horas. Deixou-se resfriar e adicionou-se 5 mL de água destilada e agitou-se. Conectaram-se os tubos de digestão ao destilador Kjeldahl sendo adicionados 10 mL de NaOH 10 mol L<sup>-1</sup>. Coletou-se 50 mL de

destilado e titulou-se com HCL 0,05 mol L<sup>-1</sup> (procedimento para amostras com baixo teor de nitrato proposto por Bremner e Mulvaney, 1982 e Tedesco et al., 1995 adaptado por Mendonça e Matos, 2005).

#### **2.5.2.2.5. Nitrato e amônio em extratos de solo**

Pesou-se 5 g de TFSA em erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 50 mL do extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. A mistura foi agitada em agitador de mesa por 30 minutos, esperou-se decantar e filtrou-se o sobrenadante em papel de filtro quantitativo lento. Para a determinação do nitrato, transferiu-se uma alíquota de 1 mL do filtrado para tubos de ensaio de 20 mL, adicionou-se 0,5 mL da solução TRI (1,0 g de salicilato de sódio + 0,2 g de NaCl + 0,1 g de sulfamato de amônio, dissolvidos em 100 mL de solução de NaOH 0,01 mol L<sup>-1</sup>) e secou-se em estufa a 65° C por 16 h, aproximadamente. Após a secagem total do material, adicionou-se 1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, agitou-se vagarosamente e adicionou-se 5 mL de H<sub>2</sub>O deionizada, esperando-se esfriar por 30 minutos e em seguida adicionou-se mais 5 mL da solução NaOH 10 mol L<sup>-1</sup>, ocorrendo então mudança de cor, passando de transparente para amarelo claro. Realizou-se a leitura em espectrofotômetro, utilizando comprimento de onda de 410 nm (Yang et al., 1998 e Kempers e Zweers, 1986 adaptado por Mendonça e Matos, 2005).

Para determinação do amônio transferiu-se uma alíquota de 1 mL do sobrenadante para tubos de ensaio de 20 mL, adicionou-se 4 mL do extrator de KCl 0,9 mL do reagente de trabalho (solução contendo salicilato de sódio, nitroprussiato de sódio, citrato de sódio e NaOH) e 0,1 mL de NaOCl (2%). Deixou-se repousar por 120 minutos até formação da cor azul que se intensifica com aumento da concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> em solução. Para determinação de nitrato e amônio preparou-se a curva padrão para proceder as leituras, realizadas em espectrofotômetro, utilizando comprimento de onda de 410 nm e 646 nm (Yang et al., 1998 e Kempers e Zweers, 1986 adaptado por Mendonça e Matos, 2005).

## **2.6. Análise estatística**

Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o pacote para análises estatística SAEG. As médias das características avaliadas nos cinco sistemas de manejo, em cada profundidade e o efeito das profundidades em cada sistema de uso foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Estimativa da biomassa viva

O número de indivíduo por parcela, os valores médios de DAP e biomassa média e total para as espécies do sistema CaC (cacau, gliricídia e cumaru), CuC (cacau, gliricídia e cumaru), café e mata e o cálculo do carbono imobilizado nos sistemas encontram-se no Quadro 1. Em Anexo 1, nos Quadros 1, 2, 3 e 4, encontram-se a estimativa da biomassa aérea para cada tratamento.

A biomassa (16.407,75 kg) e o carbono imobilizado (9.516,49) na mata foram superiores à biomassa e ao carbono imobilizado nos sistemas agroflorestais CuC (respectivamente 2.439,46 kg e 1.414,89 kg), CaC (respectivamente 1.503,60 e 872,09 kg) e café em monocultivo (respectivamente 835,80 kg e 468,04 kg). Enquanto o sistema em monocultivo imobilizou 4,9 % os SAFs imobilizaram de 9,2 a 14,9 % do carbono imobilizado pela mata, ou seja os SAFs imobilizaram de 180 % a 292 % a mais de carbono em relação ao sistema de monocultivo, corroborando com a idéia de que os SAFs são sistemas potenciais para o seqüestro de carbono e portanto com potenciais para melhorar a qualidade ambiental, via regulação do clima (Izac e Sanchez, 2001).

Os sistema CaC e CuC apresentaram diferenças entre os indivíduos de cacau e cupuaçu, fato esperado por se tratarem de espécies distintas, porém os indivíduos de cumaru também diferiram entre os dois sistemas. Os indivíduos de cumaru no sistema CuC apresentaram DAP bem menor que no sistema CaC, isto porque houve antes da implantação do SAFs revolvimento do solo nos sistemas, com enleiramento dos restos vegetais. As espécies de cumaru que obtiveram maiores DAP foram plantadas próximas ao enleiramento rico em matéria orgânica.

Portanto as variações de biomassa entre os tratamentos se devem a fisionomias florestais distintas e principalmente a interferência antrópicas.

Cabe ressaltar que a população dos indivíduos estudados é uma população jovem. Com o desenvolvimento geral da população haverá aumento da biomassa foliar (Pavan-Fruehauf, 2000), o que irá contribuir para o aumento da matéria orgânica no solo. Ressalta-se também que a metodologia utilizada para estimar a biomassa foi desenvolvida para florestas tropicais, sendo também utilizada em sistemas agroflorestais, mas para se ter maior precisão seria necessário determinar os parâmetros para cada espécie, o que não foi realizado neste trabalho.

Quadro 1. Número de indivíduos, diâmetro a altura do peito (DAP) e estimativas Brown et al.,1989) da biomassa viva ( $Y = 38,4908 - 11,7883 \times DAP + 1,1926 \times DAP^2$ ) média e total e do carbono imobilizado, em quatro sistemas estudados.

Espécies	Número de Indivíduos	DAP(Média em cm)	Biomassa (Kg)		Carbono imobilizado <sup>1</sup> (Kg)
			Média	Total	
Cacau	29	8,81	27,19	788,82	457,51
Gliricidia	12	14,03	107,85	1.294,20	750,64
Cumaru	4	13,12	89,11	356,44	206,16
Total de CaC <sup>2</sup>	45	_____	_____	2.439,46	1.414,89
Cupuaçu	29	6,40	11,89	344,49	199,80
Gliricidia	12	13,33	93,25	1.119,00	649,02
Cumaru	4	4,18	10,05	40,20	23,31
Total de CuC <sup>3</sup>	45	_____	_____	1.503,60	872,09
Café	60	6,90	13,93	835,80	468,04
Mata	131	14,80	125,25	16.407,75	9.516,49

<sup>1</sup> Carbono imobilizado = 58 % da Biomassa total; <sup>2</sup> CaC = sistema agroflorestal cacau, gliricidia e cumaru; <sup>3</sup> CuC = sistema agroflorestal cupuaçu, gliricidia e cumaru.

### 3.2. Caracterização física do solo

Os teores médios das frações texturais do solo dos tratamentos estão apresentadas no Quadro 2. As quantidades de Areia Grossa (AG) apresentaram maiores valores na camada de 0 a 5 cm em todos os tratamentos e diminuíram de acordo com o aumento da profundidade no solo. Os teores de argila apresentam comportamento inverso aos de areia, aumentando à medida que se aumenta a profundidade, o que é uma característica dos Argissolos.

Quadro 2 - Proporções de areia grossa (AG), areia fina (AF), silte (S) e argila (A) nos diferentes tratamentos e suas profundidades

Trat	Camadas de solo amostradas e frações texturais											
	-----0 a 5 cm-----				-----5 a 20 cm -----				-----20 a 60 cm-----			
	AG	AF	S	A	AG	AF	S	A	AG	AF	S	A
	-----kg.kg <sup>-1</sup> -----											
Café	0,447	0,110	0,050	0,393	0,310	0,120	0,073	0,497	0,267	0,100	0,056	0,577
Pupunha	0,323	0,116	0,078	0,483	0,250	0,090	0,087	0,573	0,210	0,110	0,060	0,620
CaC <sup>1</sup>	0,363	0,106	0,080	0,451	0,263	0,106	0,085	0,546	0,213	0,103	0,070	0,614
CuC <sup>2</sup>	0,410	0,116	0,070	0,404	0,327	0,106	0,091	0,476	0,263	0,080	0,061	0,587
Mata	0,406	0,113	0,060	0,421	0,256	0,116	0,092	0,536	0,233	0,090	0,067	0,610

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumaru; <sup>2</sup> CuC= cupuaçu, gliricídia e cumaru

De uma forma geral, não se verificou diferenças marcantes de textura entre os tratamentos avaliados. Não se espera variação de textura devido a diferenças de tratamento.

Os dados da análise textural permitem classificar os solos dos 5 tratamentos como argilo-arenoso conforme o triângulo textural adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Santos et al., 2005) ou seja, no geral são solos de textura média o que aliado a estrutura do solo permite, quando comparado a um solo arenoso, manter maior disponibilidade de água para plantas, propicia o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e drenam fácil o excesso de água (Silva, 1996), características estas desejáveis para os sistemas agroflorestais.

O Quadro 3 apresenta o equivalente de umidade dos diferentes tratamentos e respectivas profundidades.

