

**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro de Ciências Agrárias**  
**Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal**

**JADSON JORDÃO RIBEIRO**

**NITROGÊNIO, CARBONO E AGREGAÇÃO DO SOLO SOB  
SISTEMAS DE USO NO TERRITÓRIO DO CAPARAÓ- ES.**

**ALEGRE, ES**

**2015**

**JADSON JORDÃO RIBEIRO**

**NITROGÊNIO, CARBONO E AGREGAÇÃO DO SOLO SOB  
SISTEMAS DE USO NO TERRITÓRIO DO CAPARAÓ- ES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Sá Mendonça

**ALEGRE, ES**

**2015**

**JADSON JORDÃO RIBEIRO**

**NITROGÊNIO, CARBONO E AGREGAÇÃO DO SOLO SOB  
SISTEMAS DE USO NO TERRITÓRIO DO CAPARAÓ- ES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em fevereiro de 2015.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Felipe Vaz Andrade  
Centro Ciências Agrárias / UFES  
(Coorientador)

---

Prof. Dr. Eduardo de Sá Mendonça  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Renato Ribeiro Passos  
Centro Ciências Agrárias / UFES

---

Dr. Gustavo Soares de Souza  
INCAPER-ES

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação a minha amada esposa, Rose, que sempre acreditou em mim, sua dedicação e companheirismo me deram força e coragem para realização desse sonho, o que significou segurança e certeza de que nunca estive só nessa caminhada. Com você, esses anos passaram-se como num piscar de olhos, e as pausas entre um parágrafo e outro sempre eram divertidos. Essa vitória é nossa.

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à Deus, por sua infinita bondade e misericórdia para com minha vida, que iluminou os meus caminhos permitindo a concretização de mais esta etapa. Aos meus pais, Eunice e Braz, e irmãos, Beatriz, Jarbas e Jerse, pelo carinho e fortaleza. À minha esposa, Rose, pelo companheirismo e por se fazer presente apesar da distância. Aos meus orientadores, Prof. Dr. Eduardo, Prof. Dr. Felipe, Prof. Dr. Renato e professores Dr. Mário e Dr. Diego, pelo conhecimento, orientação e confiança na elaboração deste trabalho.

Ao centro de Ciências Agrárias da UFES (CCA/UFES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pela oportunidade de estudo e desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Mariana, Alberto, Eder, Oziel e Daiana pelo companheirismo durante a época da faculdade e pelo apoio durante todo este tempo. Aos meus colegas e amigos que conheci em Alegre Luiz, Edevaldo, Darley, Ramires, Lucas, Anatan, Bruna e Danilo por esses dois anos, pela partilha de experiências e conhecimento. Vocês ficarão guardados no meu coração para sempre. À Igreja Casa de Oração, que me mostrou um mundo diferente, e me ensinou o valor da minha fé. A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	xii
ii	
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>1</b>	
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	154
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	176
2.1 Descrição do local de estudo .....	176
2.2 Amostragem do solo .....	209
2.3 Caracterização física e química do solo.....	209
2.4 Estabilidade dos Agregados .....	222
2.5 Carbono Orgânico Total e Nitrogênio Total .....	222
2.6 Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana.....	22
2.7 Nitrogênio Potencialmente Mineralizável (NPM).....	2423
2.8 Análise estatística .....	243
<b>3</b>	
<b>RESULTADO</b> .....	254
3.1 Estabilidade de agregados.....	254
3.2 COT, N Total, Relação C/N, NPM.....	298
3.2 Biomassa microbiana .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 8
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	45
4.1 Estabilidade de agregados.....	45
4.2 COT, N Total, Relação C/N e NPM .....	47
4.3 Biomassa Microbiana.....	51
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	52
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	54

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Floresta na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó ES.....17
- Figura 2** Café Agroflorestal na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.....18
- Figura 3** Café a pleno sol na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.....18
- Figura 4** Pastagem na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.....19
- Figura 5** Valores médios do Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) via úmida em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....26
- Figura 6** Valores médios de DMG e DMP via seca em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....27
- Figura 7** Valores médios de DMG e DMP via úmida em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....28

**Figura 8** Valores médios de COT em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....29

**Figura 9** Valores médios de COT em diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (d), PA: pastagem (c), em diferentes profundidades e três classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, < 0,250 mm. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.....30

**Figura 10** Valores médios de N total em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....32

**Figura 11** Valores médios de N Total nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PA: pastagem (c), PS: café a pleno Sol (d) em diferentes profundidades e três classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, < 0,250 mm. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.....33

**Figura 12** Valores médios da relação C/N em diferentes sistemas de manejo e classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, < 0,250 mm As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....34

**Figura 13** Valores médios de NPM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....35



**Figura 14** Valores médios de NPM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, < 0,250 mm. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.....36

**Figura 15.** Valores da relação NT/NPM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....37

**Figura 16** Valores médios da relação NT/NPM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema Agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, < 0,250 mm. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.....38

**Figura 17** Valores médios de CBM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....39

**Figura 18** Valores médios de CBM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema Agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, < 0,250 mm. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.....40

**Figura 19** Valores médios de NBM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.....41

**Figura 20** Valores médios de NBM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados: 4-2 mm, 2-0,250 mm, <0,250 mm. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.....42

**Figura 21** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (0-5 cm) nos sistemas de manejo.....43

**Figura 22** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (5-10 cm) nos sistemas de manejo.....44

**Figura 23** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (10-20 cm) nos sistemas de manejo.....44

**Figura 24** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (20-40 cm) nos sistemas de manejo.....45

## LISTA DE TABELA

**Tabela 1.** Valores médios de atributos químicos e granulometria nos horizontes A e B nos diferentes sistemas de manejo no sul do Espírito Santo, Brasil.....20

**Tabela 2** Distribuição percentual da classe de agregado por peneiramento obtida por via seca em diferentes sistemas de manejo e profundidade.....24

**Tabela 3** Distribuição percentual da classe de agregado por peneiramento obtida por via úmida em diferentes sistemas de manejo e profundidade.....25

**Table 4** Porcentagem de COT, N Total, CBM, NBM, NPM das classes de agregados em diferentes profundidades e sistemas em relação ao teor total em cada profundidade.....31

## RESUMO

As técnicas de conservação do solo, como cobertura vegetal, objetivam conservar ou aumentar os teores de matéria orgânica para manter em equilíbrio os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Sistema de aporte constante de matéria orgânica como os sistemas agroecológicos, surge como alternativa viável quando comparado aos sistemas convencionais de cultivo. O uso de sistemas que apresentam maior diversificação vegetal e arborização como os sistemas agroecológicos, aumentam o aporte de matéria orgânica, reduzem as perdas de Nitrogênio (N) e Carbono (C), aumentando a capacidade de infiltração de água no solo, a agregação, e reduzindo a lixiviação de nutrientes. Diante disso o objetivo geral deste trabalho foi comparar diferentes sistemas de manejo de cafezais, (agroflorestais e a pleno sol) com mata nativa e pastagem, avaliando os impactos desses sistemas no acúmulo de diferentes formas de N e C e sua relação com a agregação do solo. O estudo foi realizado em propriedades de agricultores familiares, no distrito de Feliz Lembrança, Alegre, ES. Foram selecionados sistemas com diferentes tipos de uso: café agroecológico, café a pleno sol, pastagem degradada e uma área de referência (mata). Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, para a caracterização do solo em cada sistema avaliado. Os solos foram avaliados quanto às formas de carbono orgânico total, N total,

nitrogênio potencialmente mineralizável (NPM), carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em diferentes classes de agregados (4-2, 2-0,250 e < 0,250 mm). Os resultados foram submetidos à análise de estatística descritiva e multivariada. Maiores índices de estabilidade dos agregados foram encontrados no sistema agroflorestal e na mata nativa. Houve uma queda na quantidade das diferentes formas de C e N com a profundidade. Maiores teores de carbono e nitrogênio total, C e N da biomassa microbiana foram superiores no sistema agroflorestal. Maiores porcentagens de C e N foram encontrados nas classes 4-2 e < 0,250 mm.

**Palavras-chave:** sistema agroflorestal, carbono e nitrogênio do solo, estabilidade de agregados, nitrogênio potencialmente mineralizável.

## ABSTRACT

Soil conservation techniques, such as vegetation cover, aim to maintain or increase soil organic matter to keep in balance the chemical, physical and biological soil. Constant supply system of organic matter such as agro-ecological systems, appears as a viable alternative when compared to conventional farming systems. The use of systems that have greater plant diversification and afforestation as agroecological systems, increase the input of organic matter, reduce losses of nitrogen (N) and carbon (C), increasing water infiltration capacity of the soil, aggregation, and reducing the leaching of nutrients. Therefore the aim of this study was to compare different coffee plantations management systems (agroforestry and full sun) with native pasture and forest, evaluating the impact of these systems on the accumulation of different forms of N and C and its relation to the aggregation of ground. The study was conducted on properties of family farmers, Merry district Souvenir, Alegre, ES. Systems were selected with different types of use: agro-ecological coffee, full sun coffee, degraded pasture and a reference area (forest). Soil samples were collected in layers of 0-5, 5-10, 10-20 and 20-40 cm, to characterize the soil in each evaluated system. The soils were evaluated for forms of total organic carbon, total nitrogen, nitrogen mineralization potential (NPM), carbon and nitrogen of microbial biomass in different aggregate classes (4-2, 2 to 0.250 and <0.250 mm). The results were analyzed in a descriptive and multivariate statistics. Higher aggregate stability indexes were found in agroforestry and native forest. There was a decrease in the number of different types of C and N with depth. Higher carbon content and total nitrogen, C and N microbial biomass were higher in agroforestry system. Higher percentages of C and N were found in grades 4-2 and <0.250 mm.

**Key words:** agroforestry system, carbon and nitrogen make soil aggregate stability, nitrogen mineralization potential

## 1 INTRODUÇÃO

O Território do Caparaó-ES abrange uma área de 3.920,70 km<sup>2</sup>, correspondendo a 8,5 % da área total do estado do Espírito Santo (SIQUEIRA e SOUZA, 2012). Segundo Lani (2001), é uma região acidentada e heterogênea nos aspectos geológicos, solo e regime pluviométrico, resultando em uma grande diversidade de ambientes. A agricultura predominante é a familiar, presente em 70 % dos estabelecimentos agrícolas (ESPÍRITO SANTO, 2008). As principais atividades econômicas são a cafeicultura e a pecuária leiteira. O manejo convencional, com baixa cobertura vegetal, predomina na maioria das lavouras da região, o que tem favorecido a perda de matéria orgânica e nutrientes pela erosão hídrica, levando à queda da produtividade das lavouras (BRINATI et al., 2008; BEUTLER et al., 2003). O tipo de manejo utilizado nesta região tem acarretado diferenciados valores de perdas do solo por erosão hídrica, variando de 0,001 a 5,2 Mg/ha durante o período chuvoso, para sistemas agroflorestais (SAFs) e convencionais, respectivamente (THOMAZINI et al., 2013a). Os sistemas orgânicos de cafeeiro utilizado no território do Caparaó-ES, tem promovido menores perdas de solo e nutrientes via erosão pela manutenção da cobertura vegetal (GUIMARAES et al., 2013).

O Espírito Santo apresenta 600 mil hectares de área degradada, sendo 85 % desse total de pastagens (Ramos e Furtado, 2009). A maior parte destas pastagens encontram-se na Região Sul. Grande parte dessa área degradada pode ser recuperada quando se utiliza um manejo correto do solo (SCOLFORO, 2012). Segundo Silva et al. (2004), as pastagens brasileiras possuem um histórico de manejo inadequado, acarretando baixos acúmulos de carbono (C) e nitrogênio (N) no solo. O aumento e manutenção dos teores de C e N em pastagem em relação a vegetação nativa é verificado com a adoção de boas práticas de manejo (ROSCOE et al., 2006).

A cafeicultura é uma importante fonte de renda na região do Território do Caparaó capixaba, ocupando 19 % da área cultivada. Nas áreas produtoras há predomínio do manejo convencional dos cafezais, com emprego de adubação química, agrotóxico, reduzido uso de adubos orgânicos e baixo número de plantas por hectare, com impacto direto sobre a qualidade do solo e do meio ambiente (GUIMARÃES et al., 2013). Segundo Mendonça et al. (2001), o uso de sistema de produção intensivo como o café a pleno sol poderá a longo prazo promover perda da qualidade química, física e biológica do solo, promovendo a fragmentação dos macroagregados em unidades

menores e favorecendo a exposição da fração lábil da matéria orgânica (MO) aos microrganismos, causando sua decomposição.

A substituição da vegetação nativa por áreas de cultivo agrícola intensivo, tem provocado grandes alterações no acúmulo de matéria orgânica do solo (MOS), tendo como consequência a redução nos teores de C e N, reduzindo portanto sua fertilidade (LAL, 2004).

Sistemas que visem o uso sustentável do solo e do meio ambiente são priorizados pela sociedade, como os sistemas agroflorestais (SAFs) que são alternativos ao sistema de monocultivo convencional (FRANCO et al., 2002). O uso de sistemas que apresentam maior diversificação vegetal e arborização, aumentam o aporte de MO em virtude das quedas de folhas e crescimento radicular, o que contribui para a conservação da umidade, redução da perda de C e N, aumento da capacidade de absorção de nutrientes, infiltração de água, agregação e estruturação do solo, reduzindo risco de erosão (BARBERA-CASTILLO, 2001).

Os SAFs podem ser compreendidos como sistemas de produção agrícola que combinam, de forma integrada, árvores, arbustos, cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma área. Estes sistemas de produção buscam agregar os fatores e recursos para aumentar os ganhos de produção, econômicos, sociais, culturais e ambientais, sendo um modelo sustentável de uso e manejo de áreas agrícolas (SILVEIRA, 2005).

Mudanças no sistema de cultivo refletem na biomassa microbiana do solo, que responde por grande parte da dinâmica de decomposição do material orgânico. A quantidade dos nutrientes de plantas retidos nos tecidos microbianos pode atingir 2,5% do C total e 5% do N total do solo (ANDERSON e DOMSCH, 1980), representando considerável fração do N facilmente mineralizável, que, junto com açúcares, aminoácidos e ácidos alifáticos, compõe o N potencialmente mineralizável do solo (SCHNIER et al., 1987).

A quantidade de MOS, influencia diretamente na estruturação do solo, aumentando a sua resistência a erosão hídrica, através da agregação de partículas minerais e orgânicas. A relação entre MOS e a formação de agregados já foram alvos de vários estudos, que identificaram, além da fração mineral, a fauna do solo, microrganismos, raízes, agentes inorgânicos e variáveis ambientais como os principais fatores envolvidos na formação e estabilidade de agregados do solo (SALTON et al., 2008; CASTRO FILHO et al., 1998; PASSOS et al., 2007; LACERDA et al., 2005). Vários estudos tem comprovado a ligação entre atividade biológica, a decomposição e



estabilidade da MOS, e a dinâmica da formação de agregados nos solo (RILLING e MUMMEY, 2006). Segundo estudo realizado por Castro Filho et al. (1998), o uso de sistema de manejo que maximize o acúmulo de resíduo vegetal na superfície do solo, contribui para melhorar o estado de agregação graças ao incremento do teor de C, sobretudo na profundidade de 0-10 cm.

O teor de C influencia também na proporção das classes de agregados. Maiores teores de C tende a aumentar a proporção de agregados > 2 mm e diminuir as classes com diâmetro < 0,250 mm (CASTRO FILHO et al., 1998). Vários trabalhos têm evidenciado a influência dos teores de C e N sobre a agregação do solo (CASTRO FILHO et al. 1998; BERTOL et al. 2004; e COSTA et al. 2008). Entretanto, segundo Fernández et al. (2010), ainda não é claro qual classe de agregado é responsável pelo acúmulo de C e N, e qual camada ou fatores no manejo são incisivos nesse processo, sendo necessários novos estudos sobre a relação C e N e a agregação de solos tropicais sob sistemas agroecológicos.

O objetivo geral deste trabalho foi comparar diferentes sistemas de uso do solo (cafezal sob sistema agroflorestal; cafezal a pleno sol; e pastagem), avaliando os impactos desses sistemas sobre o acúmulo de diferentes formas de N e C e sua relação com a agregação do solo. Os objetivos específicos foram quantificar os teores de C orgânico total e N total; analisar a quantidade de N potencialmente mineralizável, N e C da biomassa microbiana em diferentes classes de agregados, relacionando-os com a formação e estabilidade dos agregados.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Descrição do local de estudo**

O estudo foi realizado em três propriedades de agricultura familiar e uma área florestal no distrito de Feliz Lembrança (20°47'52.51"S 41°30'37.72"W), localizado no município de Alegre, região do Caparaó, Espírito Santo, área de abrangência do Bioma Mata Atlântica.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Awa, caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso sendo que a altitude mínima é de 100 m e a máxima de 1.326 m. Com pluviosidade média anual de 800-1.200 mm.

A floresta (FT) onde o estudo foi realizado, é típica do bioma Mata Atlântica que sofreu intervenção antrópica a cerca de 20 anos, hoje ela é usada pela comunidade como reserva biológica, possuindo algumas trilhas para as práticas de esportes, sendo considerada um patrimônio da comunidade. A declividade desta área florestal é de 4% e altitude de 706 m (Figura 1)



**Figura 1.** Floresta na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.

O café agroflorestal agroecológico (AG) foi implantado a cerca de 28 anos, em uma área de 2,4 ha, anteriormente ocupada por pastagem. Inicialmente foram implantados espécies florestais como Cedro (*Cedrela fissilis*), Camboatã vermelho (*Cupania vernalis*), Ingá (*Inga sessilis*) e Eucalipto (*Eucalyptus* sp.) de forma aleatória e sem espaçamento definido. Posteriormente veio a implantação de café conilon (*Coffea canephora*) e espécies frutíferas: Coco (*Cocos nucifera*), Mamão (*Carica papaya* L.), Tangerina (*Citrus reticulata*), e Laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck).