QUADRO 3 - Estimativas das médias estabelecidos para Equivalente de Umidade (EU) em função dos sistemas de manejo e das profundidades de amostragem

Característica	Prof -----cm-----	Tratamentos				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>	Mata
		-----kg.kg <sup>-1</sup> -----				
Equivalente de Umidade	0-5	0,205	0,247	0,223	0,194	0,247
	5-20	0,215	0,247	0,242	0,218	0,252
	20-60	0,236	0,269	0,256	0,227	0,253

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumaru; <sup>2</sup> CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru

Os valores de equivalente de umidade são semelhantes em todos os tratamentos e em todas as profundidades, embora haja um ligeiro aumento em profundidade, devido ao maior teor de argila nestas profundidades. O EU está diretamente ligado a textura do solo, portanto se não houve variação de textura não é de se esperar variação de equivalente de umidade (EU).

### 3.2.1. Estabilidade de agregados em água e argila dispersa em água (ADA)

A distribuição dos agregados estáveis em água para cada sistema de uso avaliado, nas diferentes profundidades, encontra-se no Quadro 4.

Em todos os tratamentos a classe 4 - 2,00 mm apresentou maiores proporções na profundidade de 0 - 5 cm em relação às outras profundidades. Tal comportamento era esperado, devido ao maior teor de carbono total (COT) e argila à superfície, o que contribuiu para o aumento da agregação do solo. Wendling (2005) e Iarema (2005) encontraram valores altos de agregados > 2,00 mm nas primeiras profundidades em Latossolos Vermelho-Amarelo. Almeida et al. (2005), ao analisar a distribuição de classe de agregados na camada de 0 - 20 cm, de um Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com cacau em consórcio com plantas de cobertura observaram que os valores encontrados na classe de 4,76 - 2,00 mm foram elevados, variando de 43 a 60%.

Há semelhança dos valores entre os diversos tratamentos, mas para a classe de agregados de 4 - 2,00 mm, o café apresentou maior valor (81,79%) na profundidade de 0 - 5 cm e o menor valor na profundidade de 20 - 60 cm,

resultado inverso foi apresentado pela pupunha. Os sistemas agroflorestais CaC e CuC e pupunha apresentaram valores semelhantes à mata na profundidade de 0 - 5 cm. Todos os tratamentos foram semelhantes à mata na profundidade de 5 – 20 cm. Já nas profundidades de 20 – 60 cm, mata, CaC e Pupunha apresentaram resultados semelhantes e maiores que Café e CuC.

QUADRO 4 - Distribuição de classes de agregados nos diferentes tratamentos e suas profundidades

Classes de agregados (g.g <sup>-1</sup> )	Prof. -----cm-----	Distribuição das Classes de agregados em cada sistema de uso				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup> %	CuC <sup>2</sup>	Mata
<b>4,000-2,000 mm</b>	0-5	81,79	74,44	75,27	74,40	77,37
	5-20	63,35	69,90	60,51	60,97	67,23
	20-60	29,19	50,00	47,18	34,83	46,28
<b>2,000-1,000 mm</b>	0-5	8,20	8,53	13,29	13,26	11,97
	5-20	22,69	16,79	24,28	22,76	21,20
	20-60	26,03	23,92	23,35	21,49	22,69
<b>1,000-0,500 mm</b>	0-5	1,79	2,55	3,60	3,82	1,78
	5-20	5,24	3,23	5,20	5,77	3,58
	20-60	15,18	8,51	9,84	16,42	11,65
<b>0,500-0,250 mm</b>	0-5	1,13	4,98	2,55	2,80	0,89
	5-20	2,70	1,71	2,91	3,09	2,26
	20-60	9,86	5,92	7,00	11,72	8,49
<b>0,250-0,105 mm</b>	0-5	0,57	4,57	2,16	2,11	0,54
	5-20	1,52	1,13	1,85	1,69	1,37
	20-60	7,12	3,49	4,37	7,01	5,30
<b>&lt; 0,105 mm</b>	0-5	6,52	4,93	3,13	3,62	7,46
	5-20	4,50	7,24	5,24	5,72	4,36
	20-60	12,63	8,16	8,27	8,54	5,58

<sup>1</sup> CaC= cacau, gliricídia e cumarú; - <sup>2</sup>CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru

Quanto as classes de agregado de 2,0 a 1,0 mm e de 1,0 a 0,5 mm observa-se maiores valores para os sistemas CaC e CuC na profundidade de 0 - 5 cm, em relação aos sistemas em monocultivo (Pupunha e Café) e em relação a mata. Os outros valores apresentam grande similaridade entre os sistemas (exceto 0,250 - 0,105 para a Pupunha que apresentou valores maiores na profundidade de 0 - 5 cm e 20 - 60 cm) e as variações não são consistentes entre os sistemas. Assim, os sistemas de manejo não estão exercendo grande influência na classe de

agregados, exceto na classe de 2,0 a 1,0 mm onde observou-se maior agregação em solos sob manejo agroflorestal (CaC e CuC).

No Quadro 5, encontram os resultados de argila dispersa em água, (ADA), diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG), percentagens de agregados > 2,00 mm estáveis em água (AGRI) e, índice de estabilidade de agregados (IEA). Os coeficientes de variação encontram-se no Quadro 1 do Anexo 2.

Para ADA, houve efeito significativo de tratamentos, profundidades e interação tratamento x profundidade ( $p < 0,01$ ), conforme o Quadro 1 sintético da ANOVA, (Anexo 2).

A argila dispersa em água é menor na profundidade de 0 – 5 cm em todos os sistemas, exceto Pupunha (= 20 – 60 cm). Isto é esperado devido aos maiores teores de matéria orgânica, COT (Carbono orgânico total) e ciclos de umedecimento e secagem presentes em menores profundidades, alternando a capacidade de floculação das argilas (Silva, 1996). Embora os sistemas agroflorestais possuam cobertura vegetal maior, o que altera os ciclos de umedecimento e secagem, tal efeito foi verificado apenas em relação a pupunha que apresentou na profundidade de 0 – 5 cm maior argila dispersa em relação aos demais. Na profundidade de 5 – 20 cm a ADA em CuC é menor em relação aos demais tratamentos, mas igual a mata. Na profundidade de 20 – 60 cm todos os tratamentos são iguais, indicando que não esta havendo influência nos tratamentos na capacidade de floculação das argilas.

Para DMP e DMG não houve efeitos significativos de tratamento e houve efeitos de profundidades ( $p < 0,01$ ). A interação tratamento x profundidade foi significativa para DMP ( $p < 0,05$ ), e não significativa para DMG (Síntese da ANOVA no Quadro 1, Anexo 2). O diâmetro de agregados são menores em profundidade decorrente do maior teor de argila dispersa, diminuindo a porosidade do solo.

Não houve efeito de tratamento para AGRI (percentagens de agregados > 2,00 mm estáveis em água). O efeito do sistema observado ( $p < 0,01$ ) para IEA (índice de estabilidade de agregados), se deve apenas ao valor observado para o

café na profundidade de 0 – 5 cm. Houve efeito significativo de profundidade para AGRI ( $p < 0,01$ ) e IEA ( $p < 0,05$ ), com as maiores profundidades (20 – 60 cm) apresentando os menores teores de agregados  $> 2,0$  mm estáveis em água, e menores índices de estabilidade em água. Este comportamento está relacionado com o efeito da matéria orgânica e índices de umedecimento e secagem. Espera-se alta estabilidade de agregados em solos com alto teor de argila (Neu, 2005), que não é o caso dos solos aqui estudados (solo areno-argiloso em todas as profundidades, Quadro 2). A matéria orgânica age como condicionador do solo mediante sua estrutura complexa e longas cadeias de carbono, agregando partículas minerais (Hénin et al., 1976). Além das estruturas complexas, a maior parte da matéria orgânica do solo pode aumentar a hidrofobicidade do solo (Bastos et al., 2005), protegendo os agregados contra o umedecimento e sua quebra (Hénin et al., 1976), contudo este efeito não foi observado nos dados aqui apresentados.

QUADRO 5 - Argila dispersa em água (ADA), diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG), percentagem de agregados  $> 2,00$  mm estáveis em água (AGRI) e índice de estabilidade de agregados (IEA) em função dos tratamentos e das profundidades de amostragem

Característica	Prof -----cm-----	Tratamentos				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>	Mata
		%	%	%	%	%
ADA (kg.kg <sup>-1</sup> )	0-5	26,00Bb	31,33Ba	27,33Bb	25,00Cb	25,33Bb
	5-20	32,6Aab	34,67Aa	34,00Aab	28,67Bc	31,00Abc
	20-60	31,34Aa	31,33Ba	31,35Aa	31,67Aa	29,33Aa
DMP (mm)	0-5	2,63Aa	2,13Aa	2,50Aa	2,48Aa	2,52Aa
	5-20	2,30Aa	2,39Aa	2,24Aba	2,23Aa	2,38Aa
	20-60	1,44Ba	1,96Aa	1,88Ba	1,55Ba	1,86Ba
DMG (mm)	0-5	1,54Aa	1,64Aa	2,05Aa	1,99Aa	1,93Aa
	5-20	1,81Aa	1,79Aa	1,71Aba	1,68Aa	1,90Aa
	20-60	0,91Ba	1,31Aa	1,28Ba	0,98Ba	1,27Ba
AGRI (%)	0-5	81,79Aa	64,44Aba	75,27Aa	74,40Aa	77,37Aa
	5-20	63,35Ba	69,90Aa	60,51Aba	60,97Aa	67,24Aa
	20-60	29,18Ca	50,00Ba	47,17Ba	34,86Ba	47,47Ba
IEA (%)	0-5	66,13Bb	91,31Aa	93,97Aa	92,24Aa	84,51Aa
	5-20	92,08Aa	88,86Aa	91,58Aa	89,80Aa	93,02Aa
	20-60	80,17Aa	88,07Aa	87,98Aa	86,91Aa	91,70Aa

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumarú; - <sup>2</sup> CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru. Médias com a mesma letra maiúscula nas colunas (profundidades) ou letras minúsculas nas linhas (tratamentos) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste Tukey.

### 3.3. Análise química do solo

No Quadro 6 encontram-se as médias dos resultados da análise química de rotina para pH, fósforo (P disponível e remanescente), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Alumínio trocável (Al) e Acidez potencial (H+Al) e matéria orgânica do solo (MOS). Encontram-se também os valores calculados para soma de bases ( $SB = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+}$ ), CTC efetiva ( $t = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+} + Al^{+3}$ ), CTC total ( $T = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+} + Al^{+3} + H^{+}$ ), porcentagens de saturação de bases (V) e alumínio (m). A síntese da Anova para todos os dados do Quadro 6 e os coeficientes de variação, encontra-se no Quadro 2 (Anexo 2).

Para o pH houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para tratamentos e profundidade e a interação de tratamento x profundidade não foi significativa. No geral tais diferenças se devem ao efeito da calagem efetuada, exceto mata. Embora haja efeito de tratamento e profundidade, os valores de pH em água apresentam-se médios para todas as profundidades com valores entre 4,5 e 5,5, caracterizando um solo ácido (Ribeiro, et al., 1999).

Para P houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ), para tratamento, profundidade ( $p < 0,01$ ) e interação tratamento x profundidade ( $p < 0,05$ ). Maiores teores de P foram observados na profundidade de 0 – 5 cm para o café (efeito da adubação) e mata. Há maiores teores de P nas primeiras profundidades de 0 – 5 cm em todos os tratamentos, isto certamente ocorre devido a maior atividade biológica nos primeiros centímetros do solo o que também deve ser a causa de teores maiores de P à superfície no solo da mata (Cardoso, 2002). Entretanto os teores de P disponível encontrados nos cinco tratamentos são muito baixos (Ribeiro, et al., 1999), em todas as profundidades analisadas variando de 0,30 a 2,10  $mg.dm^{-3}$ , (Quadro 6).

QUADRO 6 - Características químicas avaliadas em função dos tratamentos e da profundidade de amostragem

Característica	Prof -----cm-----	Tratamentos				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>	Mata
PH	0-5	5,35Aa	5,16Aab	5,01Abc	5,17Aab	4,78Ac
	5-20	4,82Ba	4,81Ba	4,80Aa	4,74Bab	4,50Bb
	20-60	4,83Ba	4,90Ba	4,81Aa	4,78Ba	4,73Aa
P(mg.dm <sup>-3</sup> )	0-5	2,10Aa	1,20Abc	1,03Ac	0,86Ac	1,80Aab
	5-20	0,60Ba	0,70Aba	0,46Aba	0,53Aa	0,80Ba
	20-60	0,36Ba	0,40Ba	0,33Ba	0,30Aa	0,30Ba
K (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	0,207Aa	0,207Aa	0,197Ab	0,177Ab	0,130Ab
	5-20	0,098Ba	0,105Ba	0,088Ba	0,096Ba	0,064Ba
	20-60	0,050Ba	0,058Ba	0,051Ba	0,052Ba	0,030Ba
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	2,02Aa	1,81Aa	1,61Aa	1,97Aa	1,67Aa
	5-20	0,42Bab	0,26Bab	0,76Bab	0,26Bab	0,07Bb
	20-60	0,15Ba	0,02Ba	0,05Ca	0,05Ba	0,01Ba
Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	0,61Aa	0,72Aa	0,71Aa	0,75Aa	0,79Aa
	5-20	0,15Ba	0,16Ba	0,28Ba	0,14Ba	0,21Ba
	20-60	0,08Ba	0,09Ba	0,14Ba	0,09Ba	0,06Ba
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	0,32Bb	0,37Bb	0,58Bab	0,54Cab	0,80Ba
	5-20	1,08Aab	0,85Ac	0,98Abc	1,22Aab	1,36Aa
	20-60	0,91Aa	0,93Aa	0,82Aba	0,85Ba	0,99Ba
H + Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	6,16Ab	7,00Ab	7,06Ab	6,56Ab	9,10Aa
	5-20	6,26Ab	6,16Ab	6,13Bb	6,6Aab	7,26Ba
	20-60	6,23Aa	6,53Aa	6,30Aba	6,13Aa	6,73Ba
SB (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	2,90Aa	2,80Aa	2,49Aab	2,22Ab	2,58Aab
	5-20	0,67Bb	0,55Bb	1,19Ba	0,50Bb	0,35Bb
	20-60	0,28Ca	0,17Ba	0,31Ca	0,31Ba	0,09Ba
t (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	3,23Aa	3,18Aa	3,07Aa	3,27Aa	3,39Aa
	5-20	1,75Ba	1,60Ba	2,00Ba	1,95Ba	1,72Ba
	20-60	1,20Ba	1,11Ba	1,13Ca	1,08Ca	1,09Ca
T (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0-5	9,07Ab	9,80Ab	9,56Ab	8,45Ab	11,69Aa
	5-20	6,94Ba	6,91Ba	7,15Ba	7,40Aba	7,62Ba
	20-60	6,52Ba	6,71Ba	5,61Ca	6,36Ba	6,83Ba
V (%)	0-5	32,0Aa	28,5Aab	26,0Abc	25,40Ac	22,2Ac
	5-20	9,7Bb	8,33Bbc	16,60Ba	6,90Bbc	4,6Bc
	20-60	4,3Ca	2,5Ca	3,73Ca	3,5Ba	1,3Ba
m (%)	0-5	12,03Ca	12,76Ca	18,8Ca	19,43Ba	23,7Ba
	5-20	61,3Bbc	54,8Bc	49,7Bc	73,63Aab	79,8Aa
	20-60	76,4Ab	84,3Aab	72,9Ab	84,40Aab	91,4Aa
P- rem (mg.L <sup>-1</sup> )	0-5	27,03Aa	21,57Ab	22,90Ab	28,17Aa	22,47Ab
	5-20	15,83Bab	12,17Bb	15,17Bab	16,23Ba	14,87Bab
	20-60	9,77Ca	8,33Ca	9,27Ca	10,83Ca	9,00Ca
MOS (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	4,56Ab	4,91Ab	5,17Ab	4,61Ab	6,80Aa
	5-20	3,01Ba	3,27Ba	3,14Ba	2,84Ba	3,23Ba
	20-60	2,33Ca	2,45Ca	2,33Ca	2,11Ca	2,29Ca

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumarú; <sup>2</sup> CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru. Médias com a mesma letra maiúscula nas colunas (profundidades) ou letras minúsculas nas linhas (tratamentos) não diferem entre si (p < 0.05) pelo Teste Tukey. P (Fósforo), K (Potássio), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Al (Alumínio ou acidez trocável), H+Al (Acidez potencial), SB (Soma de Bases), t (CTC efetiva), T (CTC pH 7), V (Saturação por bases), m (Saturação por Al<sup>3+</sup>), P-rem (Fósforo remanescente), MOS (matéria orgânica do solo).

Para  $K^+$  houve efeitos significativos para o tratamento ( $p < 0,05$ ), a profundidade ( $p < 0,01$ ) e a interação de tratamento x profundidade ( $p < 0,05$ ). Café e Pupunha apresentaram maiores teores de Potássio ( $K^+$ ) em relação aos tratamentos CaC = CuC = mata. Talvez a exigência de K, diferenciada das plantas, explique estes valores. Todos os tratamentos apresentaram maiores valores de K à profundidade de 0 – 5 cm. Araújo (2000), trabalhando com Argissolo Amarelo distrófico submetido a diferentes tipos de uso no Acre, constatou comportamento semelhante, observando que os teores de  $K^+$  tendem a decrescer com a profundidade. Os maiores teores ocorrem nos primeiros centímetros, não raro, até próximo aos 10 cm de profundidade. Os teores de  $K^+$  apresentados são baixos (Ribeiro et al., 1999).

Os teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  não diferem em relação ao tratamento e diferem em relação à profundidade ( $p < 0,01$ ). Não houve também efeito na interação de tratamento x profundidade. Os teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  são maiores nas profundidades de 0 – 5 cm (Quadro 6) e ambos foram considerados médios nesta profundidade. Na profundidade de 5 – 20 cm apresentaram valores baixos e na profundidade de 20 – 60 cm muito baixo (Ribeiro, et al. 1999). Neu (2005), estudando influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes via solução do solo na região de Manaus, encontrou resultados semelhantes, com concentrações maiores à superfície, características de solos distróficos, de baixa fertilidade.