A declividade desta área é de 27% e altitude de 405 m (Figura 2). O manejo desta área é realizado com poda e capina manual e roçadeira mecânica quando o produtor julga necessário. A lavoura é conduzida no espaçamento de 2,5 m entre plantas e 2 m entre linhas (2,5 x 2 m). A adubação é realizada manualmente a lanço (quando necessário) sendo utilizado o insumo formulado do tipo NPK (25-5-20), a calagem é realizada da mesma maneira, sem análise de solo, de acordo com a experiência do produtor em aplicações anteriores. A produtividade média do café desta propriedade está em torno de 30 sacas/ha.



**Figura 2.** Café Agroflorestal na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.

O café a pleno sol (PS), foi implantado a cerca de 16 anos após a retirada da pastagem, em um terreno com declividade de 26% e altitude de 395 m (Figura 3). A lavoura é conduzida no espaçamento de 2,3 m entre plantas e 2,8 m entre linhas (2,3 x 2,8 m). O manejo de plantas invasoras é realizado com aplicação de herbicidas e roçadeira mecânica. O café cultivado é do tipo conilon (*Coffea canephora*), com produtividade que variam de 40 a 60 sacas beneficiadas/ha, tendo a última safra uma produção de 80 sacas/ha. As adubações são realizadas trimestralmente baseadas na análise de solo e a calagem quando necessário de acordo com a análise do solo.



**Figura 3.** Café a pleno sol na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.

A pastagem (PA), foi implantada a cerca de 60 anos com *Brachiária* (*Brachiária decumbens*), em um local onde antes era mata nativa. A declividade do terreno é de 33%, com altitude de 403 m (Figura 4). O manejo de plantas espontâneas é feito por foice (bate o pasto) e não se utiliza herbicida, calcário ou fertilizante. A localização da PA não permite fácil acesso do gado, e com o surgimento de outras áreas de pastagem, o pastejo diminuiu no talhão amostrado nos últimos 10 anos. É uma cultura que nunca sofreu renovação, com baixa cobertura do solo durante a estação seca e que renova durante o período chuvoso (THOMAZHINI, 2013a).



**Figura 4.** Pastagem na comunidade de Feliz Lembrança localizado no Território do Caparaó-ES.

### **Amostragem do solo**

A amostragem de solo foi realizada em dois períodos, março e junho de 2014. No mês de março as amostras foram coletadas para avaliar a estabilidade dos agregados via seca e úmida. Na segunda coleta que se deu no mês de junho, foram coletadas amostras para avaliação de N e C do solo e nas classes de agregados. Cada ponto de coleta foi escolhido ao acaso com espaçamento variando de 50 a 70 m entre eles. Todos os pontos de coleta estão localizados na face de exposição leste, dando as mesmas condições de paisagem para todas as áreas. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Foram abertas trincheiras entre as linhas de cultivo em cada área (diferentes usos do solo). As amostras com estrutura preservada (torrões) foram coletadas em quatro profundidades: 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 cm, sendo cuidadosamente acondicionadas em sacolas plásticas identificadas para evitar o destorroamento e destruição dos agregados. Para obtenção das amostras de terra fina seca ao ar (TFSA), parte das amostras foi destorroada seca ao ar e passadas em peneiras de 2 mm.

### **2.2 Caracterização física e química do solo**

As amostras para caracterização química e física do solo, foram retiradas dos horizontes A, na profundidade de 0-5 cm e B entre 40 a 80 cm (de acordo com o sistema), (Tabela 1). Todas as análises de rotina foram realizadas segundo EMBRAPA, (1997). Análise granulométrica foi realizado segundo o método Almeida et al., (2012).

**Tabela 1:** Valores médios de atributos químicos e granulometria nas profundidades de .0-5 cm nos diferentes sistemas de manejo no sul do Espírito Santo, Brasil.

Áreas	pH	P ----- mg/dm <sup>3</sup> -----	K	Na	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	t	T	V -----%-----	m	Areia	Silte	Argila
<b>Horizonte A</b>																
FT	4,34	9,44	69,33	2,33	0,40	0,35	0,90	9,05	0,95	1,85	10,00	9,86	48,55	638,18	55,19	306,62
AG	5,24	10,86	111,33	1,67	1,21	0,65	0,02	2,89	2,15	2,17	5,04	42,97	0,77	638,96	73,43	267,61
PS	5,86	6,48	101,00	2,00	0,87	0,57	0,00	2,37	1,7	1,70	4,06	46,37	0,00	623,53	48,23	328,24
PA	5,12	8,61	169,33	1,67	1,46	1,04	0,08	4,07	2,95	3,03	7,02	42,38	2,76	490,81	106,77	402,42
<b>Horizonte B</b>																
FT	4,44	2,96	21,33	3,00	0,04	0,12	1,00	5,12	0,23	1,23	5,34	4,38	81,41	525,38	68,11	406,51
AG	4,79	2,80	42,33	2,33	0,28	0,20	0,25	2,83	0,60	0,85	3,44	18,23	29,78	433,96	98,44	467,60
PS	4,97	1,64	42,67	1,67	0,43	0,27	0,23	3,00	0,82	1,05	3,82	21,48	23,44	568,64	64,29	367,07
PA	5,70	1,53	48,33	0,67	1,04	0,63	0,00	2,89	1,80	1,80	4,69	40,04	0,00	494,65	99,85	405,50

FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem; pH: potencial de hidrogênio (acidez ativa); P: fósforo; k: potássio; Na: sódio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; t: capacidade de troca catiônica efetiva; T: capacidade de troca catiônica total; V: saturação de bases; m: saturação de alumínio (THOMAZINI, 2013).

### 2.3 Estabilidade dos Agregados

A análise de estabilidade de agregados foi realizada por agitação via úmida e agitação via seca. Para análise de agregado por meio úmido utilizou-se a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997), com a utilização do aparelho de oscilação vertical do tipo Yooder (YOODER, 1936), constituído de dois jogos de peneira com abertura de malhas de: 2, 1, 0,5, 0,250, 0,106, durante 15 minutos, a classe menor do que 0,106 foi obtida por diferença.

Para análise de estabilidade pelo meio seco, foi utilizado o conjunto de peneiras com abertura de malhas: 4-2, 1, 0,5, 0,25, 0,106 mm e o fundo. As amostras de solo foram colocadas em um agitador do tipo Rotap, com velocidade controlada e movimentos rotatórios com vibração (constante), durante 15 minutos (EMBRAPA, 1997). Foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG), e porcentagem de agregado, para ambos os métodos (via seca e via úmida). A proporção de agregado de cada uma das classes ( $x_i$ ) foi calculada pela equação:  $x_i = \frac{M_i}{\sum M_i}$ , em que  $M_i$  é a massa de agregados da classe  $i$  (g). Com os valores das proporções de agregados, calculou-se o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG) utilizando as expressões:  $DMP = \sum x_i DM_i$ ,  $DMG = 10^{\sum x_i \log(DM_i)}$ , em que  $DM_i$  é o diâmetro médio da classe  $i$  (mm). O índice de estabilidade de agregado foi calculado segundo Kamper e Cherpil (1965), pela seguinte equação:  $IEA = \frac{MS - wp_{0,106} - \text{areia}}{MS - \text{areia}} 100$ , em que IEA é o índice de estabilidade de agregados, MS é a massa da amostra (g),  $wp_{0,106}$  é a massa dos agregados da classe <0,106 mm.

Para análise dos teores de C e N, foram utilizados agregados tamisados por via seca sem secagem em estufa. As classes de agregados foram reunidas em três classes: 4-2; 2-0,250; < 0,250 mm, devido ao fato que as classes menores não apresentaram quantidade suficiente (g), para proporcionar a realização das análises.

### 2.5 Carbono Orgânico Total e Nitrogênio Total

Para análise de carbono orgânico total e nitrogênio total nas classes de agregados as amostras foram secas ao ar, moídas em almofariz e passadas em peneira de 0,2 mm

(60 mesh). O C orgânico total foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, utilizando  $K_2Cr_2O_7$   $0,167 \text{ mol L}^{-1}$  em meio ácido com aquecimento externo (YEOMANS e BREMNER, 1988). O N total foi quantificado por meio de digestão sulfúrica seguida de destilação Kjeldahl. A relação C/N foi obtida pela razão entre os teores de C orgânico total e N total.

## 2.6 Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana

Para a determinação do CBM e NBM, os agregados foram incubados durante 24h a 70% da capacidade de campo. O C e N foram determinados pelo método de irradiação extração, adaptado de Islam e Weil (1998) e Brookes et al., (1982). Para o cálculo de CBM, utilizou-se os valores obtidos nas amostras irradiadas e não irradiadas, segundo a equação:  $C_{mic} = \frac{C_I - C_{\tilde{N}I}}{K_c} = \frac{mg}{g}$  de C no solo. Em que  $C_{mic}$ : carbono da biomassa microbiana,  $C_I$ : amostra irradiada,  $C_{\tilde{N}I}$ : amostra não irradiada,  $K_c$ : fator de mineralização do C (proporção de C liberado na forma de  $CO_2$  durante a incubação, para o método de irradiação extração este valor é igual a 0,33). O NBM foi calculado segundo a equação:  $N_{mic} = \frac{N_I - N_{\tilde{N}I}}{K_n} = \left(\frac{mg}{g}\right)$  em que:  $N_I$ : nitrogênio da amostra irradiada,  $N_{\tilde{N}I}$ : nitrogênio da amostra não irradiada,  $K_n$ = representa a fração do N microbiano mineralizado durante o período de incubação, para o método de irradiação extração este valor é igual 0,54

## 2.7 Nitrogênio Potencialmente Mineralizável (NPM)

O NPM foi determinado pelo método de incubação anaeróbica, desenvolvido por Waring e Bremner (1964) descrito por Keeney (1982). Foram colocados 5 g de solo em um tubo do tipo falcon, juntamente com adição de 12,5 mL de água deionizada, os tubos foram tampados e incubados a 40° C durante sete dias. Após a incubação, o conteúdo dos tubos foi transferido quantitativamente para frascos de destilação de 150 mL, utilizando-se para isso 12,5 mL de solução de KCl 1 mol/L. Os frascos de destilação receberam também a adição de 0,2 g de MgO. O  $\text{NH}_4^+$  presente na amostra de agregados foi dosado a partir da quantidade de  $\text{NH}_3$  liberada pela destilação em meio alcalino e que foi recolhida em erlenmeyer de 125 mL, contendo 5 mL da solução indicadora em ácido bórico. A solução obtida na destilação foi titulada com solução padronizada de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,0025 mol/L. Paralelamente, determinou-se a presença de  $\text{NH}_4^+$  nas amostras do material dos agregados não-incubados (N inicial). Os teores de  $\text{NH}_4^+$ , em mg/kg, foram calculados pela expressão:  $\text{NH}_4^+ = \frac{(V_A - V_B)M14}{m_{\text{solo}}}$ , em que  $V_A$ : volume de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  gasto na titulação da amostra (L);  $V_B$ : volume de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  gasto na titulação do branco (L); M: concentração de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (mmol/L); 14: massa de nitrogênio (mg/mmol); e  $m_{\text{solo}}$ : massa da amostra de agregados de solo (kg). Pela diferença entre os teores de  $\text{NH}_4^+$  das amostras de agregados incubadas e os das não-incubadas calculou-se o NPM.

## 2.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise descritiva com aplicação do desvio padrão dos dados e multivariada com aplicação do teste de aleatorização utilizando-se o software MULTIV (PILLAR e ORLÓCI, 1996). Para a análise multivariada foram realizados os seguintes testes: transformação vetorial, com a centralização e normalização, dentro de variáveis. Medida de semelhança com a aplicação da distância euclidiana e método de ordenação com análise de coordenadas principais.



O resultado do teste de aleatorização é uma probabilidade P ( $p < 0,05$  e  $0,01$  de significância) de obter ao acaso variação entre as áreas de floresta (FT), sistema agroflorestal (AG), pastagem (PA) e café a pleno sol (PS) tão grande quanto a que foi observada nos dados originais. Os dados das variáveis relacionadas ao C e N, em quatro profundidades e três classes de agregados em diferentes coberturas, foram submetidos à análise de agrupamento principal.

### 3 RESULTADO

#### 3.1 Estabilidade de agregados

A tabela 2, apresenta a proporção das classes de agregados em diferentes sistemas e profundidades. A classe de agregados 4-2 mm apresentou maiores proporções de agregados por peneiramento via seca em todas as profundidades (Tabela 2). Nesta classe o sistema AG apresentou maiores proporções em todas as profundidades estudadas (0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm), e menores proporções foram verificado no sistema PS.

Menores proporções foram verificados nas classes 0,250 - 0,106 mm e  $< 0,106$  mm, nas diferentes profundidades. Maiores proporções nestas classes foram verificados no sistema PS, na profundidade de 0-5 cm. O sistema AG apresentou menores proporções nestas classes, nas profundidade de 0-5, 5-10, 10-20 cm.

**Tabela 2.** Distribuição percentual da classe de agregado por peneiramento obtida por via seca em diferentes sistemas de manejo e profundidade.

Sistemas	Diâmetro dos agregados (mm)											
	4-2		2-1		1-0,5		0,5-0,25		0,25-0,106		<0,106	
	----- % -----											
	desv		desv		desv		desv		desv		desv	
	<b>0-5 cm</b>											
<b>FT</b>	72,18	± 9,20	20,08	± 4,35	3,93	± 0,50	0,61	± 0,49	1,75	± 0,28	1,42	± 0,03
<b>AG</b>	86,63	± 7,75	11,94	± 6,49	0,85	± 0,94	0,11	± 0,02	0,27	± 0,21	0,17	± 0,11
<b>PS</b>	65,29	± 10,35	21,77	± 4,70	8,93	± 4,22	1,69	± 1,28	0,73	± 0,47	1,56	± 0,15
<b>PA</b>	80,83	± 5,97	15,95	± 4,29	1,24	± 0,47	0,23	± 0,09	0,27	± 0,08	1,45	± 0,02
	<b>5-10 cm</b>											
<b>FT</b>	79,35	± 3,83	17,95	± 3,33	1,78	± 0,72	0,46	± 0,13	0,22	± 0,32	0,20	± 0,15
<b>AG</b>	85,49	± 7,75	12,75	± 6,49	1,02	± 0,94	0,29	± 0,02	0,31	± 0,21	0,12	± 0,11
<b>PS</b>	73,11	± 4,12	21,90	± 3,34	4,14	± 1,53	0,36	± 0,21	0,32	± 0,14	0,14	± 0,10
<b>PA</b>	74,47	± 6,01	21,51	± 3,09	2,95	± 2,29	0,47	± 0,40	0,39	± 0,27	0,18	± 0,05
	<b>10-20 cm</b>											

<b>FT</b>	75,64	± 6,06	20,14	± 4,45	3,03	± 1,95	0,62	± 0,34	0,37	± 0,17	0,17	± 0,11
<b>AG</b>	86,71	± 5,77	12,21	± 5,44	0,62	± 0,31	0,14	± 0,05	0,17	± 0,02	0,12	± 0,04
<b>PS</b>	67,19	± 5,99	24,29	± 3,04	7,00	± 4,35	0,81	± 0,19	0,51	± 0,35	0,18	± 0,05
<b>PA</b>	80,81	± 5,79	17,16	± 5,72	1,34	± 0,70	0,26	± 0,19	0,29	± 0,16	0,13	± 0,07
<b>20-40 cm</b>												
<b>FT</b>	80,23	± 7,52	16,15	± 5,05	2,64	± 2,46	0,54	± 0,23	0,27	± 0,27	0,14	± 0,05
<b>AG</b>	80,15	± 3,34	17,58	± 2,81	1,37	± 0,90	0,20	± 0,05	0,46	± 0,16	0,22	± 0,04
<b>PS</b>	68,05	± 6,17	24,50	± 2,23	6,26	± 3,70	0,64	± 0,47	0,36	± 0,17	0,17	± 0,06
<b>PA</b>	75,40	± 4,68	20,91	± 2,26	2,82	± 1,99	0,29	± 0,28	0,35	± 0,18	0,21	± 0,06

FT = Floresta; AG = sistema agroflorestal; PA=pastagem; PS= café a pleno Sol, desv=desvio padrão, ± = desvio superior e inferior à média.

Para a distribuição percentual dos agregados via úmida, as maiores porcentagens foram verificadas na classe de agregado de 4-2 mm. A FT nativa apresentou a maior porcentagem desta classe em todas as profundidades (0-5: 82,27 %, 5-10: 89,98 %, 10-20: 85,25 %, 20-40: 82,48 %). Menores valores foram encontrados no sistema PS, nas profundidades de 0-5, 10-20 e 20-40 cm (63,33 %; 47,25%; 44,76%). Menores proporções foram verificados na classe < 0,106 mm, nos sistemas PS. Houve variação dos valores com a profundidade entre os sistemas (Tabela 3).

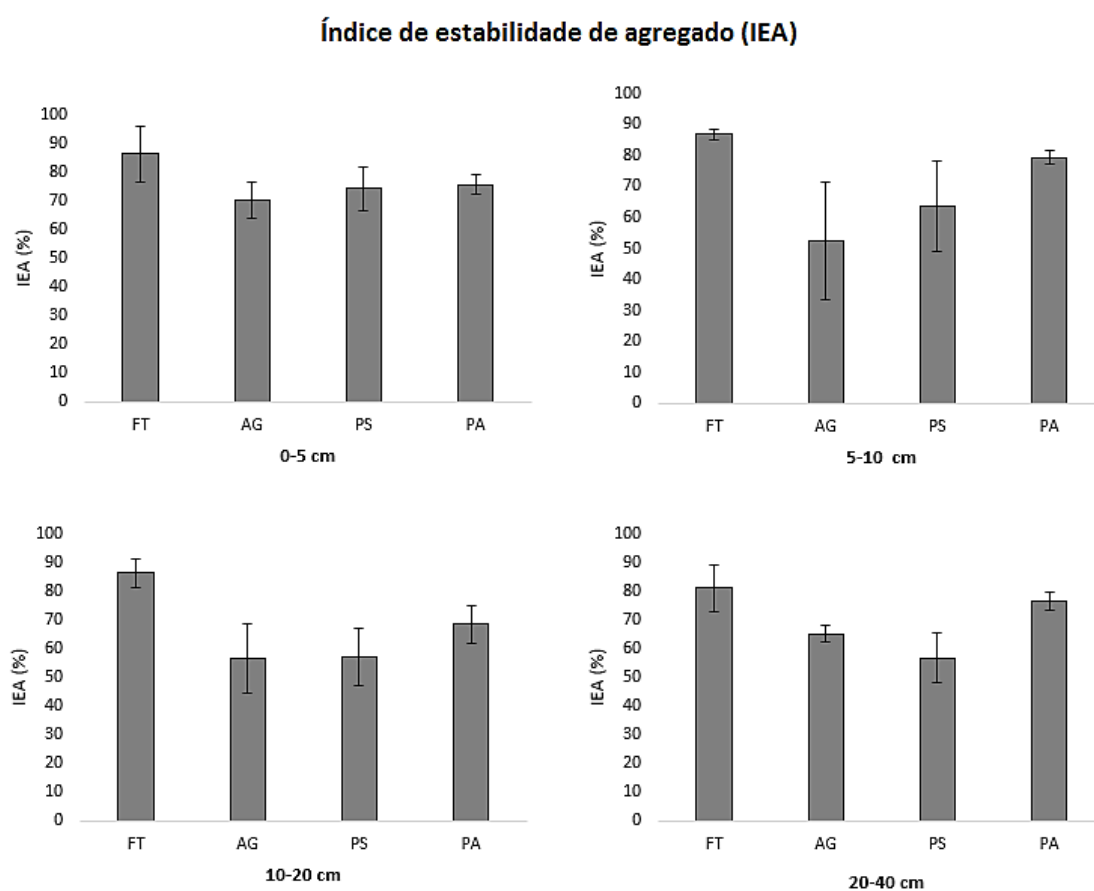
**Tabela 3** Distribuição percentual da classe de agregado por peneiramento obtida por via úmida em diferentes sistemas de manejo e profundidade.

Sistemas	Diâmetro dos agregados (mm)											
	4-2		2-1		1-0,5		0,5-0,25		0,25-0,106		<0,106	
	desv		desv		desv		desv		desv		desv	
-----%-----												
<b>0-5 cm</b>												
<b>FT</b>	82,27	± 11,9	9,34	± 4,16	2,90	± 2,64	1,95	± 1,67	0,86	± 0,75	2,68	± 0,50
<b>AG</b>	72,90	± 4,64	13,37	± 0,19	6,15	± 2,09	4,00	± 1,30	1,80	± 0,61	1,78	± 0,45
<b>PS</b>	63,33	± 1,69	15,93	± 3,10	9,00	± 1,75	7,25	± 1,31	3,01	± 0,70	1,48	± 0,25
<b>PA</b>	76,13	± 5,36	14,92	± 1,88	3,86	± 1,54	2,77	± 1,32	1,27	± 0,43	1,06	± 0,19
<b>5-10 cm</b>												
<b>FT</b>	89,98	± 1,34	6,56	± 1,80	1,32	± 0,26	0,73	± 0,10	0,66	± 0,50	0,75	± 0,18
<b>AG</b>	48,91	± 28,1	22,31	± 9,05	12,87	± 8,42	9,70	± 7,55	4,11	± 3,09	2,10	± 0,80
<b>PS</b>	58,11	± 22,1	17,40	± 8,79	10,64	± 6,31	8,72	± 5,36	3,55	± 1,91	1,58	± 0,33
<b>PA</b>	76,13	± 5,36	14,92	± 1,88	3,86	± 1,54	2,77	± 1,32	1,27	± 0,43	1,06	± 0,19
<b>10-20 cm</b>												
<b>FT</b>	85,25	± 6,06	10,83	± 5,21	1,70	± 0,57	2,18	± 0,48	0,56	± 0,24	0,48	± 0,21
<b>AG</b>	56,81	± 16,7	15,75	± 5,95	11,73	± 5,75	6,83	± 3,57	4,27	± 1,51	2,47	± 0,65
<b>PS</b>	47,25	± 16,9	21,99	± 6,42	12,70	± 8,17	9,54	± 3,33	4,26	± 1,11	2,95	± 2,10
<b>PA</b>	66,08	± 8,43	19,24	± 5,87	6,49	± 2,54	3,68	± 1,48	1,63	± 0,70	2,70	± 2,04
<b>20-40 cm</b>												
<b>FT</b>	82,48	± 11,9	10,23	± 6,89	3,16	± 2,72	2,18	± 1,91	0,99	± 0,87	0,97	± 0,25
<b>AG</b>	61,95	± 5,16	18,66	± 6,00	8,51	± 1,44	6,83	± 1,17	2,92	± 1,16	1,12	± 1,06

<b>PS</b>	44,76	± 9,60	26,82	± 3,62	13,12	± 2,73	9,54	± 1,92	4,15	± 1,55	1,61	± 0,72
<b>PA</b>	73,38	± 1,50	15,26	± 1,40	5,13	± 1,19	3,68	± 1,08	1,74	± 0,39	0,82	± 0,24

FT = Floresta; AG = sistema agroflorestal; PA=pastagem; PS= café a pleno Sol, desv=desvio padrão, ± = desvio superior e inferior à média.

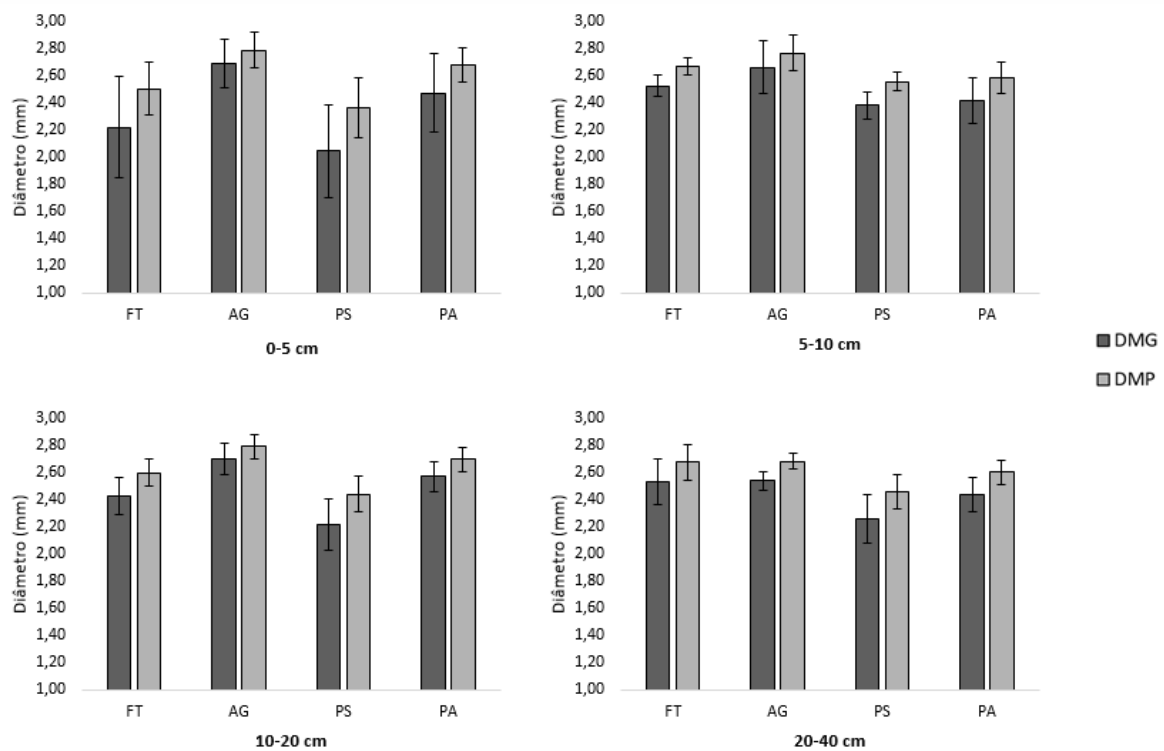
A figura 5 apresenta os valores de IEA em diferentes sistemas e profundidades. A FT apresentou maiores valores em todas as profundidades, havendo uma leve tendência de queda com a profundidade para o sistema PS. Menores valores foram verificados nos sistemas AG e PS. Maiores desvio padrão foram verificados no sistema AG e PS na profundidade de 5-10 cm.



**Figura 5.** Valores médios do Índice de Estabilidade de Agregados (IEA) via úmida em diferentes sistemas de manejo e profundidades. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem. As barra verticais expressa o desvio padrão dos dados em relação à média.

Na figura 6, é apresentado os valores médios de diâmetro médio geométrico (DMGs) e diâmetro médio ponderado (DMPs) por peneiramento via seco, em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Os maiores valores de DMGs foram verificados na AG nas profundidade de 0-5, 5-10 e 10-20 cm (2,69; 2,66 e 2,70 mm), e os menores

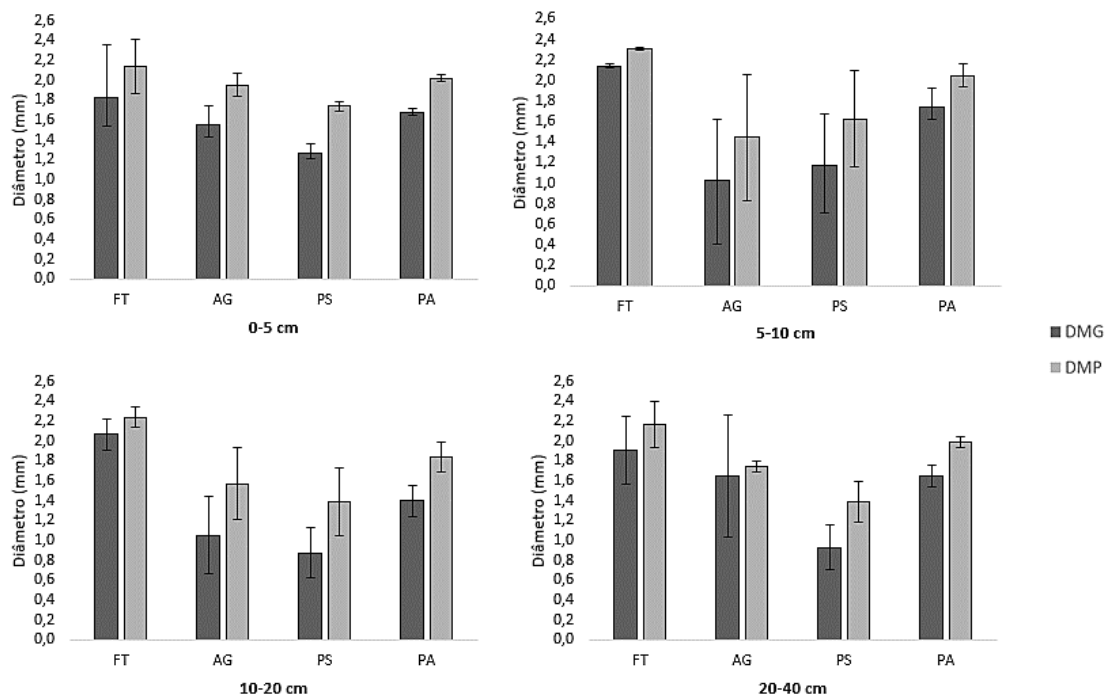
valores foram encontrados no PS na profundidade em todas as profundidades. Este índice apresentou maiores desvio padrão na profundidade de 0-5 cm para os diferentes sistemas avaliados. Maiores valores de DMPs ocorreram na profundidade de 0-5 e 10-20 cm no sistema AG (2,79, 2,79 mm). O sistema AG apresentou valores superiores em todas as profundidades avaliadas. O sistema PS apresentou menores valores de DMPs em todas as profundidades 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm (2,36; 2,56, 2,44; 2,46 mm). A pastagem (PA) obteve valores de DMG e DMP, próximos ao sistema AG e superiores a FT nas profundidades 0-5, 10-20 cm. O sistema PS e a FT apresentou maiores desvio em relação à média amostral na profundidade de 0-5 cm.



**Figura 6.** Valores médios de DMG e DMP via seca em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

Maiores valores de diâmetro médio geométrico por via úmida DMGu foram verificados na FT, na profundidade de 5-10 cm (2,14 mm) e 10-20 cm (2,06 mm) (Figura 7). O PS apresentou menores valores, nas profundidades de 10-20 cm (0,87 mm) e 20-40 cm (0,93 mm). Os valores de diâmetro médio ponderado úmido (DMPu) foram maiores no sistema FT na profundidade de 5-10 cm (2,31 mm). Menores valores foram encontrados no sistema PS nas profundidades de 10-20 cm (1,39 mm). Maiores

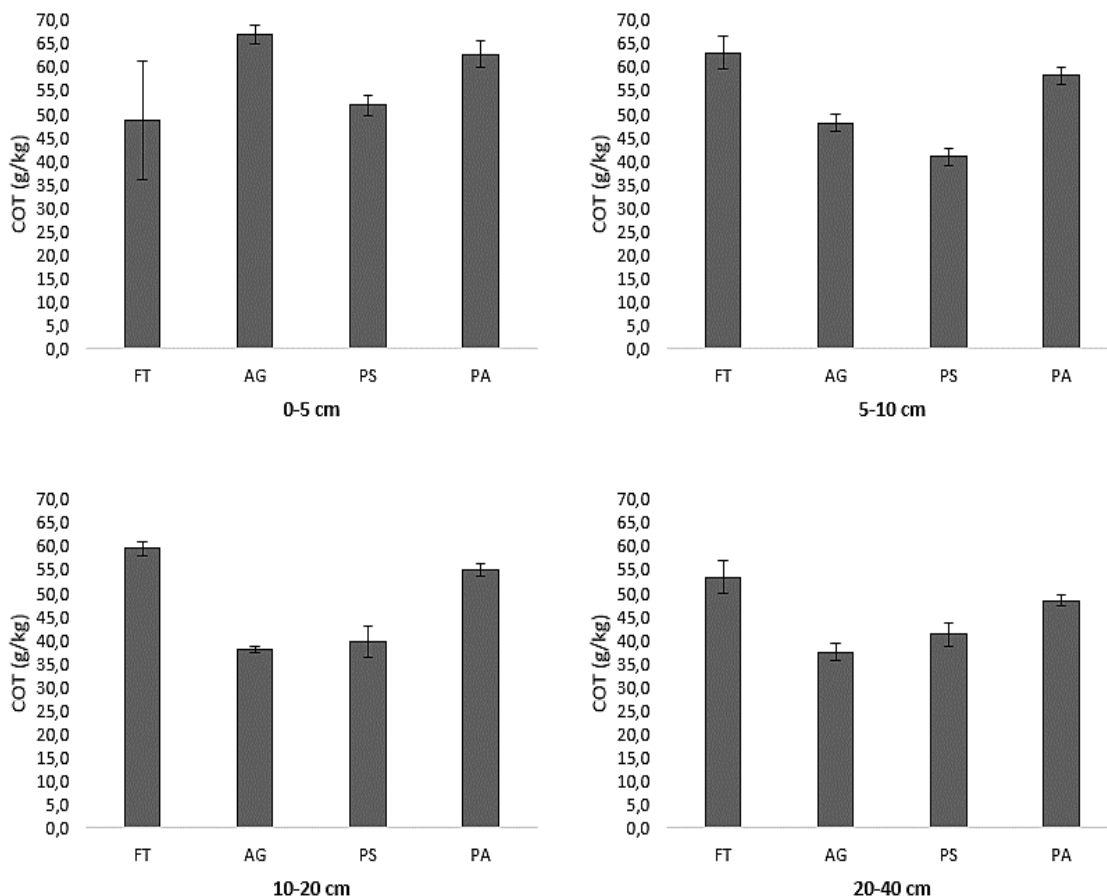
variação em relação as médias foram evidenciados no sistema agroecológico nas profundidades de 5-10, 10-20, 20-40 cm e FT na profundidade de 0-5. Menores desvios foram verificadas na PA. Este padrão se repetiu para o DMP.



**Figura 7.** Valores médios de DMG e DMP via úmida em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

### 3.2 COT, N Total, Relação C/N, NPM e Relação NT/NPM

O carbono orgânico total (COT), tendeu a reduzir seus teores com a profundidade nos sistemas AG, PS e PA. A FT apresentou menores teores e maior desvio padrão na profundidade de 0-5 cm (48,69 g/kg) e queda dos teores com as demais profundidades (Figura 8). Maiores valores de COT foram verificados no sistema AG, na profundidade de 0-5 cm, havendo uma queda acentuada para as demais profundidades. A FT nas profundidades de 5-10, 10-20 e 20-40 cm foi superior aos demais sistema. Menores valores foram verificados no sistema PS.