Nos teores  $Al^{3+}$ , houve diferenças significativas no tratamento e profundidade ( $p < 0,01$ ), mas não houve interação significativa para tratamento x profundidade. O  $Al^{3+}$  foi menor à superfície (0 – 5 cm) em todos os tratamentos, o que pode estar associado a calagem efetuada e a matéria orgânica. Na mata, onde não houve calagem, o teor de alumínio é maior à profundidade de 0 – 5 cm. Na profundidade de 20 – 60 cm, onde não ocorreu calagem, o teor de alumínio é igual para todos os tratamentos. Na profundidade de 5 – 20 cm o alumínio é maior para mata e CuC e menor para pupunha, os demais tratamentos foram semelhantes entre si.

Os teores de alumínio trocáveis ( $Al^{3+}$ ), em todas as profundidades variaram de 0,32 a 1,36  $cmol_c \cdot dm^{-3}$  considerados, respectivamente baixo na profundidade de

0 – 5 cm para o café e alto na profundidade de 5 – 20 cm para a mata (Ribeiro, et al., 1999).

Para acidez potencial (H+Al) houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) de tratamento, de profundidade e interação de tratamento x profundidade. O efeito de tratamento foi verificado apenas para a mata. Este tratamento apresentou maior acidez potencial nas profundidades de 0 – 5 e 5 – 20 cm em relação aos demais tratamentos. Quanto a profundidade foi verificado efeito apenas nos tratamentos CaC e mata, com a profundidade de 0 – 5 cm apresentando maiores valores em relação as demais. A tendência de aumento da acidez potencial em áreas de mata é acompanhada pelos maiores teores de matéria orgânica do solo presente. A decomposição de restos orgânicos favorece o aumento da acidez potencial (Alvarenga e Davide, 1999), devido os radicais carboxílicos e fenólicos presentes na matéria orgânica. Os teores da matéria orgânica também decrescem com a profundidade (Quadro 9), fato este já observado nesses solos estudados em outras áreas da região Amazônica (Araújo, 2000; Neu, 2005).

As diferenças encontradas para os valores de soma de bases, (SB), CTC efetiva (t), CTC total (T), saturação de bases (V) e saturação de alumínio (m), refletem as diferenças já discutidas para  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{H}^+$ . A soma de base para todos os sistemas, em todas as profundidades é considerada baixa, com valores variando de 0,09 a 2,90  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ . Os valores de CTC efetiva variam de 1,09 a 3,23, são valores considerados baixos e médios (Ribeiro, et al., 1999). Os valores de CTC total variam de 5,61 a 11,69  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ , valores esses considerados baixo e médio, respectivamente. A saturação de base varia de 1,3 a 32 %, ambos considerados muito baixo e baixo. A saturação de alumínio (m) de 12,03 a 91,4 %, consideradas respectivamente muito baixa e muito alta (Ribeiro, et al. 1999).

Segundo Tomé Jr. (1997), a saturação por bases e saturação por alumínio são excelentes indicativos das condições gerais de fertilidade do solo, pois é a partir de seus percentuais que são definidos o caráter eutrófico, distrófico e alumínico (Embrapa, 1999) do solo. Valores de saturação de bases encontrados nos tratamentos, inferiores a 30%, classificam o solo como distrófico. Os valores mais elevados de saturação de bases, relacionados com maiores valores de soma de

base e CTC estão relacionados à qualidade da matéria orgânica do solo (Araújo, 2000).

Para os teores de fósforo remanescente (P-rem) houve diferenças significativas para os tratamentos e para as profundidades ( $p < 0,01$ ) e não houve diferença significativa para a interação tratamento x profundidade. Os teores de fósforo remanescente (P-rem) variam de  $9 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $28,16 \text{ mg.L}^{-1}$ , abrangendo respectivamente as classes baixa e alta de P-rem (Ribeiro, et al. 1999). Os teores de P-rem decrescem com a profundidade em todos os tratamentos, o que deve estar relacionado também ao decréscimo de teor de matéria orgânica (Quadro 8, Andrade et al., 2003). Tanto a matéria orgânica quanto a argila influenciam o P-rem (Araújo, 2000). Na profundidade de 0 – 5 cm, os sistemas café e CuC apresentam teores iguais de P-rem e são superiores aos demais tratamentos. Quanto ao café, tais valores podem estar relacionados a adubação ocorrida e quanto ao CuC pode estar relacionada aos menores teores de argila (Quadro 2), o que também pode explicar os teores superiores na profundidade de 5 – 20 cm em relação ao tratamento pupunha. Na profundidade de 20 – 60 cm não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

### **3.4. Matéria orgânica do solo**

Para a matéria orgânica do solo (MOS, Quadro 6) houve diferenças significativas entre os sistemas, as profundidades e para a interação sistema x profundidade ( $p < 0,01$ , Quadro 2, anexo 2). Em todos os tratamentos os teores de MOS decrescem com a profundidade, o que era esperado devido a maior atividade orgânica à superfície. Com relação aos tratamentos a diferença ocorre apenas à profundidade de 0 – 5 cm com a mata apresentando valores superiores em relação aos demais tratamentos. A derrubada da mata para a implantação dos tratamentos diminuiu os valores de MOS, e a implantação diferenciada de tratamento de cultivo não refletiu diferentemente em seu teor.

Os teores de matéria orgânica leve (MOL) e carbono orgânico da MOL (COMOL) em função dos tratamentos e das profundidades de amostragem

encontram-se no Quadro 7. A síntese da Anova para os dados do Quadro 7 e os coeficientes de variação, encontram-se no Quadro 3, Anexo 2.

Para matéria orgânica leve não houve efeito significativo de tratamentos, mas houve efeito de profundidades ( $p < 0,01$ ). Não houve também efeito significativo da interação tratamento x profundidade. A ausência de efeito deve estar relacionada ao alto coeficiente de variação (72 %). O efeito de profundidade foi verificado para os tratamentos café e CuC que apresentaram menores valores à profundidade de 20 – 60 cm.

QUADRO 7 - Teores de matéria orgânica leve (MOL) e carbono orgânico da MOL (COMOL) em função dos tratamentos e das profundidades de amostragem

Característica	Prof -----cm-----	Tratamentos				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>	Mata
MOL (mg.kg <sup>-1</sup> )	0-5	0,0223Aa	0,0218Aa	0,0161Aa	0,0348Aa	0,0177Aa
	5-20	0,0058ABa	0,0064Aa	0,0070Aa	0,0156Aa	0,0034Aa
	20-60	0,0033Ba	0,0055Aa	0,0044Aa	0,0041Ba	0,0072Aa
COMOL (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	44,82Aa	39,45Aa	46,82Aa	35,50Aa	35,22Ba
	5-20	21,34Ab	43,83Aab	45,89Aab	44,99Aab	75,54Aa
	20-60	44,67Aa	60,37Aa	49,28Aa	25,85Aa	35,78Ba

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumarú; - <sup>2</sup>CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru. Médias com a mesma letra maiúscula nas colunas (profundidades) ou letras minúsculas nas linhas (tratamentos) não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste Tukey.

Nos tratamentos de CaC e CuC há podas periodicamente, isso contribui para o aporte de biomassa e deposição do material como cobertura morta, esperava-se com isto maiores teores de MOL, porém tal prática não refletiu nos teores de MOL do solo aqui estudado.

Quanto a COMOL, não houve efeito significativo de sistemas e de profundidades, porém efeito significativo ( $p = 0,05$  ou  $p < 0,05$ ) para a interação sistema de uso x profundidade. O valor elevado da COMOL para a mata na profundidade de 5 – 20 cm pode esta favorecendo esta interação significativa. Talvez o maior valor de COMOL na profundidade de 5-20 cm encontrado para a mata esteja indicando maior atividade biológica nesta profundidade. Cardoso et al.,

2003, também encontrou maiores valores da relação fósforo orgânico: fósforo lábil na profundidade de 10-15 cm quando comparado às profundidades de 2-3 e 40-60 cm.

Os tratamentos aqui estudados não apresentaram nenhuma diferença na MOL (Quadro 7). Isto talvez se deva a similaridades dos tratamentos (todos são compostos de culturas perenes) aliado ao pouco tempo de manejo (apenas 4 anos), não sendo suficiente para detectar alterações na MOL bem como em outros indicadores estudados.

Os teores de C orgânico total (COT) e das frações de carbono orgânico oxidável (COXID<sub>3</sub>, COXID<sub>6</sub>, COXID<sub>9</sub>, COXID<sub>12</sub>) em função dos tratamentos e da profundidade de amostragem encontram-se no Quadro 8. A síntese da Anova e os coeficientes de variação encontram-se no quadro 4, Anexo 2.