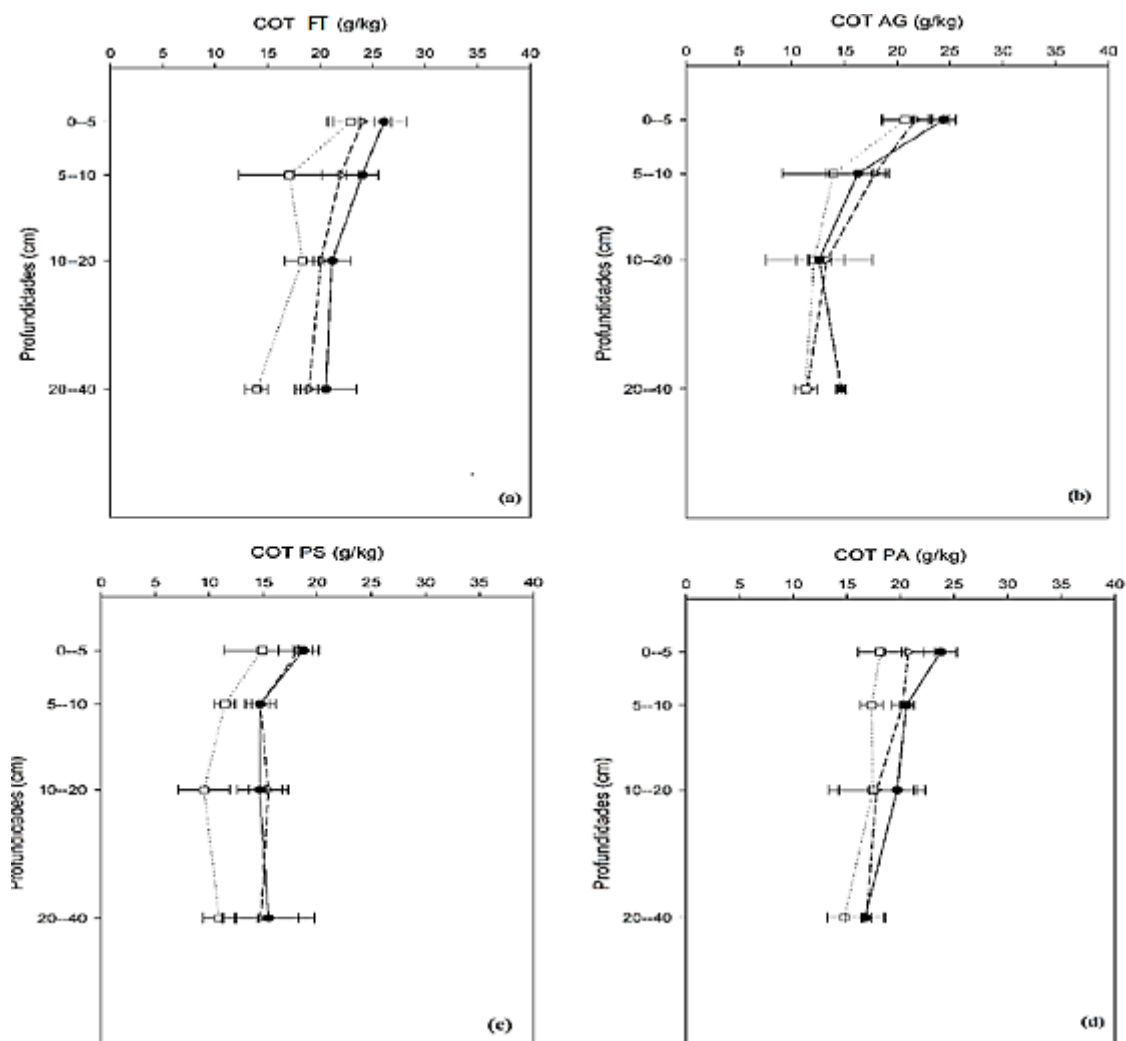


**Figura 8.** Valores médios de COT em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

Os valores médios de carbono orgânico total (COT), em diferentes sistemas de manejo e sua relação com as diferentes profundidades e classes de agregados são expostos na figura 9. Os maiores valores de COT foram encontrados nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm em todos os sistemas. Os valores tendem a diminuir com a profundidade em todos os sistemas avaliados. Maiores valores de COT foram encontrados nos agregados com diâmetro inferiores a 0,250 mm na FT (26,08 g/kg) e no sistema AG (25,75 g/kg) na profundidade de 0-5. Menores valores foram verificados no PS na classe 2-0,250 mm (9,5 g/kg), na profundidade de 10-20 e (10,91 g/kg) na d 20-40 cm.

Na profundidade de 0-5 cm as maiores porcentagens de COT foram verificadas na classe < 0,250 mm (Tabela 4). A PA apresentou maior proporção de COT nesta classe (38,06 %). Na profundidade de 5 – 10 cm, as classes com maior proporção foram a 4 -2 mm e < 0,250 mm. Na classe de 4-2 mm o AG apresentou o maior valor (37,19 %) e na classe < 0,250 a FT foi superior (38,09 %). Na profundidade de 10-20 cm,

maiores valores foram verificados na classe < 0,250 mm, exceto para o sistema PS que apresentou valores superiores na classe 4-2 mm (39,02 %). Foi verificado maiores proporções de COT na profundidade de 20-40 cm na classe < 0,250 mm, tendo o sistema AG apresentado o maior valor nesta profundidade (39,18 %). Os maiores desvio dos dados em relação as média foram verificados na classe 4-2 mm em todos os sistemas. Os maiores desvio foram encontrados na profundidade de 5-10.



**Figura 9.** Valores médios de COT em diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (d), PA: pastagem (c), em diferentes profundidades e três classes de agregados:  $\blacktriangle$ : 4-2 mm,  $\square$ : 2-0,250 mm,  $\bullet$ : <0,250 mm. As barras horizontais indicam o desvio padrão.

**Tabela 4** Porcentagem de COT, N Total, C-BM, N-BM, NPM das classes de agregados em diferentes profundidades e sistemas em relação ao teor total em cada profundidade.

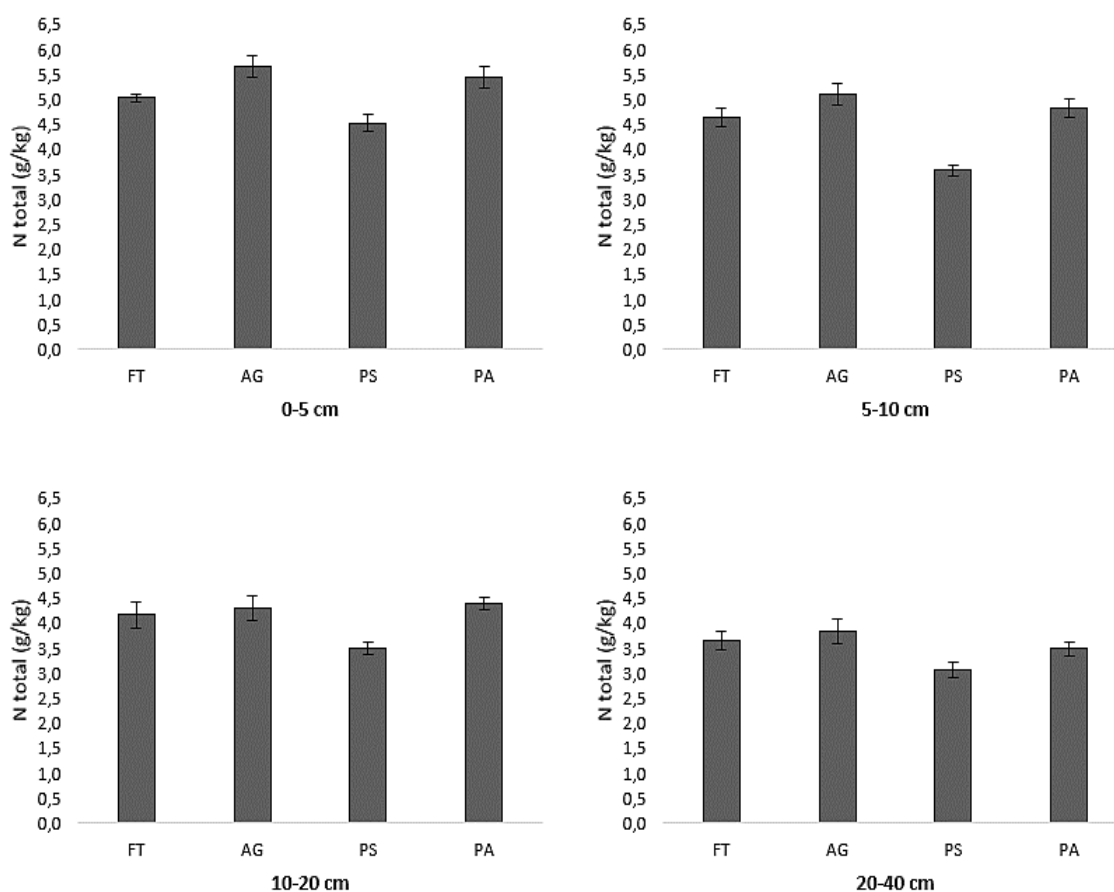
Área	COT			N Total			NPM			CBM			NBM		
	4 - 2	2-0,250	<0,250	4 - 2	2-0,250	<0,250	4 - 2	2-0,250	<0,250	4 - 2	2-0,250	<0,250	4 - 2	2-0,250	<0,250
-----%-----															
<b>0 - 5 cm</b>															
<b>FT</b>	32,87	31,41	35,70	34,36	31,57	34,05	42,95	25,50	31,55	32,38	37,64	29,98	25,66	33,04	41,30
<b>AG</b>	32,51	31,02	36,46	36,72	29,29	33,97	24,26	30,80	44,94	20,75	37,74	41,51	34,54	30,93	34,54
<b>PS</b>	35,27	28,68	36,05	34,32	29,23	36,45	34,28	27,88	37,84	48,38	27,80	23,83	32,15	22,17	45,69
<b>PA</b>	33,12	28,92	38,06	35,33	28,75	35,91	31,11	28,61	40,29	39,60	30,69	29,70	32,71	25,94	41,35
<b>5 - 10 cm</b>															
<b>FT</b>	34,81	27,08	38,09	35,57	28,52	35,90	31,85	26,35	41,80	26,93	49,63	23,44	37,26	26,29	36,46
<b>AG</b>	37,19	29,03	33,78	34,04	28,85	37,10	22,60	28,62	48,79	35,82	32,84	31,34	34,53	32,30	33,17
<b>PS</b>	36,01	27,98	36,01	34,78	29,57	35,65	32,66	27,19	40,15	33,64	33,18	33,18	45,54	22,77	31,68
<b>PA</b>	34,83	29,88	35,40	35,05	28,91	36,02	29,16	28,67	42,74	16,79	22,26	60,95	22,40	51,73	25,87
<b>10 - 20 cm</b>															
<b>FT</b>	33,74	30,71	35,53	33,95	26,86	39,17	49,28	12,46	38,26	49,19	28,11	22,70	36,11	24,46	39,43
<b>AG</b>	33,78	31,83	33,15	40,52	29,73	29,73	19,91	46,64	33,45	34,24	30,43	35,33	35,03	37,45	27,52
<b>PS</b>	39,02	23,98	37,00	32,83	29,80	37,37	36,60	20,06	47,71	44,89	18,22	36,89	53,62	20,29	26,09
<b>PA</b>	32,46	31,86	35,98	35,93	30,26	35,86	28,59	28,67	42,74	58,06	24,19	17,74	38,60	40,00	21,40
<b>20 - 40 cm</b>															
<b>FT</b>	35,45	26,09	38,45	36,26	28,06	35,67	33,71	16,31	49,98	38,24	26,96	34,80	28,13	30,32	41,55
<b>AG</b>	30,60	30,22	39,18	31,84	27,78	40,37	32,88	32,16	34,95	46,38	30,43	35,33	31,79	29,98	38,23
<b>PS</b>	35,94	26,50	37,56	32,49	28,43	39,09	31,45	20,84	47,71	41,64	21,64	36,72	27,27	36,36	36,36
<b>PA</b>	34,85	30,68	34,67	35,41	28,72	35,86	39,20	27,69	33,11	37,55	24,05	38,40	32,14	28,75	39,11

FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

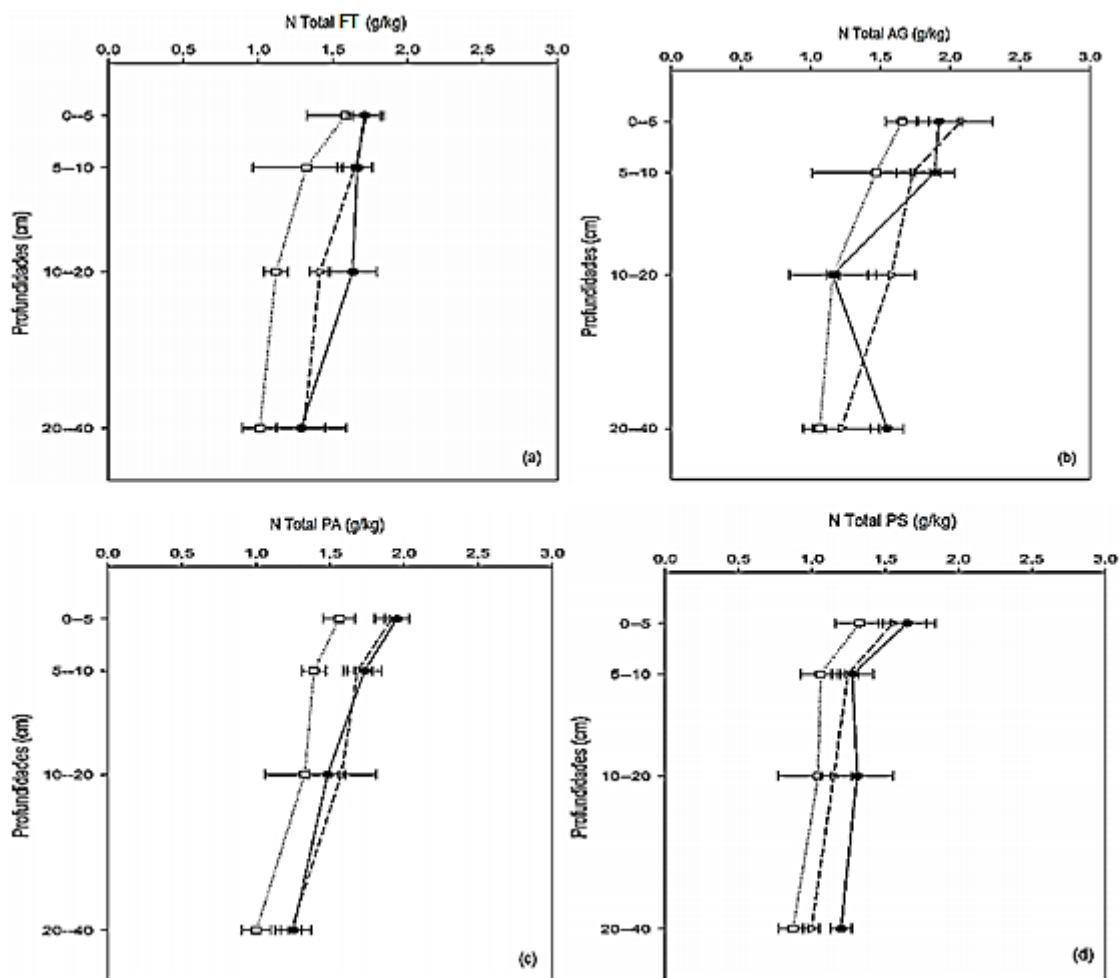


Para o NT, maiores valores foram verificados nas camadas superficial de 0-5 cm (5,65 g/kg) no sistema AG. A pastagem apresentou valores superiores em relação a FT e PS. Os valores de N total caíram com a profundidade em todas os sistemas. O café a pleno sol (PS), apresentou os menores valores em todas as profundidades (Figura 10).

Maiores quantidades foram encontradas nos agregados 4-2 e < 0,250 mm (Figura 11). Em todos os sistemas avaliados: FT, AG, PA e PS, os teores de N total nas classes de agregados caíram com a profundidade. Maiores valores foram encontrados no AG na profundidade de 0-5 cm. Menores valores de NT foram encontrados no sistema PS em todas as profundidades 0-5 (1,32 g/kg), 5-10 (1,06 g/kg), 10-20 (1,04 g/kg) e 20-40 cm (0,84 g/kg) na classe 2-0,250 mm. Maiores desvios foram verificados no sistema AG nas profundidades iniciais (0-5, 5-10 e 10-20 cm). A classe 2-0,250 mm apresentou os maiores desvios em relação à média.



**Figura 10.** Valores médios de N total em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

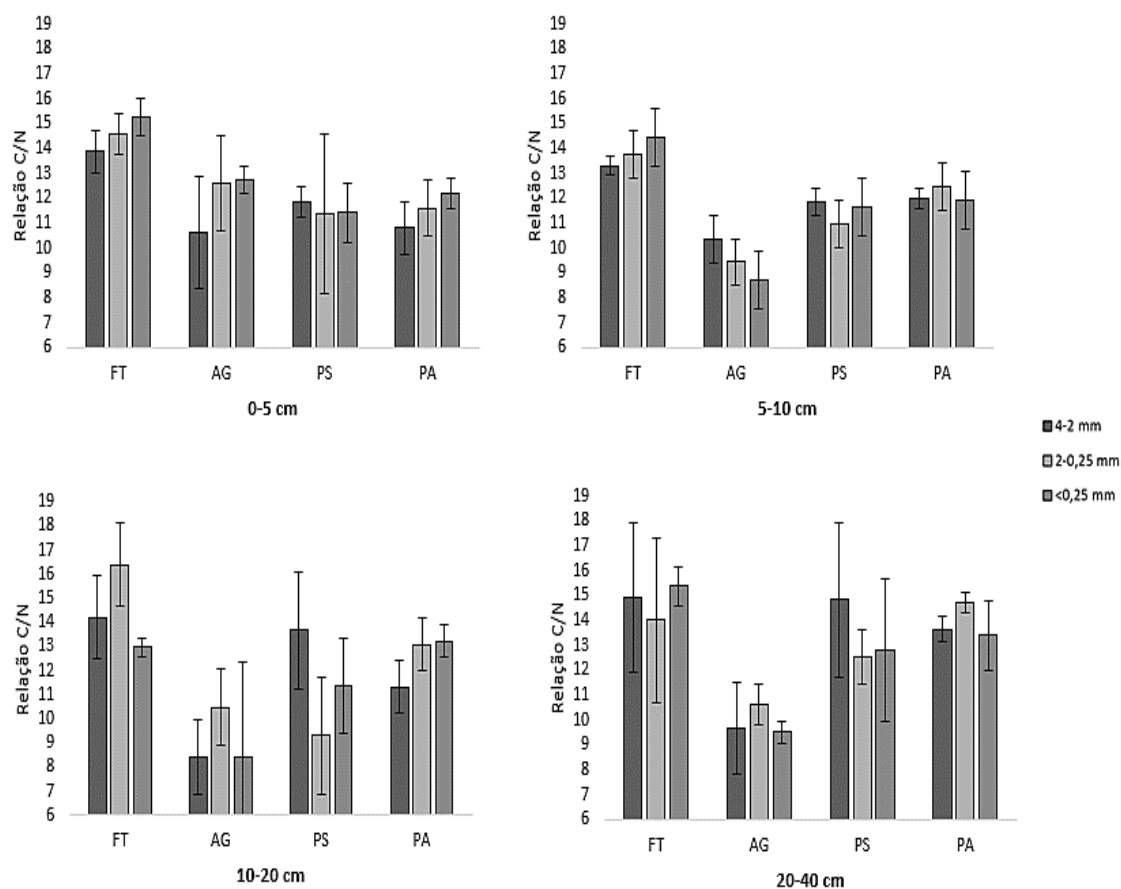


**Figura 11.** Valores médios de N Total nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PA: pastagem (c), PS: café a pleno Sol (d) em diferentes profundidades e três classes de agregados:  $\blacktriangle$ : 4-2 mm,  $\square$ : 2-0,250 mm,  $\bullet$ : <0,250 mm.. As barras horizontais indicam o desvio padrão.

As porcentagem de NT que cada classe de agregado contribuiu em relação ao teor total do solo em cada profundidade é apresentado na tabela 4. Maiores porcentagens foram verificadas nas classes 4-2 mm e < 0,250 mm. Para a profundidade de 0-5 cm o AG (4-2 mm: 36,72 %) e PS (< 0,250: 36,45 %) apresentaram maiores valores. Para a profundidade de 5-10 cm, maior contribuição foi verificado no AG (< 0,250 mm: 37,10 %), e na PA (< 0,250 cm: 36,02 %). A profundidade de 10-20 cm apresentou maior contribuição na classe 4-2 mm no sistema AG (40,52 %). Maiores contribuições de NT na profundidade de 20-40 cm foram verificados no sistema AG (< 0,250 mm: 40,37 %) e PS (< 0,250 mm: 39,09 %).

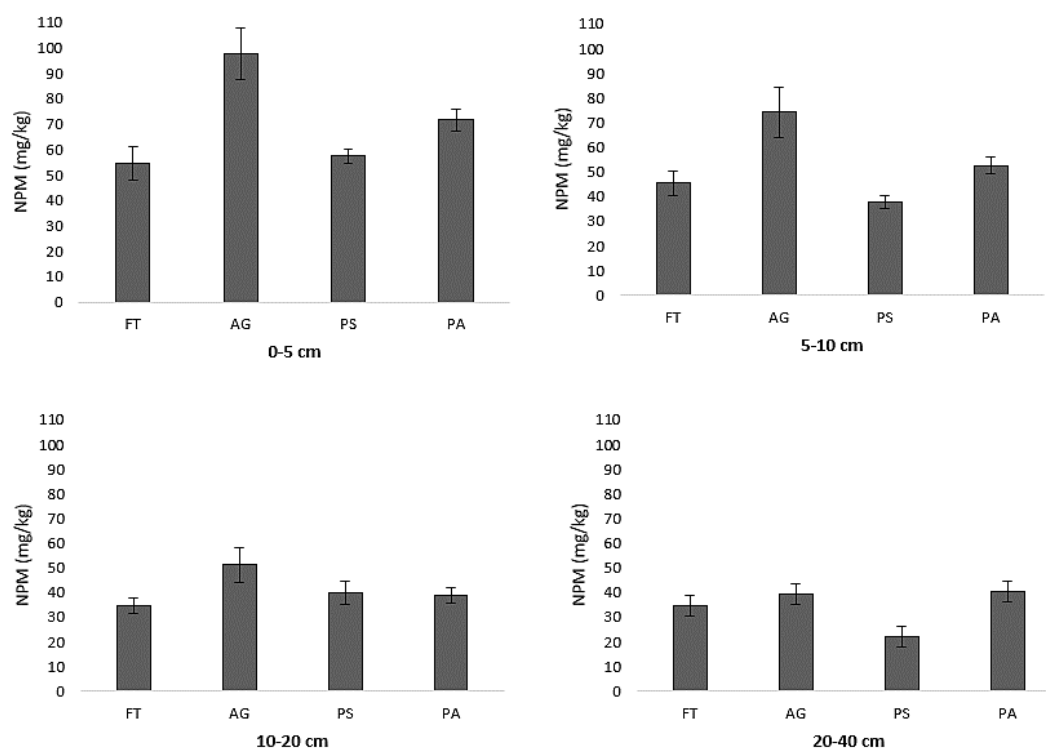
Os valores da relação C/N são apresentados na figura 12. Os valores médios da relação C/N foram maiores na FT, nas classes 2 - 0,250 e < 0,250 mm. Menores valores da relação C/N foram encontrados no sistema AG, neste sistema a profundidade influenciou na relação C/N e a camada de 0-5 cm apresentou maior valor em todas as

classes analisadas (4-2: 10,6 g/kg), (2 - 0,250: 12,6 g/kg), e (< 0,250: 12,7 g/kg). Houve grande variação em relação à média como mostra os valores de desvio na figura 12. A PA mostrou menores variações em todas as profundidades.



**Figura 12.** Valores médios da relação C/N em diferentes sistemas de manejo e classes de agregados; □: 4-2 mm, ■: 2-0,25 mm, ■: < 0,250 mm. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

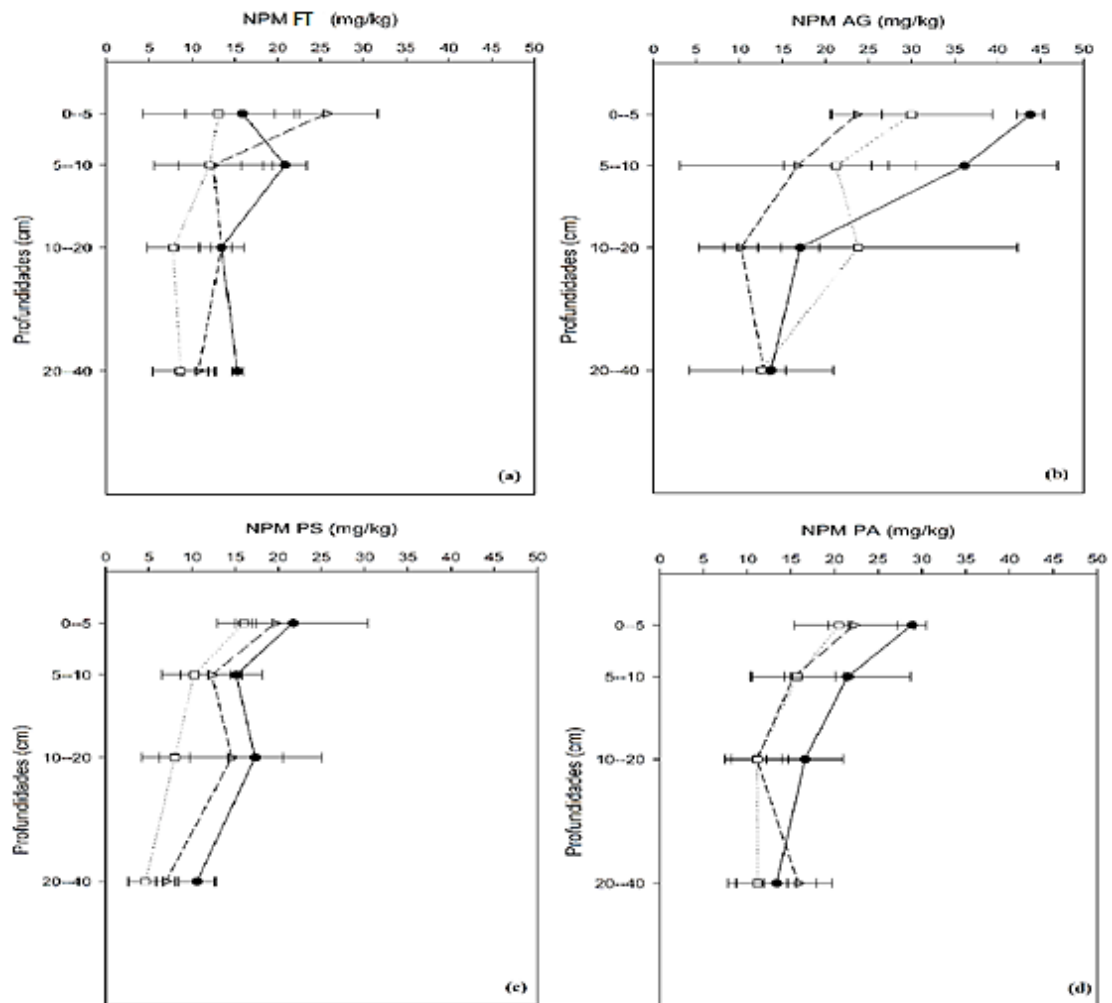
Para os valores de NPM, o sistema AG apresentou maiores valores ao longo do perfil do solo (Figura 13). Entre as profundidades a de 0-5 cm apresentou valores superiores (97,47 mg/kg) para o AG e menores valores foram verificados no sistema PS na profundidade de 20-40 cm (22,18 mg/kg). Houve redução nos teores de NPM com a profundidade.



**Figura 13.** Valores médios de NPM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestral; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

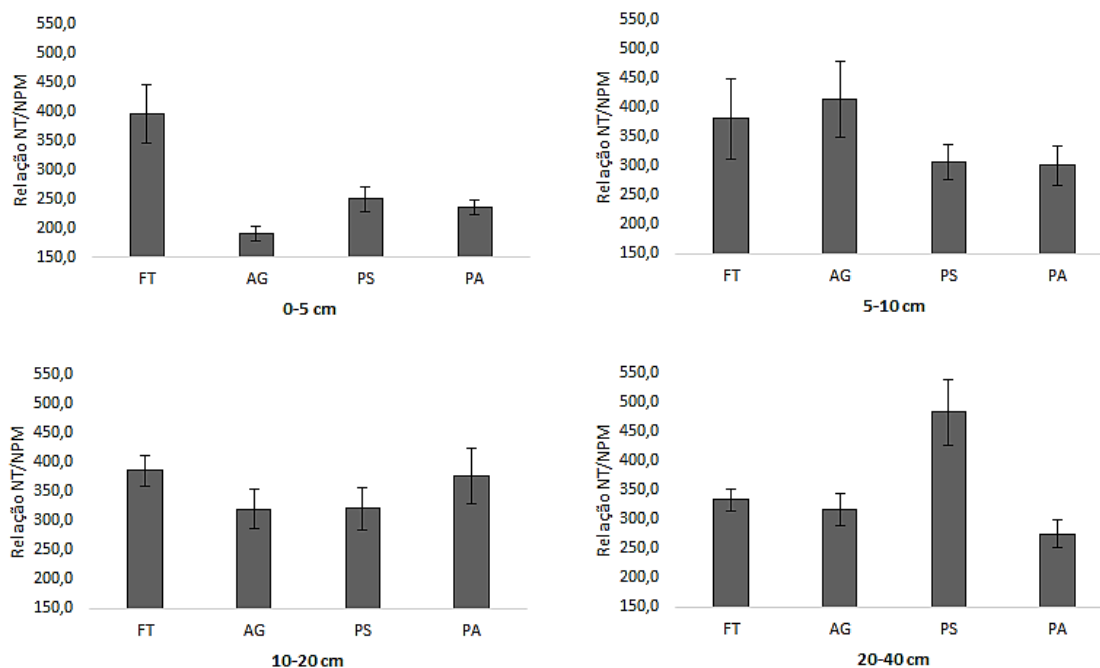
A figura 14 apresenta os valores de NPM ao longo do perfil do solo em diferentes classes de agregados. Maiores valores foram verificados no sistema AG nas profundidades superficiais 0-5 cm (43,8 mg/kg) e 5-10 cm (36,18 mg/Kg). Na classe < 0,250 mm ocorreu redução dos valores com a profundidade para todos os sistemas. A classe de agregados que apresentou menores valores ao longo do perfil do solo foi a 2-0,250 mm. O PS dentre os sistemas avaliados apresentou menores valores em todas as profundidades. O sistema AG apesar dos altos valores encontrados apresentou maiores desvios na classe 2-0,250 e < 0,250 mm, nas profundidade de 0-5, 5-10 e 10-20 cm.

Maiores proporções de NPM foram verificadas nos sistemas FT e AG, sendo as classes 4-2 mm e < 0,250 mm responsáveis pelas maiores porcentagens nas profundidades estudadas (Tabela 4). Menores porcentagens ao longo do perfil do solo foram verificados na classe 2-0,250 mm.



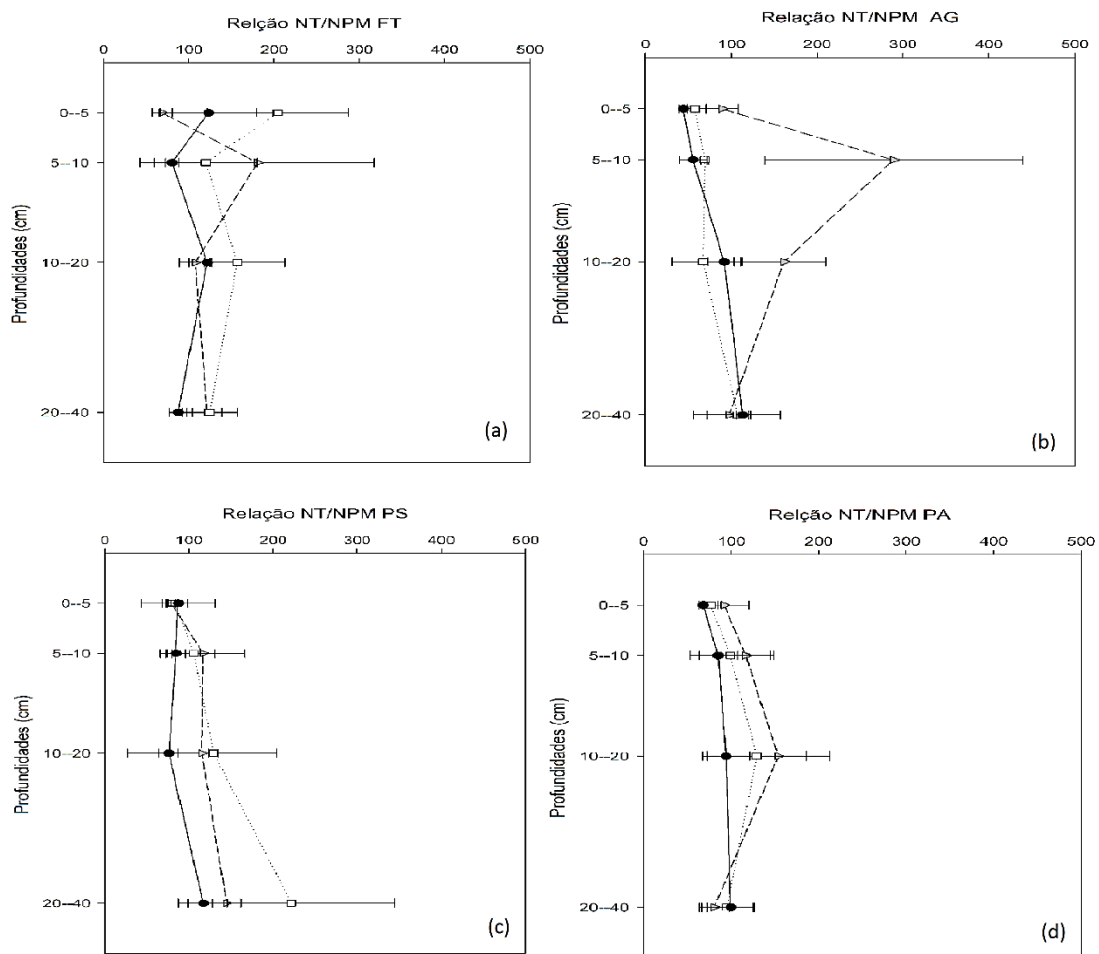
**Figura 14.** Valores médios de NPM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados:  $\blacktriangleright$ : 4-2 mm,  $\square$ : 2-0,250 mm,  $\bullet$ : <0,250 mm.. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.