QUADRO 8 - Teores de C orgânico total (CO<sub>TOTAL</sub>) e das frações de carbono orgânico oxidável (COXID<sub>3</sub>, COXID<sub>6</sub>, COXID<sub>9</sub>, COXID<sub>12</sub>) em função dos tratamentos e da profundidade de amostragem

Característica	Prof	Tratamentos				
		-----cm-----	Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>
CO Total (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	2,08Ac	2,58Abc	2,90Aab	2,89Aab	3,30Aa
	5-20	1,56ABa	1,59Ba	1,69Ba	1,54Ba	1,35Ba
	20-60	1,34Ba	1,30Ba	1,21Ba	1,37Ba	1,34Ba
COXID <sub>3</sub> (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	0,48Aa	0,61Aa	0,86Aa	0,58Aa	0,96Aa
	5-20	0,59Aa	0,47Aa	0,49Aa	0,47Aa	0,93Aa
	20-60	0,53Aa	0,41Aa	0,82Aa	0,34Aa	0,21Ba
COXID <sub>6</sub> (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	0,98Ab	2,24Aa	1,41Aab	2,28Aa	2,42Aa
	5-20	1,36Aa	1,42Aba	1,41Aa	0,99Ba	0,71Ba
	20-60	1,29Aa	1,20Ba	0,64Aa	1,36Ba	1,10Ba
COXID <sub>9</sub> (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	1,67Ab	1,64Ab	1,72Ab	1,57Ab	2,17Aa
	5-20	1,12Ba	1,22Ba	1,19Ba	0,99Ba	1,06Ba
	20-60	0,86Cab	1,03Ba	0,98Bab	0,89Bab	0,75Cb
COXID <sub>12</sub> (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	0,52Ac	0,94Ab	1,17Aab	1,53Aa	1,12Ab
	5-20	0,58Aa	0,37Ba	0,50Ba	0,56Ba	0,30Ba
	20-60	0,51Aab	0,34Bab	0,23Bb	0,66Ba	0,60Bab

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumaru; <sup>2</sup> CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru. Médias com a mesma letra maiúscula nas colunas (profundidades) ou letras minúsculas nas linhas (tratamentos) não diferem entre si (p < 0.05) pelo Teste Tukey.

Para o carbono orgânico total (COT) não há efeito significativo de tratamento e há efeito de profundidade e da interação tratamento x profundidade (p < 0.01). A diferença entre tratamentos ocorreu apenas na profundidade de 0 – 5 cm, com o café apresentando teores menores em relação aos tratamentos CaC, CuC e

Mata. O teor de COT foi mais elevado na profundidade de 0 – 5 cm para todos os tratamentos, está relacionado com a maior atividade biológica nessa profundidade. A diferença encontrada entre COT (Quadro 8) e C na MOS (Quadro 6) está relacionado aos métodos utilizado para análise. Considera-se que em média a matéria orgânica do solo apresenta 58% de C, e que o COT do solo é oxidado através de uma solução oxidante ( $k_2Cr_2O_7$ ), assumindo-se que todo o C do solo esteja em um estado de oxidação zero  $C^0$  (Mendonça e Matos, 2005).

Quanto as frações de carbono orgânico oxidável houve efeito de tratamentos para as frações COXID<sub>9</sub> ( $p < 0.05$ ) e COXID<sub>12</sub> ( $p < 0.01$ ) e efeitos de profundidade e interação tratamento x profundidade ( $p < 0,01$ ) para todas as frações exceto COXID<sub>3</sub>. Embora não tenha havido efeito de tratamento na fração COXID<sub>6</sub>, o menor valor para o café ( $0,98 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) pode estar causando o efeito da interação. Para o COXID<sub>9</sub> a mata apresentou maior valor ( $2,17 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) na profundidade de 0 – 5 cm e a pupunha o maior valor ( $1,03 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) na profundidade de 20 – 60 cm. Para a fração COXID<sub>12</sub> o efeito foi devido aos baixos valores na profundidade de 0 – 5 cm para o Café ( $0,52 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) e para a profundidade de 20 – 60 cm para o tratamento CaC ( $0,23 \text{ dag.kg}^{-1}$ ).

Em todos os tratamentos as frações COXID<sub>3</sub> são iguais em todas as profundidades, exceto para tratamento mata que apresentou menores valores ( $0,21 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) na profundidade 20 – 60 cm. As demais frações de carbono orgânico oxidável em todos os tratamentos são maiores na profundidade de 0 – 5 cm, exceto para o café que apresentou valores iguais em todas as profundidades nas frações COXID<sub>6</sub> e COXID<sub>12</sub>, pupunha que apresentou frações iguais na profundidade de 5 – 20 cm na fração COXID<sub>6</sub> e para o tratamento CaC que apresentou também valores iguais na fração COXID<sub>6</sub> em todas as profundidades.

Os maiores teores de carbono orgânico nos fracionamentos estão ligados à maior quantidade e qualidade dos resíduos de vegetação adicionados ao solo e os resíduos variam de acordo com o tratamento adotado. Embora os resultados sejam variáveis, em relação aos outros tratamentos de cultivo, o café parece estar influenciando negativamente o teor de Carbono oxidável, isto provavelmente deve

estar ocorrendo devido a compostos orgânicos presentes nos resíduos do café (Marin, 2002).

O índice de compartimento do carbono (ICC), a labilidade (L) do carbono, o índice de labilidade (IL) e o índice de manejo do carbono (IMC) estão apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Índice de compartimento do carbono (ICC), labilidade (L) do carbono, índice de labilidade (IL) e índice de manejo do carbono (IMC), de um Argissolo, nas profundidades de 0 – 5 cm, 5 – 20 cm e 20 – 60 cm, nos diferentes tratamentos

Característica	Prof -----cm-----	Tratamentos				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>	Mata <sup>3</sup>
ICC <sup>4</sup>	0-5	0,63	0,78	0,87	0,87	-
	5-20	1,15	1,17	1,25	1,14	-
	20-60	1,00	0,97	0,90	1,02	-
L <sup>5</sup>	0-5	0,30	0,31	0,42	0,25	0,41
	5-20	0,61	0,42	0,41	0,44	2,21
	20-60	0,65	0,46	2,10	0,33	0,19
IL <sup>6</sup>	0-5	0,73	0,75	1,03	0,61	-
	5-20	0,27	0,19	0,18	0,20	-
	20-60	3,52	2,42	11,31	1,73	-
IMC <sup>7</sup>	0-5	46,00	58,50	89,61	53,07	-
	5-20	31,05	22,23	22,50	22,80	-
	20-60	352,00	234,74	1017,62	176,46	-

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumarú; <sup>2</sup>CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru; <sup>3</sup>a mata foi utilizada como referência para o cálculo de ICC, IL e IMC e por isto não apresenta tais valores; <sup>4</sup>ICC – Índice de compartimento do carbono, <sup>5</sup>L – Labilidade do carbono, <sup>6</sup>IL – Índice de Labilidade e <sup>7</sup>IMC – Índice de manejo de carbono.

Os valores de ICC para todos os SAFs são ligeiramente superiores aos de valores dos sistemas em monocultivos na profundidade de 0-5 cm e similares nas demais profundidades. O valor de L foi muito superior para a mata na profundidade de 5-20 cm, confirmando a possibilidade de maior atividade biológica nesta profundidade, como anteriormente discutido para COMOL (Quadro 7). Este valor elevado para a mata irá refletir em valores baixos de IL na profundidade de 5-20 cm para todos os tratamentos. CaC apresentou valor elevado de L na

profundidade de 20-60 cm, o que irá refletir em valor elevado de IL nesta profundidade para este tratamento. O índice de manejo do carbono (IMC) avalia as mudanças no COT, no carbono lábil e não lábil e é considerado indicador das alterações da matéria orgânica do solo sob diferentes tratamentos de manejo (Blair et al., 1995; Maia, 2004; Alencar, 2005). Valores de IMC > 100 indicam que os sistemas estão apresentando melhoria da sustentabilidade, enquanto que valores inferiores a 100 são indicativos de impacto negativo das práticas culturais sobre os teores de MOS (Blair et al., 1995, Alencar, 2005). Assim na profundidade de 0 – 5 cm, embora todos tratamentos apresentaram IMC inferiores a 100, o valor de IMC de CaC é o mais próximo de 100 (90,30) e é superior aos valores dos demais tratamentos, isso, junto com o ICC pode indicar que o CaC está apontando para uma maior sustentabilidade. Na profundidade de 20-60 cm, todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 100 de IMC, mas CaC apresentou valor muito superior aos demais tratamentos e CuC o menor valor de todos.

Os índices aqui discutidos (ICC e IMC) podem estar indicando maior dinâmica da matéria orgânica no CaC, em especial em maiores profundidades. Os altos valores de IMC à profundidade de 20-60 cm em todos os tratamentos podem estar indicando movimentação de C, devido a textura média do solo (Quadro 2), em especial no sistema com cacau. O sistema com cacau apresenta a maior produção de biomassa (Quadro 1) e o cacau é uma espécie caducifólia, aportando grande quantidade de material orgânico ao sistema. Este material por ação das águas da chuva libera para o solo compostos orgânicos de baixo peso molecular, que se movimentam no perfil (Myasawa et al., 1993; Fanchini et al., 1999; van Heels et al., 2000) podendo ser então responsáveis por altos valores de IMC em profundidade.