A figura 15 apresenta os valores da relação NT/NPM ao longo do perfil do solo. Maiores valores da relação foi verificado no sistema AG nas três profundidades (0-5 cm: 190,96, 10-20 cm: 320,37 e 20-40: 317,44). Maiores valores foram verificadas no sistema FT, (0-5 cm: 396,4596, 5-10 cm: 380,52, 10-20 cm:385,63), exceto na profundidade de 20-40 em que o PS apresentou o maior valor (20-40 cm:483,45). A PA apresentou valores intermediários entre o AG e a FT. O maiores valores de desvio padrão foram verificados nas diferentes profundidades (FT; 0-5 cm, FT e AG: 5-10 cm, PA:10-20 cm, PS: 20-40 cm).



**Figura 15.** Valores da relação NT/NPM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

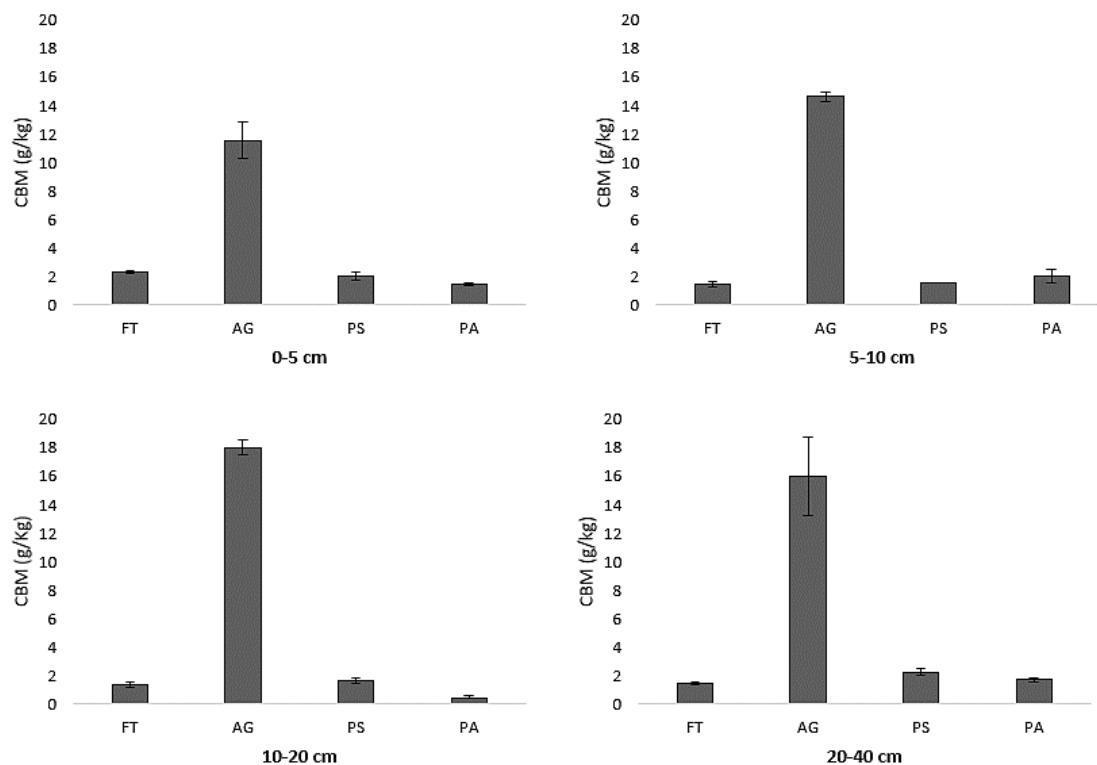
Na figura 16 é apresentado os valores da Relação NT/NPM nas classes de agregados, onde os maiores valores foram encontrados no sistema AG na profundidade de 0-5 na classe 4-2 mm (289,38) e os menores valores foram verificados também no AG na classe <0,250 mm (55) na profundidade de 0-5 cm. Os resultados não possibilitaram a diferenciação dos sistema e classes de agregados, apresentando valores muito diferente dentro dos sistemas e entre os sistemas. Os valores de desvio padrão foram mais elevados nas profundidades iniciais (0-5 e 5-10 cm) nos sistemas FT e AG. Menores desvios foram verificados na PA.



**Figura 16.** Valores médios da relação NPM/NT nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados:  $\blacktriangleright$ : 4-2 mm,  $\square$ : 2-0,250 mm,  $\bullet$ : <0,250 mm.. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.

### 3.2 Biomassa microbiana

A figura 17 apresenta valores médio de CBM em diferentes profundidades do solo. Sistema AG apresentou maiores valores. Maiores valores foram verificados nas camadas mais profundas (10-20 cm: 18 g/kg; 20-40 cm: 16 g/kg). O menor valor foi encontrado na PA na profundidade de 10-20 cm (0,45 g/kg).



**Figura 17.** Valores médios de CBM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestal; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

Os dados referentes ao carbono da biomassa microbiana (CBM) nas classes de agregados, encontram-se na Figura 18. Os maiores valores foram encontrados no sistema AG, em todas as profundidades avaliadas, tendo este sistema apresentado maiores valores nas maiores profundidades 10-20 cm e 20-40 cm. Maiores teores de CBM foram encontrados nos agregados de diâmetro 4-2 mm e < 0,250 mm, tendo a classe 2 – 0,250 mm apresentado menores valores. Foi observado variação do desvio padrão em todas as profundidade e sistemas.

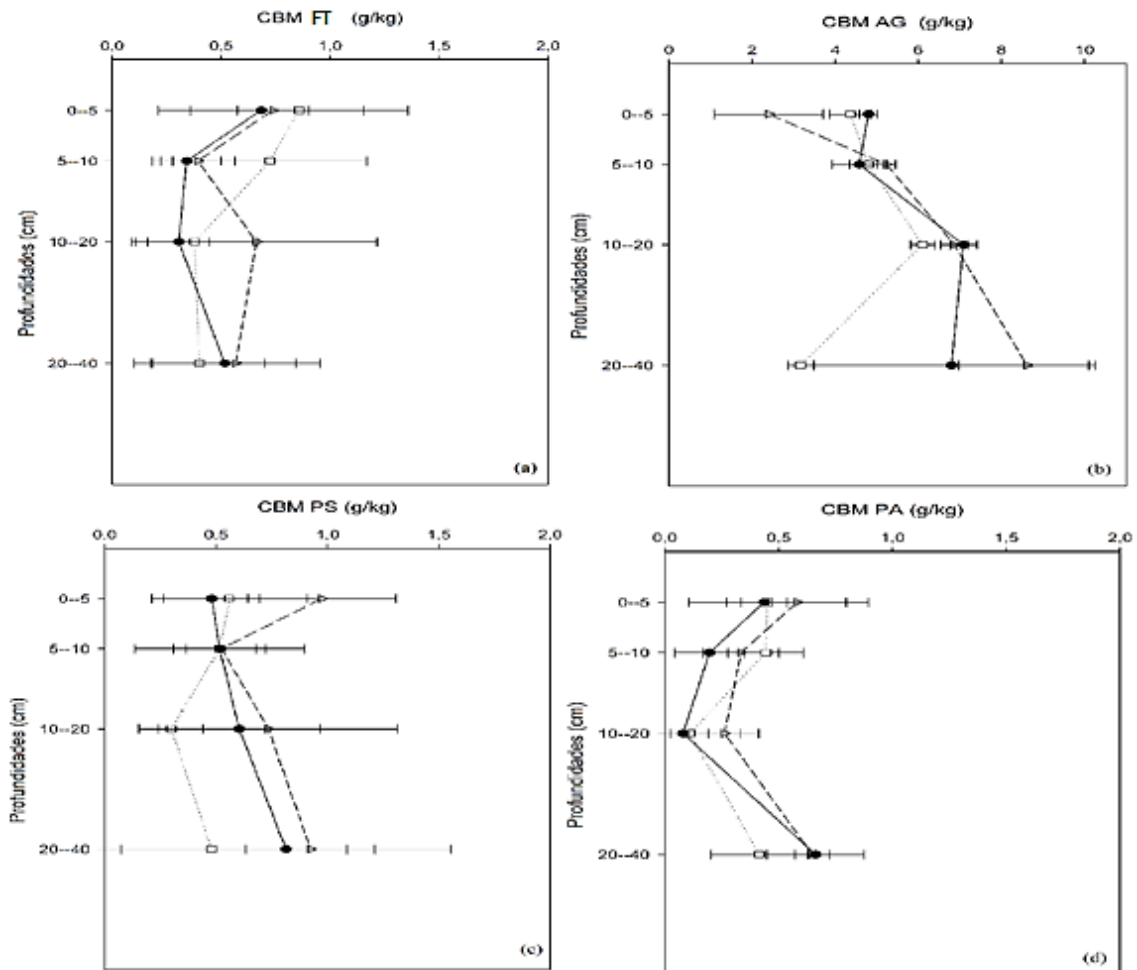
Na profundidade de 0-5 a maior porcentagem de CBM foi verificado no PS (4-2 mm: 48,38 %) (Tabela 4). Para esta profundidade a classe de agregado com maior proporção de CBM foi a 2-0,250 mm e a menor proporção foi verificada na classe <0,250 mm.

Na profundidade de 5-10 cm a classe que participou com maior proporção de CBM nos sistemas avaliado foi a <0,250 mm e a menor proporção foi verificado na classe 4-2 mm. A maior proporção nesta profundidade foi verificado na PA na classe <0,250 mm (60, 95 %).



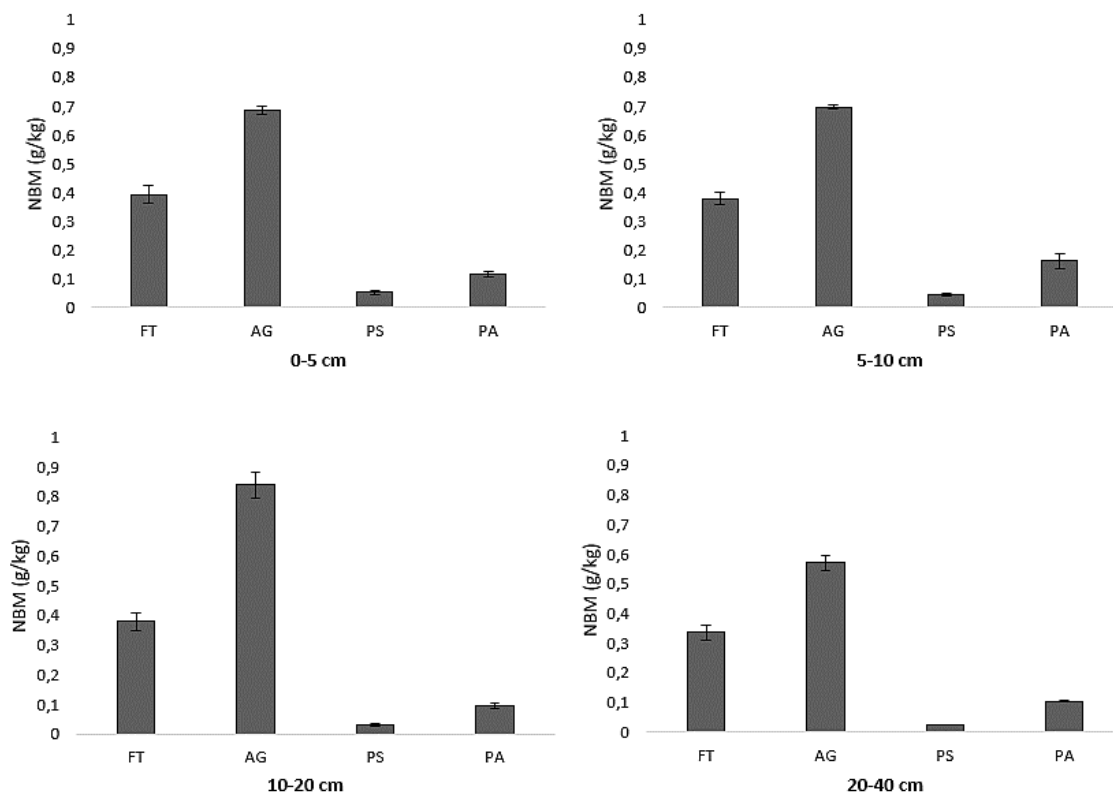
Para a profundidade de 10-20 cm, as classes 4-2 mm e 0,250 mm apresentaram as maiores proporções de CBM. O sistema que teve a maior contribuição da classe 4-2 mm foi o PA (58,06 %), sendo esta a maior proporção registrada.

Na profundidade de 10-20 cm a classe com a maior proporção foi a 4-2 mm. A maior contribuição desta classe foi verificada no sistema AG (46,38 %).



**Figura 18.** Valores médios de CBM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema Agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados:  $\blacktriangleright$ : 4-2 mm,  $\square$ : 2-0,250 mm,  $\bullet$ : <0,250 mm.. As barras horizontais indicam o desvio padrão.

A figura 19 apresenta os valores médio NBM em cada profundidade. Maiores valores foram verificados no sistema AG na profundidade de 10-20 cm (0,84 g/kg), este sistema apresentou tendência de queda dos teores com a profundidade exceto na profundidade de 10-20 cm. Os menores valores foram verificados no PS para todas as profundidades.



**Figura 19.** Valores médios de NBM em diferentes sistemas de manejo e profundidades. As barras verticais indicam o desvio padrão das médias amostrais. FT: floresta; AG: sistema agroflorestral; PS: café pleno sol; PA: pastagem.

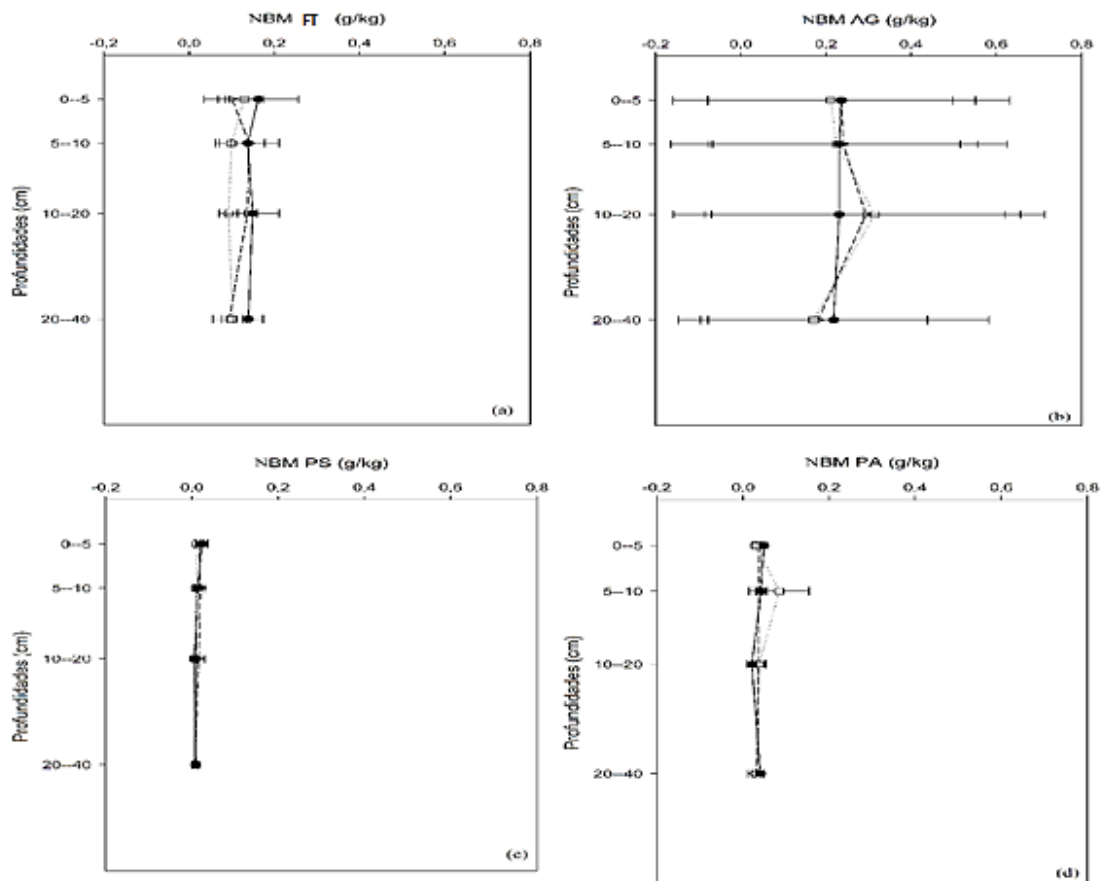
Os valores de Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM) é apresentado na figura 20. Os maiores valores de NBM foram encontrados no sistema AG, seguidos pela FT. O PS apresentou os menores valores, ficando próximos dos valores obtidos pela pastagem.

As classes 4-2 mm e < 0,250 mm apresentaram valores mais elevados na FT e AG. Nos sistemas PS e PA não se notou diferença com valores próximos a 0 g/kg. O sistema AG apresentou os maiores desvios em relação as médias amostrais em todas as profundidades

Na profundidade de 0-5 cm a classe que apresentou maior porcentagem de NBM foi a <0,250 mm (Tabela 4). A maior contribuição nesta classe foi verificado no sistema PS (45,69%). Maior porcentagem para a profundidade de 5-10 cm foi verificado na classe 4-2 mm, exceto para o sistema PA que apresentou valores superiores na classe 2-0,250 mm (51,73 %).

Para a profundidade de 10-20 cm a classe 4-2 mm apresentou maior porcentagem de NBM em relação ao teor total no solo para esta profundidade. Nesta classe a maior contribuição foi verificado no sistema PS (53,62 %).

Na profundidade de 20-40 cm maior porcentagem de NBM foi obtida pela classe  $< 0,250$  mm. Nesta classe a maior contribuição foi verificada no sistema AG (41,55 %).



**Figura 20.** Valores médios de NBM nos diferentes sistemas de manejo. FT: floresta (a), AG: sistema agroflorestal (b), PS: café a pleno sol (c), PA: pastagem (d), em diferentes profundidades e três classes de agregados:  $\triangle$ : 4-2 mm,  $\square$ : 2-0,250 mm,  $\bullet$ :  $<0,250$  mm.. As barras horizontais indicam médias amostrais seguidas de desvio padrão.

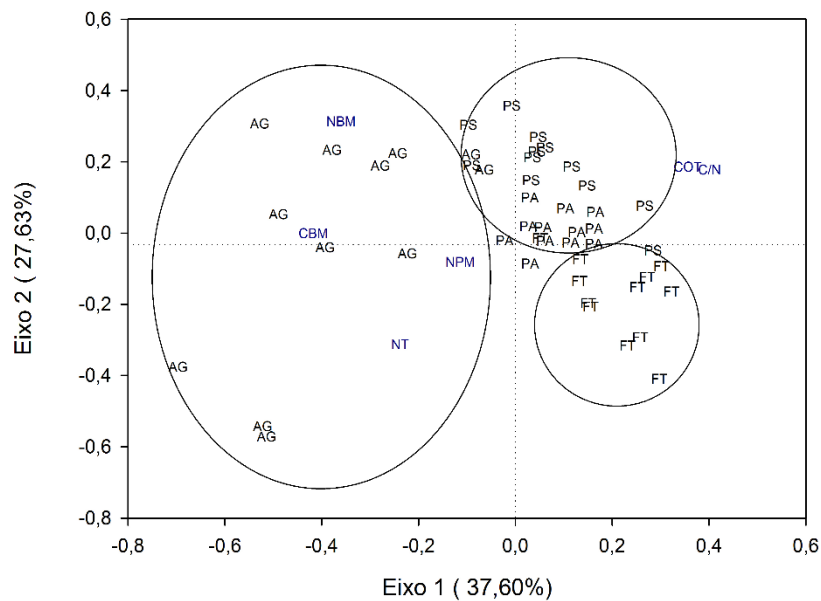
Foram avaliados os agrupamento entre os sistemas, por meio da análise de coordenadas principais.

As coordenadas principais Eixo 1 e Eixo 2 explicam as variações das áreas representadas em função das variáveis selecionadas e sua probabilidade. Foi verificada a formação de grupos que se separam em função das variáveis COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM em todas as profundidades. Para a profundidade de 0-5 cm (Figura 21), houve agrupamento para os sistemas PS, PA, sendo sua similaridade proveniente das varáveis NT, CBM e NBM. Nota-se a separação da FT e o sistema AG em relação

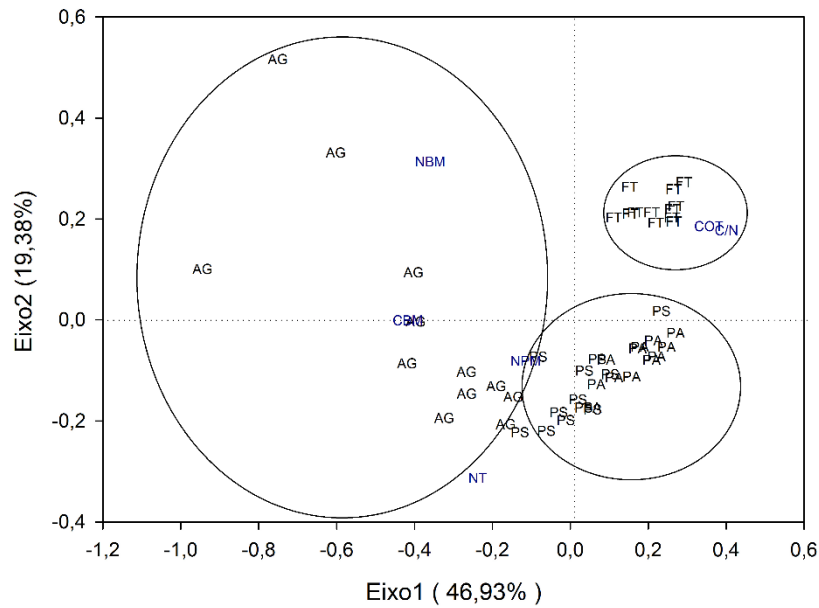
aos outros sistemas. O sistema AG foi o que mostrou maior heterogeneidade internamente e em relação aos outros sistemas.

Na profundidade de 5-10 (Figura 22), o mesmo padrão de agrupamento observado na profundidade 0-5 cm se repete, com a proximidade dos sistemas PS, PA, para as variáveis COT, relação C/N e NBM. O sistema AG se aproximou da PA e do PS, devido as variáveis NPM e NT. O AG internamente foi que apresentou maior dispersão em relação as variáveis e aos sistemas. As variáveis NPM, CBM e NBM, levaram o sistema AG a se diferenciar dos demais. Na FT as variáveis COT e C/N foram responsáveis pelo afastamento em relação aos demais sistemas.

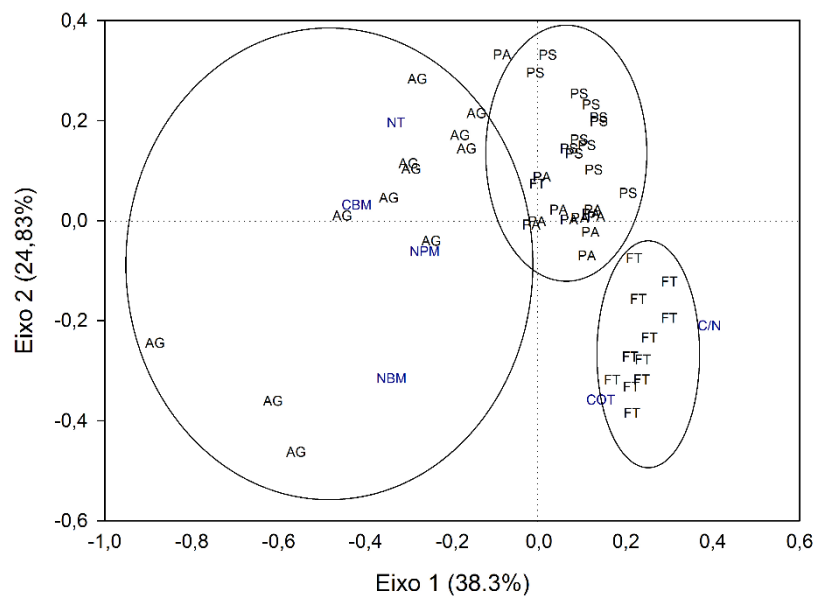
Na profundidade de 10-20 cm (Figura 23), o PS e PA se aproximaram pelas variáveis COT, relação C/N, NT e CBM. O sistema AG se afastou dos demais sistemas por consequência dos fatores NT, NPM, CBM e NBM. O mesmo afastamento foi notado na FT, devido as variáveis C/N e COT.



**Figura 21.** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (0-5 cm) nos sistemas de manejo.

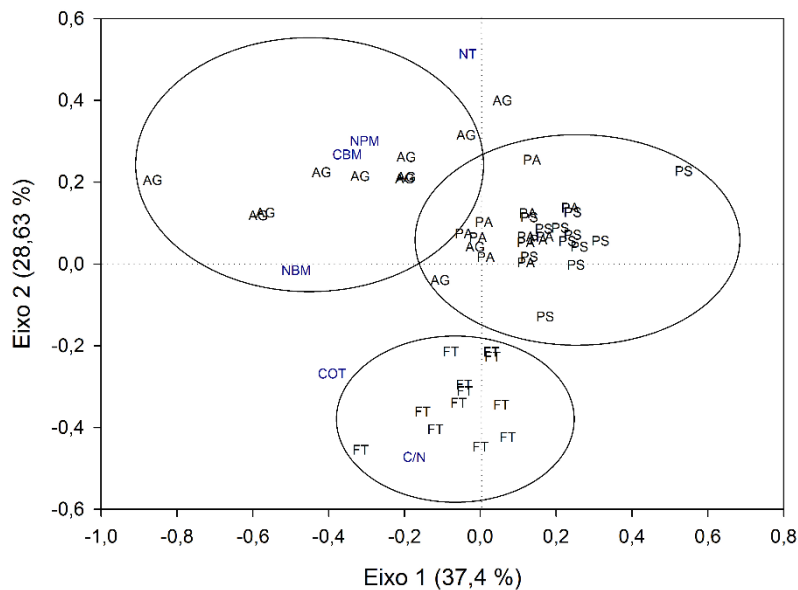


**Figura 22.** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (5-10 cm) nos sistemas de manejo.



**Figura 23.** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (10-20 cm) nos sistemas de manejo.

A figura 24 apresenta a formação de grupos na profundidade de 20-40 cm. Nesta camada houve proximidade entre o sistema PA e PS para as variáveis NT, NPM e CBM. A FT foi o sistema que apresentou maior afastamento em relação aos demais sistemas, devido as variáveis COT e relação C/N. Houve afastamento também no sistema AG por influência das variáveis NT, NPM, CBM e NBM.



**Figura 24.** Análise de coordenadas principais (Eixo1 e Eixo2) utilizando dados médios das COT, NT, Relação C/N, NPM, CBM e NBM na profundidade de coleta (20-40 cm) nos sistemas de manejo.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Estabilidade de agregados

A maior porcentagem de agregados na classe de 4- 2 mm na FT, e a maior presença de macroagregados no sistema agroecológico pode ser explicado de acordo com Beutler et al. (2001), segundo estes autores os sistemas que priorizam a menor perturbação ao solo tendem a aumentar a porcentagem de agregados retidos na classe > 2,00 mm. Estes resultados corroboram com os encontrados por Guimarães (2012), em que, a mata primária apresentou maiores proporções de agregados >2 mm, em comparação com o café orgânico e o café convencional. Houve uma predominância de agregados com diâmetro superior a 0,250 mm em todos os sistemas avaliados destacando-se o sistema AG com 86,63 % e o PS com 65,29 % na profundidade de 0-5 cm, FT com 89% na profundidade de 5-10 cm, e o PS com 44% na profundidade 20-40 cm. De acordo com Haynes e Beare (1997), isso se deve à ação mecânica decorrente do crescimento e funcionamento das raízes, dos microrganismos e da fauna do solo, proporcionando o agrupamento dos microagregados, o que resulta na formação de macroagregados.

Os resultados de estabilidade dos agregados demonstraram a influência do sistema de manejo sobre a estruturação do solo. Vários estudos comprovaram essa

influência, o sistema de cultivo tem influência direta sobre o teor de MOS, e isso tem sido evidenciado por vários pesquisadores (ANDERS et al., 2010; FERNANDEZ et al., 2010; HUANG et al., 2010).

Maiores valores de IEA encontrados na FT estão de acordo com os encontrados por Lacerda et al. (2005), para mata em relação ao sistema de cultivo convencional. Menores valores encontrados no sistema AG vai de contramão a maior estabilidade evidenciada pelo DMP. Segundo Mendes et al. (2010), o IEA apresentaram seu maiores valores no SAF, em comparação com o sistema de pastagem degradada. Como o IEA denota uma medida de agregação total do solo e não considera a distribuição por classe, como descrito por Wendling et al. (2005), poderá ser uma medida menos sensível que os demais índices em mostrar modificações provocadas na estabilidade dos agregados pelos diferentes sistemas de manejo.

Os maiores valores do desvio padrão para o IEA nos sistema PS e FT na profundidade de 5-10, demonstra que nestes sistemas houve uma grande variação dentro desta profundidade, e que alguns fatores podem ter interferido na estabilidade dos agregados, como teor de C e N. O AG e PA obtiveram valores próximos a média o que torna os seus dados mais homogêneos.

Os maiores índices de DMP relacionam-se a maior proporção de agregados 4-2 mm. Resultado semelhante foi relado por Carvalho et al. (2004), em que SAF apresentou índice DMP de 2,66, superior ao determinado para o PS (2,39). A influência da profundidade nos índices de estabilidade dos agregados do solo foi verificado por Castro Filho et al, (1998), avaliando parâmetros de agregação para os sistemas de manejo, na camada de 0-10 cm, verificaram, para os sistemas com predominância de maior aporte orgânico, aumento relativo de 74% para o DMP, de 70% para o DMG e de 10,4% para o IEA em relação ao preparo convencional. Segundo Guimarães (2012), O café sob sistema orgânico apresentou em relação ao cultivo convencional maiores valores de DMG e DMP.

Resultados que corroboram com os obtidos por este estudo foram obtidos por Thomazini et al. (2013b), em que maiores valores de DMG e DMP foram verificados nos SAFs na região sul do Espírito Santo. Os maiores valores de DMP e DMG em sistemas onde há predomínio de aporte orgânico (FT e AG), evidenciam a relação entre o processo de estabilização dos agregados e o teor de MO.

No sistema AG, devido à grande quantidade de restos vegetais em diferentes estágios de decomposição, e pela maior atividade microbiana (Figura 11 e 13) em

relação ao PS, houve maior estabilidade dos agregados neste sistema. Estes resultados demonstram o efeito benéfico que o sistema AG, proporcionando maiores teores de C no solo, que atua como agente cimentante, promovendo a formação de agregados estáveis (LOSS, 2009).

Segundo Wendling et al. (2005) a MO é um dos principais agentes de formação e estabilidade de agregados, e a diminuição no seu conteúdo é uma das principais causas da deterioração da estrutura do solo. De acordo com Moraes (2009), os SAFs devido a sua maior diversidade vegetal, ocorre maior desenvolvimento do sistema radicular, com maior exploração do solo e liberação de exsudatos. Dessa forma, tem-se um ambiente favorável à agregação com posterior formação de agregados de maior tamanho.

Menores valores observados no café a pleno solo (PS) para DMG, DMP por via seca e úmida evidencia a influência do manejo convencional na redução da estabilidade de agregado do solo. Segundo Brinate et al. (2008), o menor aporte orgânico nas lavouras de café da região do Caparaó-ES é de grande frequência devido ao alto índice de capinas, que reduz a proteção do solo e remove parte da matéria fresca sobre o solo, o que acarreta redução nos parâmetros de estabilidade.

O sistema AG e a FT obtiveram maiores variações dos dados em relação à média, isso foi evidenciado através dos valores do desvio padrão. Essa variação está relacionada com a variação populacional de microrganismo o que afeta os teores de C e N no solo afetando a agregação. Por outro lado a PA apresentou menores variações, o que indica que este sistema de uso possui condições equilibradas para a formação de agregados em todas as profundidades.

Os índices de estabilidade via úmida indica a resistência do solo ao impacto da gota da chuva (RUIZ, 2004). Diante disso e dos resultados obtidos neste estudo (IEA, DMG e DMP) a FT é o sistema com menor probabilidade de sofrer erosão mediante a ação da chuva. O sistema que apresenta risco de sofrer erosão hídrica é o PS.

#### **4.2 COT, N Total, Relação C/N e NPM**

Valores similares ao deste estudo foram encontrados por Thomazini (2013a) para COT e N total em diferentes manejos no sul do território do Caparaó ES, em que o SAF apresentou médias superiores em todas as camadas em comparação com o sistema PS. Oliveira Junior et al. (2008) estudando diferentes sistemas de manejo de cafezais, observou tendência de redução dos teores de COT com aumento da profundidade.



Perez-Marin et al. (2004), relataram que os SAFs com cafeeiro podem aumentar o teor de COT na linha de plantio em 18%, 28%, 31%, respectivamente, para as profundidades 0-5, 5-15, 15-30 cm em relação ao sistema de cultivo convencional a pleno sol. Segundo Matos et al. (2011), o constante aporte de material orgânico associado com a diversidade de espécies cultivadas e espontâneas aproxima os SAFs dos sistemas naturais com maior potencial em armazenar C e N no solo do que sistemas de cultivo a pleno sol.

Maia et al. (2008), estudando a influência de diferentes sistemas de manejo do solo no teor de N, observaram maiores teores de N total em SAFs e menores valores no sistema de cultivo convencional. Menores valores encontrados no sistema PS está de acordo o encontrado por Fontana et al. (2011), o qual avaliando o comportamento da MO em diferentes sistemas de manejo constatou que o café a pleno sol apresentou redução nos teores de COT devido à redução da quantidade de resíduos orgânicos aportados sobre o solo. Segundo Guimarães (2013), os maiores teores de N total em sistemas orgânicos se devem ao maior aporte de MO, uma vez que 90% do N do solo está presente na fração orgânica. A semelhança dos resultados do sistema AG em relação a FT foi devido a elevada produção de matéria orgânica, e conseqüentemente aumento nos teores de COT.