#### **3.4.1. Nitrogênio total, nitrato e amônio**

No QUADRO 10, são apresentados os teores de N total, nitrato e amônio em função dos tratamentos e das profundidades de amostragem. A síntese da

ANOVA e os coeficientes de variação para estes dados encontram-se no Anexo 2 (Quadro 5). Para N Total houve efeito significativo devido aos tratamentos, a profundidade e a interação tratamento x profundidade ( $p < 0,01$ ). Para o nitrato não houve diferença significativa devido aos tratamentos, houve diferenças devido a profundidade ( $p < 0,01$ ) e não houve interação tratamento x profundidade. Para o amônio não houve diferenças significativas devido aos tratamentos e profundidades.

A diferença de nitrogênio total devido ao tratamento, ocorreu na profundidade de 0 – 5 cm, com o CuC apresentando o menor valor ( $0,138 \text{ dag.kg}^{-1}$ ). O N total decresceu com a profundidade em todos os tratamentos, o que é esperado devido a relação do N com a MOL (Quadro 7). Dentro do mesmo tratamento, observou-se maiores concentrações de nitrato nas profundidades de 5 – 20 cm e ou 20 – 60 cm para café, pupunha e CaC, indicando poder estar ocorrendo lixiviação de nitrato. Segundo Brady e Weil (1999), nos trópicos úmidos o nitrato pode ser levado às profundidades maiores no solo, através dos processos de lixiviação, devido à baixa capacidade que o nitrato apresenta de se adsorver às partículas de solo.

Em sistemas naturais as principais vias de entrada do N nos solos são a decomposição e mineralização da matéria orgânica (que varia de acordo com o tipo de tratamento), a água da chuva e a água de lavagem da biomassa viva e morta acumulada sobre o solo e da vegetação (Smethurst, 2000). Na solução do solo o N é encontrado nas formas orgânica e inorgânica. Com o início das chuvas ocorre em muitos casos um aumento significativo de N na solução do solo, em especial na forma de nitrato, pois se segundo Neu (2005), em geral o nitrato é a forma inorgânica predominante em ecossistema tropical, já em área com maior grau de antropização, observa-se a predominância de nitrito e amônio.

QUADRO 10 - Teores de N total, nitrato e amônio em função dos tratamentos e das profundidades de amostragem

Característica	Prof -----cm-----	Tratamentos				
		Café	Pupunha	CaC <sup>1</sup>	CuC <sup>2</sup>	Mata
N total (dag.kg <sup>-1</sup> )	0-5	0,196Ab	0,184Abc	0,207Ab	0,138ABc	0,277Aa
	5-20	0,141Ba	0,138Ba	0,149Ba	0,144Aa	0,168Ba
	20-60	0,106Ba	0,102Ba	0,106Ba	0,098Ba	0,093Ca
Nitrato (mg.kg <sup>-1</sup> )	0-5	6,36Ba	6,51Ba	8,34Ba	6,38Aa	11,27Aa
	5-20	10,02Aa	8,24Ba	8,44Aa	11,01Aa	9,90Aa
	20-60	12,74Aa	13,74Aa	13,33Aa	10,87Aa	10,22Aa
Amônio (mg.kg <sup>-1</sup> )	0-5	0,328Aa	0,897Aa	0,576Aa	0,625Aa	0,701Aa
	5-20	0,600Aa	0,658Aa	0,744Aa	0,700Aa	0,647Aa
	20-60	0,575Aa	0,616Aa	0,595Aa	0,689Aa	0,650Aa

<sup>1</sup> CaC = cacau, gliricídia e cumarú; - <sup>2</sup> CuC = cupuaçu, gliricídia e cumaru. Médias com a mesma letra maiúscula nas colunas (profundidades) ou letras minúsculas nas linhas (tratamentos) não diferem entre si (p < 0.05) pelo Teste Tukey.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O carbono imobilizado na biomassa dos SAFs foi muito superior ao carbono imobilizado nos monocultivos, o que aponta os SAFs como possíveis contribuidores na regulação do clima, pois aumentam o seqüestro de carbono pela biomassa.

Mesmo considerando o pouco tempo de manejo (4 anos) e a similaridade entre os sistemas estudados (SAFs e monocultivos com culturas perenes), os maiores índices de manejo de carbono (IMC) foram observados no sistema agroflorestal com cacau. Neste sistema também houve aumento na porcentagem de macro agregados (classe de agregados de 2,0 a 1,0 mm) o que está associado ao aumento do IMC. O SAF com cacau mostra-se mais estável e sustentável quando comparado com os demais e constitui sistema promissor para o uso dos solos no contexto amazônico. Com o tempo espera-se aumento dos teores de MOS e MOL o que poderá contribuir para distinguir o sistema com cupuaçu dos sistemas em monocultivo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, G. V. **Caracterização sócio-ambiental de sistemas de cultivo orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba, Ceará.** Viçosa – MG, 2005. Tese (Doutorado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. 206 p.
- ALMEIDA, J.G.; PAIVA, A.Q.; SOUZA Jr., J.O.; BALIGAR, V.C.; FARIA, J.C.; POMELLA, A ; JORDÁ Jr. D.B. **Atributos físicos de um solo cultivado com cacau em consórcio com plantas de cobertura.** In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife, Pernambuco. **Anais...**, Recife, PE: 2005. (CD-Rom)
- ALVARENGA, R. C.; FERNANDES, B.; SILVA, T. C. A.; RESENDE, M. **Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada do milho.** R. Bras. Ci. Solo, 10: 373-277, 1986.
- ALVARENGA, M.I.N; DAVIDE, A.C. **Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas.** R. Bras. Ci. Solo, 23:933-942, 1999.
- ALVAREZ, V. V. H.; FONSECA, D. M. **Definição de doses de fósforo para a determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação.** R. Bras. Ci. Solo, Campinas. 1999. p.49-55.

- ANDERSON, J.D.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. 2.ed. Wallingford, UK CAB International, 1996. 171p.
- ANDRADE, F. V., MENDONÇA, E.S, ALVAREZ V, V. H., NOVAIS, R. F. **Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato**. R. Bras. Ciência do Solo, 27:1003-1011, 2003
- ARAÚJO, E.,A. **Caracterização de solos e modificações provocadas pelo uso agrícola no Assentamento Favo de Mel, na região do Purus – Acre**. Viçosa – MG, 2000. Tese (Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciência do Solo e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. 122 p.
- ASSIS JÚNIOR S. L.; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M.; COUTO L.; MELIDO, R.C.N. **Atividade microbiana do solo em sistemas agrofloretais, monoculturas, mata natural e área desmatada**. Revista Árvore, Viçosa-MG, 27:35-41, 2003.
- BASTOS, R.S., MENDONÇA, E. S., ALVAREZ, V. H V., CORRÊA, M. M.: **Formação e estabilização de agregados do solo decorrentes da adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas**. R. Bras. Ciência do Solo, 29:11-20, 2005
- BLAIR, G.J.R.D.B. LEFROY, AND L. LISLE. **Soil carbon fraction based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems**. Aust. J. Agric. Res. 46:1459-1466. 1995.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soil**. New Jersey: Prentice-Hall. 1999. 881 p.
- BREMNER, J.M., MULVANEY, C. S. **Total nitrogen**. In: PAGE, A. L., ed. Methods of soil analysis. Madison: amarecan Society of Agronomy, 1982. p.595-624.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A.J.R. & LUGO, A.E., 1989. **Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory**. Forest. Sci., 35:881-902.
- CAMPANHA, M.M. **Contribuição ao estudo de sistemas agrofloretais com café (*Coffea arábica L.*)**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2001.

- CARDOSO, I. M. **Phosphorus in Agroforestry Systems: a contribution to sustainable agriculture in the Zona da Mata of Minas Gerais, Brazil.** Ph.D. Thesis, Wageningen University. 2002. 132 p.
- CARDOSO, I. M., BODDINGTON, C., JANSSEN, B. H., OENEMA, O, KUYPER, T. W.: **Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil.** Agroforestry Systems. P. 58:33-43. 2003.
- CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J. & ARMANDO, M. S. **Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, nov. 2004
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O., PODANOSCHI, A.L. **Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico em um Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras.** R. Bras. Ci. Solo, 22: 527-538, 1998.
- CEPLAC – COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUERO: **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira.** Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Belém, CEPLAC, 2001. p 125.
- CHAN, K.Y.; BOWMAN, A.; OATES A. **Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture ley.** Soil Science. v. 166, n.1 p. 61-67. 2001.
- CURRENT, D.; LUTZ, E.; SCHERR, S. **Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforesteria: experiencia en América Central y em Caribe.** Turriaba: CATIE; IFRPRI; PNUD, 1995. 48 p. (CATIE. Série Técnica).
- DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A C. **Análise química do solo.** 2.ed. Viçosa, MG: UFV. 22p. 1991. (Boletim de Extensão, 29).
- DUBOIS, J. C. L. **Manual agroflorestal para a Amazônia.** Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. v.1, 228 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Manual de Métodos de Análise de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- FRANCHINI, J.C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M. A.: **alterações químicas em solos ácidos após aplicação de resíduos vegetais**. R. Brás. Ci. Solo, 23:533, 1999.
- HAMMES, V. S. **Construção da Proposta Pedagógica**. Editora Técnica – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2002.
- HÉNIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro, Forense-Universitária; São Paulo, Universidade de São Paulo, 1976. 334 p.
- IAREMA, A., A. **Qualidade do solo em pátios de estocagem em área de exploração de madeira no município de Nova Maringá, Mato Grosso**. Viçosa – MG, 2005. Tese (Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. 61p.
- IBGE - INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos Naturais e Meio Ambiente: uma visão do Brasil**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ªed. Rio de Janeiro – RJ: IBGE, 1997.
- IPAM [Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia]. **Recuperação Florestal de Áreas Degradadas**. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/ecoflor>> Acessado em: 21 de maio de 2004.
- IZAC, A. M. N.; SANCHEZ, P. A.: **Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research**. Agric. Syst. 69:5-25. 2001.
- KEMPERS, A.J., ZWEERS, A. **Ammonium determination in soil extracts by the salicylate method**. Communication in Soil Science Plant Analysis, 17:715-723, 1986.
- MAIA, S. M. F.: **Compartimento da matéria orgânica e perdas de solo e água em sistemas agroflorestais e convencional no trópico semi-árido cearense**. Fortaleza – CE, 2004. Tese (Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará. 87 p.

- MARIN, A. M. P. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo.** Viçosa – MG, 2002. Tese (Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. 83p.
- MARQUES, J. D.; LIBARDI, P. L.; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M.: **Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica.** Acta Amazônica VOL. 34(2) 2004: 145 - 154
- MELO, A.C.G., NETO, P.J.S.; MARTINS, A.C.S. **Enfoques sobre cacauzeiros em sistemas agroflorestais.** Sistema de produção de cacau para Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC, 2001.
- MENDONÇA, E.S., FIRME, L.P.; FREITAS, H.R. **Dinâmica de matéria orgânica em sistema agroflorestal: caracterização da matéria orgânica do solo.** Universidade Federal de Viçosa – Viçosa – MG. 2000.
- MENDONÇA, E.S., LEITE, L.F.C.; FERREIRA NETO, P.S.F. **Cultivo do café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos.** Viçosa – MG, 2001. Revista Árvore 25: 375-383.
- MENDONÇA, E.S.; MATOS, E.da S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises.** Viçosa: UFV, 2005. 107 p.
- MIRANDA, L.; AMORIM, L.: **Mato Grosso – Atlas Geográfico.** Cuiabá: Editora Entrelinhas, 2001.
- MIYAZAMA, M.; PAVAN, M.A. & CALEGARI, A.: **Efeito de material vegetal na acidez do solo.** R. Brás. Ci. Solo, 17: 411-416, 1993.
- MONTAGNINE, F. **Sistemas agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos.** 2. ed.San José:Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.
- MÜLLER, J. S. **Sistemas agroflorestais com café (*coffea arabica* L.) e cedro-australiano (*toona ciliata* m. roem. var. *australis* (f. muell.) bahadur) na Zona da Mata de Minas Gerais: estudo de caso.** Viçosa – MG, 2003. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa. 90 p.
- NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p. (Forestry Sciences 31).
- NEU, V. **Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes via solução do solo na região de Manaus – AM.** Piracicaba: ESALQ, 2005.

- Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 110 p.
- NEVES, A. D. S.; DIAS, A.C. C.P.; BARBOSA, R. C. M. **Levantamento detalhado dos solos da estação experimental de Alta Floresta.** Boletim técnico I, nº 83. Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus-Itabuna, BA. Ceplac, 1981. 29 p.
- PAVAN-FRUEHAUF, S. **Plantas medicinais de mata atlântica: manejo sustentado e amostragem.** São Paulo: Annablume: Fapesp, 2000. 215 p.
- PENEIREIRO, F.G. **Sistema agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: estudo de Caso.** Piracicaba: ESALQ, 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 149p.
- PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; PEREIRA, M. G. FONTANA, A. **Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo.** R. Bras. Ci. Solo, 26:713-720, 2002.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Aspectos Físicos: Relevo, Cobertura Vegetal, Hidrografia e Solos.** Folha - 21, Juruena. Rio de Janeiro, 1980.(Levantamento de Recursos Naturais, v. 20)
- REIS, M. S. **Manejo Sustentado de Plantas Medicinais em Ecossistemas tropicais.** DI STASI, L. C. (org). *In: Plantas Medicinais: Arte e Ciências: Um guia de estudo interdisciplinar.* São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1996. 230 p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ V., V.H. ) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 5 aproximação. Viçosa, MG. 1999. 359 p.
- RODRIGUES, M. do R.L.; SANTOS, J. de A. dos; BARCELOS, E. **Carbono e Nitrogênio na biomassa aérea de cultivo do dendê em Latossolo Amarelo da Amazônia Ocidental.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: Manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural, 3., 2000, Manaus, AM. **Resumos expandidos.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. P. 82-84. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 7).

- RUIZ, H. A. **SOL 640 – Física do solo**. Métodos de análises física do solo. 2004. 23 p. (Apostila), disponível em <ftp.solos.ufv.br/sol640/sol640Lab-2004.pdf>.
- SALATI, E.: **Porque Salvar a Floresta Amazônica**. Texto em RTF 388. 1 KB Disponível em: <[http://www.fbds.org.br/article.php3?id\\_article=54](http://www.fbds.org.br/article.php3?id_article=54)>. Acessado em 07 de agosto de 2004.
- SALOMÃO, R.P.; NEPSTAD, D.C.; VIEIRA, I.C. Biomassa e estoque de carbono de florestas tropicais primária e secundária. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P., eds. **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA, 1998. p.99-119
- SHACHEZ, P. A. **Properties and management of soil in the tropics**. New York, John Wiley & Sons, 1976.
- SANTOS, R.D. LEMOS, R.S., SANTOS, H.G., KER, J.C., ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Revista e Ampliada Viçosa, SBCS, 2005. 92p.
- SANTOS, A.; RIBEIRO, M.N. **Nitrogênio na água do solo do ecossistema Campina Amazônica**. Acta Amazônica, v.5, p.173-182, 1975.
- SANTOS, S. R. M., MIRANDA, I. S., & TOURINHO, M. M.: **Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará**. Acta Amazônica VOL. 34(1) 2004: 1 – 8.
- SILVA, L, F: **Solos tropicais: aspectos pedológicos, ecológicos e manejo**. São Paulo: Terra Brasilis, 1996.137 p.
- SMETHURST, P.J. Soil solution and other soil analyses as indicators of nutrient supply: a review. **Forest Ecology and Management**, v.138, n.1/3, p.397-411, 2000.
- SMITH, N. J. H.; FALESI, I. C.; ALVIN, P. T. **Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian Amazon: innovation and resiliency in pioneer and older settled areas**. Ecological Economics, v. 18, n. 1, p. 15-27, 1996.
- SMYTH, T.J. **Manejo da fertilidade do solo para produção sustentada de cultivos da Amazônia**. Os solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado [Editado por Alvarez, V.,H., Fontes, L., E., F., Fontes, M., P., F.] – Viçosa – MG; SBCS; UFV, DPS, 1996. 930 p.
- SWINKELS, R. A.; SCHERR, S. J. **Economic analysis of agroforestry technologies: an annotated bibliography**. Nairobi: ICRAF, 1991. 215 p.

- SWIFT, R.S. **Organic matter characterization**. In: SPARKS, D.L., ed. Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Soil Sci. Soc. Am. Book Series: 5. Soil Sci. Soc. Am. Madison, 1996. p. 1018-1020.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p.
- TOMÉ, Jr., J.B. **Manual para a interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.
- Van HEES, P. A. W.; LUNDSTRÖM, U. S. & GIESLER, R. : **Low molecular weight organic acids and their Al-complexes in soil solution – composition, distribution and seasonal variation in three podzolized soils**. Geoderma, 94:173-200, 2000.
- VILAS BOAS, O. **Uma breve descrição dos sistemas agrofloretais na América Latina**. IF. Série Registros, São Paulo, n. 8, p. 1-16, 1991.
- WENGLING, B.: **Efeitos do uso e manejo nas propriedades físicas e no carbono orgânico de um Latossolo Vermelho no Triângulo Mineiro**. Viçosa – MG, 2003. Tese (Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciências do Solo e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. 56 p.
- WENGLING, B.; JUSCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.,: **Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo vermelho sob diferentes manejos**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.40, n. 5, p.487-494, maio 2005.
- YANG, J. E., SKOGLEY, E.O., SCHAFF, B.E., KIM, J.J. **A simple spectrometric determination of nitrate in water, resin, and soil extracts**. Soil Science Society of America Journal, 62:1108-1115, 1998.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of carbon in soil**. Commun. In Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476, 1988.
- YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of America Society of Agronomy**, v.28, p.337-357, 1936.

## ANEXO – 1

Quadro 1. Diâmetro a Altura do Peito (DAP) por indivíduo, média e desvio padrão para o sistema Cacau – Gliricidia – Cumaru

DAP (cm)		
Cacau	Gliricidia	Cumaru
10,82	13,85	17,50
7,64	11,14	17,50
5,09	11,46	9,00
11,62	13,69	8,50
8,44	15,44	
12,73	13,85	
7,96	13,69	
5,41	14,64	
8,75	13,69	
6,37	17,51	
8,12	13,21	
7,48	16,23	
8,28		
7,32		
8,91		
10,82		
6,68		
6,37		
9,07		
9,55		
10,50		
11,78		
7,64		
4,46		
7,96		
11,46		
12,10		
8,59		
13,69		
Média = 8,81 cm	Média = 14,03 cm	Média = 13,12 cm
Desvio Padrão = 0,44	Desvio Padrão = 0,51	Desvio Padrão = 2,52

DAP – diâmetro mensurado a 1,30 m do nível do solo para as plantas arbóreas.  
 Obs: 26 indivíduos não foram mensurados por não dar a altura do peito ou por não existirem na parcela.

Quadro 2. Diâmetro a Altura do Peito (DAP) por indivíduo, média e desvio padrão para o sistema Cupuaçu– Gliricidia – Cumaru

DAP (cm)		
Cupuaçu	Gliricidia	Cumaru
6,0	14,32	5,57
5,7	14,01	5,57
7,3	7,00	2,86
7,6	21,96	2,71
4,8	13,53	
7,6	17,19	
7,5	12,10	
6,8	12,41	
5,1	9,07	
6,2	16,39	
5,9	9,87	
6,7	12,10	
5,4		
7,0		
6,7		
7,8		
7,3		
5,6		
7,2		
6,7		
4,0		
6,5		
7,3		
8,1		
5,6		
5,3		
6,0		
6,0		
5,7		
Média = 6,40 cm	Média = 13,33 cm	Média = 4,18 cm
Desvio Padrão = 0,18	Desvio Padrão = 1,14	Desvio Padrão = 0,80

DAP – diâmetro mensurado a 1,30 m do nível do solo para as plantas arbóreas.  
 Obs: 26 indivíduos não foram mensurados por não dar a altura do peito ou por não existirem na parcela.

Quadro 3. Diâmetro a Altura do Peito (DAP) por indivíduo, média e desvio padrão para o sistema Café

DAP (cm)	
Café	Café
9,1	7,8
11,1	7,6
6,5	5,9
5,9	6,5
5,4	6,4
5,6	6,2
9,2	5,7
9,1	5,7
7,0	8,6
6,4	8,9
6,4	8,4
6,2	7,2
5,7	6,4
5,4	5,7
5,4	5,9
5,3	6,4
8,3	6,8
8,0	7,2
8,1	8,9
7,0	7,0
5,7	8,9
5,6	9,1
5,4	7,0
6,0	6,4
6,2	7,0
6,0	7,5
6,5	7,6
5,9	7,2
6,4	5,9
7,0	6,5
Média = 6,70 cm Desvio Padrão = 0,26	Média = 7,10 cm Desvio Padrão = 0,19

DAP – diâmetro mensurado a 1,30 m do nível do solo para as plantas arbóreas.  
Obs: 20 indivíduos não foram mensurados por não existirem na parcela.

Quadro 4. Diâmetro a Altura do Peito (DAP) por indivíduo, média e desvio padrão para a Testemunha Mata

DAP (cm)				
Mata	Mata	Mata	Mata	Mata
20,4	17,8	6,0	6,7	23,6
7,3	22,0	6,4	29,3	38,2
10,5	7,3	4,5	13,7	40,7
22,3	16,9	3,8	9,9	22,9
5,7	4,5	24,2	26,1	22,0
18,8	14,6	21,0	14,0	12,1
5,7	9,5	20,7	23,9	12,7
31,2	3,2	14,0	8,6	17,8
3,2	2,9	24,2	22,0	56,0
4,5	9,5	13,4	23,6	16,2
7,3	3,2	4,8	15,3	7,0
44,6	5,7	4,1	42,7	
7,3	6,0	5,1	21,3	
8,3	2,9	3,2	4,8	
12,7	13,4	2,5	9,2	
6,4	8,3	3,8	6,0	
18,1	23,6	2,9	13,1	
8,9	6,0	17,2	44,9	
12,4	5,7	12,1	20,7	
13,7	4,1	23,2	24,8	
5,7	7,0	23,6	15,9	
3,8	8,6	16,2	12,4	
3,5	4,5	17,8	15,0	
10,5	5,7	3,8	15,6	
6,4	5,1	9,5	24,5	
3,2	33,1	68,8	8,3	
6,7	5,7	7,6	15,6	
11,8	8,0	46,5	42,3	
11,1	4,8	31,8	22,9	
10,8	38,8	10,8	22,6	
Médias= 14,80 cm				
Desvio Padrão= 1,04				

DAP – diâmetro mensurado a 1,30 m do nível do solo para as plantas arbóreas.

## ANEXO – 2

QUADRO 1. Análise de variância e coeficiente de variação (C.V.) para os dados de argila dispersa em água (ADA), diâmetro médio ponderado (DMP) e geométrico de agregados (DMG), índice de estabilidade de agregados (IEA) e de percentagem de agregados estáveis maiores que 2,00 mm

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		ADA	DMP	DMG	IEA	AGRI
Tratamentos	4	25,31**	0,0389 <sup>ns</sup>	0,1150 <sup>ns</sup>	204,08**	68,10 <sup>ns</sup>
Prof.	2	111,20**	2,1338**	2,1662**	120,24*	4320,38**
Trat. x Prof.	8	7,47**	0,1211*	0,08418 <sup>ns</sup>	126,46**	173,103 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	2,18	0,0478	0,05873	35,8594	77,37
C.V. (%)	-	4,91	10,10	15,26	6,81	14,61

<sup>ns</sup>, \*\* e \* respectivamente, não significativo e significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F

QUADRO 2. Análise de variância e coeficiente de variação (C.V.) para as características químicas avaliadas.

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS													
		pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	MOS	P rem
Tratamento	4	0,142**	0,376*	0,709**	0,1081 <sup>ns</sup>	0,0116 <sup>ns</sup>	0,1544**	3,026**	0,2005**	0,0249 <sup>ns</sup>	2,688**	58,386**	497,008**	1,1318**	27,405**
Prof.	2	0,553**	4,526**	0,104**	13,3547**	1,667**	1,2769**	2,7615**	23,9319**	17,3414**	44,779**	2277,38**	16632,76**	33,892**	863,882**
Trat. x Prof.	8	0,028 <sup>ns</sup>	0,256*	0,262*	0,1009 <sup>ns</sup>	0,0068 <sup>ns</sup>	0,0448 <sup>ns</sup>	0,8443**	0,1764**	0,0528 <sup>ns</sup>	1,3563*	24,0217**	106,9936**	0,7826**	4,60155 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	0,013	0,094	0,289	0,0634	0,0091	0,0199	0,1733	0,03732	0,0921	0,4782	3,32488	33,6304	0,0721	2,45088
C.V. (%)	-	2,33	38,97	26,68	33,863	28,65	16,76	6,22	16,60	14,80	8,89	13,95	10,66	7,59	9,64

<sup>ns</sup>, \*\* e \* respectivamente, não significativo e significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F

QUADRO 3. Análise de variância e coeficiente de variação (C.V) para os dados de matéria orgânica leve (MOL) e de carbono orgânico da matéria orgânica leve (COMOL).

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		MOL	COMOL
Tratamento	4	0,00012 <sup>ns</sup>	382,69 <sup>ns</sup>
Prof.	2	0,0013 <sup>**</sup>	133,11 <sup>ns</sup>
Trat. x Prof.	8	0,000054 <sup>ns</sup>	666,75*
Resíduo	30	0,000071	223,34
C.V. (%)	-	71,97	34,52

<sup>ns</sup>, \*\* e \* respectivamente, não significativo e significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F

QUADRO 4. Análise de variância e coeficiente de variação (C.V) para os dados de carbono orgânico total e das frações de carbono orgânico oxidável.

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		C TOTAL	CO3	CO6	CO9	CO12
Tratamento	4	0,1580 <sup>ns</sup>	0,1280 <sup>ns</sup>	0,3775 <sup>ns</sup>	0,047*	0,2091 <sup>**</sup>
Prof.	2	8,9232 <sup>**</sup>	0,2094 <sup>ns</sup>	2,6109 <sup>**</sup>	2,9575 <sup>**</sup>	1,7702 <sup>**</sup>
Trat. x Prof.	8	0,2521 <sup>**</sup>	0,1331 <sup>ns</sup>	0,6851 <sup>**</sup>	0,0950 <sup>**</sup>	0,1711 <sup>**</sup>
Resíduo	30	0,07322	0,1098	0,1948	0,01250	0,02551
C.V. (%)	-	14,47	56,41	31,78	8,89	24,06

<sup>ns</sup>, \*\* e \* respectivamente, não significativo e significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F

QUADRO 5. Análise de variância e coeficiente de variação (C.V) para os dados de nitrogênio total (N total), nitrato e amônio.

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		NTOTAL	NITRATO	AMÔNIO
Tratamento	4	0,0032 <sup>**</sup>	1,6631 <sup>ns</sup>	0,625 <sup>ns</sup>
Prof.	2	0,00369 <sup>**</sup>	74,10 <sup>**</sup>	0,100 <sup>ns</sup>
Trat. x Prof.	8	0,0023 <sup>**</sup>	11,58 <sup>ns</sup>	0,399 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	0,0004	5,96	0,622
C.V. (%)	-	14,67	24,86	38,93

<sup>ns</sup>, \*\* e \* respectivamente, não significativo e significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F