Segundo Sanchez et al. (1989), a quantidade de material vegetal aportado por determinado agrossistema pode, em alguns casos, superar a de sistemas naturais como a FT. Segundo Passos et al. (2007), os agregados do solo de milho cultivado a 30 ano sob plantio direto em solo do cerrado, apresentaram teores de COT superiores (30,58 g/kg) aos do solo sob vegetação natural (28,76 g/kg). Os menores valores de COT encontrados no PS está de acordo com os valores encontrados por Thomazini (2013a), até a profundidade de 20 cm o sistema PS apresentou valores inferiores para COT quando comparado com o SAFS.

Thomazini et al. (2013a), observaram que o sistema convencional de café possibilitou a maior perda de nutrientes e solo pela desagregação e o transporte do solo por salpicamento das partículas provocado pelo impacto das gotas de chuva.

O tipo de manejo do solo adotado influencia a quantidade, qualidade e a distribuição do C orgânico em sistemas agrícolas (PEZARICO et al., 2013). Maiores teores de C e N encontrados na camada superficial de 0-5 cm, está de acordo com o aporte orgânico da biomassa aérea. Maia et al. (2008), também encontraram maiores teores de N Total, na camada de 0-6 cm, decrescendo com o aumento da profundidade

do solo em todos os agrossistemas estudados. Maiores teores de C e N nas camadas superficiais estão relacionados ao maior teor de MO que contribui para maior proteção do solo a processos erosivos. Segundo Volk et al., (2004), a erosão é um fenômeno que inicia na superfície do solo, onde a cobertura do solo por restos culturais e os métodos de preparo do solo desempenham papel primordial na prevenção destes fenômenos.

Os maiores valores da relação C/N encontrados na FT, pode ser decorrente da condição menos oxidativa ou da baixa taxa de decomposição do material aportado, em função do alto teor de lignina e compostos fenólicos das suas estruturas. Segundo Mendonça e Stott (2003), a qualidade química do material aportado interfere na sua taxa de decomposição. Em contrapartida a menor relação C/N pode ter sido influenciada pela adução e calagem realizadas nos demais sistemas pelo produtor. Segundo Mendonça e Loures (1995), O pH do solo influencia na velocidade de decomposição da matéria orgânica. A maioria dos microrganismos do solo tem seu pH ótimo de atuação, em torno da neutralização.

A correção do pH do solo pela técnica da calagem favorece a atividade microbiana e acelera a decomposição da matéria orgânica (LOPES, 1977).

Portanto a relação entre o material recalcitrante e lábil presente na fitomassa aportada é que determina a taxa de decomposição do material, reduzindo ou aumentando o acúmulo de C no solo e alterando os valores da relação C/N.

Valores semelhantes foram encontrados por Loss et al. (2011), em área de cerrado nativo com valores variando de 13 a 18. Os resultados obtidos estão entre 8,43 a 16,40, evidenciando uma maior mineralização do N nos sistemas avaliados. Segundo Kiehl (1985), a relação C/N acima de 30 indica o predomínio de imobilização, entre 20 e 30 ocorre equilíbrio entre imobilização e mineralização e menor que 20 há predomínio de mineralização do N. Diante disso, o sistema AG apresentou maior mineralização de N, sendo as classes de 4-2 (8,43) e <0,250 mm (8,44) na profundidade de 10-20 cm as mais responsáveis por este aumento.

Os valores de NPM foram maiores no sistema AG, na profundidade de 0-5 cm na classe <0,250 mm. Segundo Passos et al. (2007), as maiores proporções de NPM encontradas nesta classe atribui-se às maiores reservas orgânicas presentes nos agregados menores, as quais estão associadas principalmente à fração argila. Comportamento semelhante foi verificado por Christensen e Olesen (1998), no qual com o aumento da taxa de mineralização de N houve diminuição do tamanho das partículas. Sousa e Melo (2000), verificaram valores superiores de NPM, de forma

geral, na camada de 0-5 cm para o sistema de plantio direto. A tendência de redução dos valores de NPM com a profundidade está de acordo com os resultados encontrados por Salcedo et al. (1985) e Alves et al. (1999), que verificaram redução do NPM das camadas superficiais para as mais profundas. O sistema de manejo do solo influenciou a quantidade de NPM principalmente na camada de 0-5 cm, devido ao grande acúmulo de material orgânico na superfície do solo e menor revolvimento. Os resultados encontrados corroboram com o estudo realizado por Vargas et al. (2005), em que os sistemas de manejo modificaram significativamente a quantidade de NPM na camada de 0-5 cm. Passos et al. (2007), trabalhando com solos sob vegetação natural do cerrado, observaram maiores teores de NPM nos agregados, na profundidade de 5 a 10 cm. A mineralização do N, é influenciada por vários fatores, sendo a labilidade e recalcitrância da MO um dos mais importantes, uma vez que as formas recém adicionadas de N orgânico e as recém-imobilizadas são rapidamente convertidas nas formas presentes na MOS (ZECH et al., 1997).

O manejo conservacionista tem a capacidade de melhorar as características físicas e químicas do solo, como estrutura, temperatura, umidade, acidez/alcalinidade e fertilidade, todos estes fatores interferem na cinética de mineralização do N orgânico (ZECH et al., 1997; GONÇALVES et al., 2001). Em contrapartida, o café a pleno sol (PS) apresentou ao longo do perfil, menores valores de NPM.

Segundo Passos et al. (2007), em alguns sistemas de cultivo convencional há um grande aporte de material vegetal, porém uma baixa atividade microbiana, isso pode estar relacionado a menor proporção de constituintes lábeis nesses sistemas, o que ocasiona a redução dos teores de NPM.

Os maiores valores da relação NPM/NT foram verificados no AG, e isso se deve a maior mineralização da fração lábel da MO neste sistema, o que contribui para tornar o N prontamente disponível para as plantas. Passos et al. (2007), avaliando nitrogênio em agregados de um latossolo vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais, constatou que maiores valores foram verificados no resíduo com maior recalcitrância. O menor desvio padrão na PA mostra a distribuição homogênea, e deposição de material orgânica do sistema radicular ao longo do perfil do solo, o que contribui para menor variações de seus valores. O maiores valores encontrados nas camadas superficiais na FT e AG, podem ser devido a variação da atividade microbiana e diferença do material aportado nestas camadas.

O nitrogênio potencialmente mineralizável (NPM) corresponde à fração do N que pode ser prontamente absorvida pelas plantas a partir da mineralização das reservas da matéria orgânica, identificada também como a fração lábil.

Todos os valores obtidos para COT, N total, relação C/N, Relação NT/NPM e NPM apresentaram o mesmo padrão, com maiores teores encontrados nas classes 4-2 e < 0,250 mm ao longo do perfil do solo e nos diferentes sistema de manejo.

Alguns autores observaram maiores teores de COT em classes > 2 mm (PERIN et al., 2002). Teores mais elevados encontrados nas classes menores de agregados estão de acordo com resultados encontrados por Passos et al. (2007), que observaram aumento nos teores de C e N com a redução do tamanho dos agregados no solo, relacionando estes resultados pela associação da fração argila com o C e N do solo, visto que os agregados de menor diâmetro apresentam maior teor de argila. Resultado semelhante foi encontrado por Christensen e Olesen (1998), que verificaram aumento na taxa de mineralização do N com a diminuição do tamanho das partículas (argila> silte>areia). Os maiores valores de desvio padrão na classe de 4-2 mm, se deve ao maior acúmulo de MO em diferentes estados de decomposição nesta classe. As profundidades iniciais apresentaram maiores valores dos desvio, isso se deve ao constante acúmulo de MO e a alta ciclagem de nutrientes nesta profundidade.

De acordo com Bayer (1996), a redução na taxa de decomposição da MO com a redução do tamanho da partícula e o aumento da interação do minerais de argilas aumenta a importância da proteção química e estrutural na preservação da MO.

### **4.3 Biomassa Microbiana**

Os maiores teores de CBM e NBM no sistema AG podem estar relacionado a melhor qualidade da serapilheira. Segundo Mendonça e Silva (2001), uma vez que a MOS constitui-se na fonte energética dos organismos, além da quantidade, comumente alterada pelas práticas de manejo, a qualidade do material orgânico adicionado, influenciada pelas diversas espécies que compõem o sistema, terá forte influência no tamanho da população e na atividade dos organismos do solo, de modo a influenciar diferentemente a ciclagem dos nutrientes no solo.

Segundo Thomazini (2013a), maiores médias anuais para BM foram verificadas na FT (232,71 mg/kg) e SAF (189,22 mg/kg). Os resultados deste estudo corroboram com valores encontrados por Iwata (2010), que avaliando diferentes sistemas de manejo do solo obtiveram maiores valores para CBM e NBM nos SAFs e floresta nativa na profundidade de 0-5 cm. Segundo Guenet et al. (2012), a entrada de matéria orgânica fresca pode induzir um crescimento microbiano e, portanto, aumentar a produção de enzimas que conduzem uma aceleração da mineralização da MO, o que explica os maiores valores de C e N microbiano no sistema AG.

Segundo Jiang et al. (2011) a biomassa microbiana encontra-se concentrada principalmente dentro de macroagregados, sendo que o preparo convencional do solo leva, em média, à diminuição de 67% destes macroagregados. Isso pode explicar valores maiores de CBM e NBM na classe 4-2 mm. O maior teor de NBM em sistemas como PS pode ser indicativo do esgotamento de N, pela mineralização desse elemento para atender a necessidade da cultura.

O sistema AG foi o que mais se diferenciou. As variáveis que mais influenciaram neste distanciamento foram o conteúdo de C e N da BM e NPM. Sistemas agroflorestais devido a sua capacidade de reduzir a temperatura do solo e aumentar a disponibilidade de água pela adição de resíduos vegetais no solo, proporcionam a formação de microclima pela presença de componentes arbóreos (NAIR et al., 2008), este fator pode ter favorecido o desenvolvimento de microrganismos do solo e posterior aumento da taxa de mineralização de N.

A maior diversidade de espécies adotada no sistema AG, proporcionou uma exploração variada de seus sistemas radiculares em diferentes profundidades, contribuindo para acúmulo de material orgânico com diferentes níveis de recalcitrâncias. Isso deve ter favorecido a maior ciclagem de nutrientes no sistema AG.

## **5 CONCLUSÕES**

Os sistemas de manejo interferiram no teor de C e N do solo. O sistema agroecológico obteve os teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, CBM, NBM e NPM mais próximos aos da mata.

As camadas superficiais apresentaram maiores valores de C e N, havendo queda nos teores com as profundidades.

As classes 4-2 mm e < 0,250 mm apresentaram maiores porcentagens de C e N nas diferentes profundidades estudadas.

Os índices de estabilidade de agregados evidenciaram a maior estruturação dos solos dos sistemas FT e AG e seu menor risco de sofrer erosão.

O sistema Agroflorestal por apresentar maior acúmulo de MO, proporcionou maiores acúmulos das diferentes formas de C e N em relação a Pastagem e o café a pleno sol, ficando próximo a floresta. A pastagem apresentou valores de C e N mais homogêneos ao longo do perfil do solo em comparação com os demais sistemas.

Com bases nos resultados obtidos e no intuito de elucidá-los, sugere-se que análise físico e química seja feita em cada classe de agregado e profundidade do solo, como prosseguimento de trabalhos futuros.

## 6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. G.; DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; BRAIDA, J. A.; VIANA, J. H. M.; REICHERT, J. M. M.; OLIVEIRA, L. B.; CEDDIA, M. B.; WADT, P. G. S.; FERNANDES, R. B. A.; PASSOS, R. R.; DECHEN, S. C. F.; KLEIN, V. A.; TEIXEIRA, W. G. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. Comunicado técnico nº 66, Rio de Janeiro, dezembro de 2012.

ALVES, G.D.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. & SILVA, V.M. Potencial de mineralização de N e de C em vinte solos de Pernambuco. **R. Bras. Ci. Solo**, 23:245-256, 1999.

ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils. **Soil Sci.**, 130:211-216, 1980.

ANDERS, M.M.; BECK, P.A.; WATKINS, B.K.; GUNTER, S.A.; LUSBY, K.S. & HUBBELL, D.S. Soil aggregates and their associated carbon and nitrogen content in winter annual pastures. **Soil Water Manag. Conserv.** 74:1339-1347, 2010.

BARBERA-CASTILLO, N.M. **Diversidad de especies de hormigas en sistemas agroforestales contrastantes de café, em Turrialba, Costa Rica**. 2001. 99p. Dissertação (Mestrado) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 241p. (Tese de Doutorado).

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.155-163, 2004

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Agregação de Latossolo Vermelho distrófico típico relacionada com o

manejo na região dos cerrados no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.129- 36, 2001.

BEUTLER J. F.; BERTOL I.; VEIGA M.; WILDNER L. P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho Alumino férrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 509-517, 2003.

BRINATE, S. V. B.; NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, L. D; TOMAZ, M. A.; ANDRADE, F. V; PASSOS, R.R. Avaliação dos atributos físicos de solos sob cultivo de café na microrregião do caparaó ES. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR-II INICJR, 2008, São José dos Campos. Resumos expandidos... São José dos Campos, 2008, v. 1. p. 12-16.

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENDINSON, D. S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.14, p.319-326, 1982.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v.124, p.3-23, 2005.

CARVALHO, R.; GOEDERT, J.W.; 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 num 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.

CHRISTENSEN, B.T. & OLESEN, J.E. Nitrogen mineralization potential of organomineral size separates from soils with annual straw incorporation. **Eur. J. Soil Sci.**, 49:25-36, 1998.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.323-332, 2008.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.



ESPÍRITO SANTO (Estado) secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba-Novo Pedeag 2007-2025** – região do Caparaó. Vitória, 284p. 2008.

FERNÁNDEZ, R.; QUIROGA, A.; ZORATI, C. & NOELLEMAYER, E. Carbon contents and respiration rates of aggregate size fractions under no-till and conventional tillage. **Soil Tillage Res.**, 109:103-109, 2010.

FONTANA, A. et al. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 545-550, jul./set. 2011.

FRANCO, Fernando Silveira ; COUTO, Laércio ; CARVALHO, Anôr Fiorini ; JUCKSCH, Ivo ; FERNANDES FILHO, Elpídio Inácio ; SILVA, Elias ; MEIRA NETO, João Augusto Alves . Quantificação de Erosão em Sistemas Agroflorestais e Convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 26, n.6, p. 751-760, 2002.

GUIMARÃES, G. P. **Impactos de sistemas de manejo do cafeeiro sobre a matéria orgânica e atributos físicos do solo no território do Caparaó-ES**. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2012.

GUIMARÃES, G. P. MENDONÇA, E. S.; PASSOS, R. R.; VAZ, F. A.; VENTURA, M. Avaliação da qualidade do solo e de cafeeiros em propriedade familiar do Território do Caparaó-ES. **Rev. Bras. de Agroecologia**. 8(3): 236-246 (2013).

GUENET, B., EGLIN, T., VASILYEVA, N., PEYLIN, P., CIAIS, P., AND CHENU, C.: The relative importance of decomposition and transport mechanisms in accounting for C profiles, *Biogeosciences Discuss.*, 9, 14145-14173, doi:10.5194/bgd-9-14145-2012, 2012.

GONÇALVES, J.L.M.; MENDES, K.C.F.S. & SASAKI, C.M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do Estado de São Paulo. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:601-616, 2001.

HAYNES, R.J. & BEARE, M.H. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. **Soil Biol. Biochem.**, 29:1647-1653, 1997  
HUANG, L.; WANG, C.Y.; TAN, W.F.; HU, H.Q.; CAI, C.F. & WANG, M.K. Distribution of organic matter in aggregates of eroded Ultisols, Central China. **Soil Tillage Res.**, 108:59- 67, 2010.

IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; CAMPOS, L. P.; ARAÚJO, A. S.; F.; COSTA, C. N. **Dinamica Sazonal do Carbono organico total e da Biomassa Microbiana em Sistemas Agroflorestais e Agricultura de Corte e Queima no Cerrado Piauiense.** XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XIII Reuniao Brasileira sobre Micorrizas, XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, VIII Reuniao Brasileira de Biologia do Solo Guarapari - ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010. Centro de Convenções do SESC.

ISLAM, K. R. & WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial carbon. **Biology and Fert. Soil.** V.27, p.408-416, 1998.

JIANG, X.; WRIGHT, A.L.; WANG, X.; LIANG, F. Tillage-induced changes in fungal and bacterial biomass associated with soil aggregates: A long-term field study in a subtropical rice soil in China. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 48, p. 168–173, 2011.

KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. **Madison, American Society of Agronomy**, 1965. p.449-510.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985. 492p.

LACERDA, N. B., ZERO, V M., BARILLI, J, MORAES, MA H., BICUDO, S. J. Efeito de sistemas de manejo na estabilidade de agregados de um nitossolo vermelho. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.686-695, set./dez. 2005.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, v. 123, n. 1-2, p. 1–22, 2004.

LANI, J. L.; REZENDE, S. B de ; REZENDE, M. Estratificação de ambientes com base nas classes de solos e outros atributos na Bacia do rio Itapemirim, Espírito Santo. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 48, n.276, p. 239-262, 2001.

LOPES, D.N. **Influência do calcário, fósforo e micronutrientes na mineralização da matéria orgânica e características físico-químicas de material de três solos de Altamira (Pará).** Viçosa, Imprensa Universitária (Tese M.S.), 1977. 104 p

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; FERREIRA, E. P.; SILVA, E. M. R.; BEUTLER, S. J. Distribuição dos agregados e carbono orgânico influenciados por

manejos agroecológicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 31, n. 3, p. 523-528, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMI, S. G.; PERIN, A.; DOS ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.46, n.10, p.1269-1276, out. 2011.

MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S. e ARAÚJO FILHO, J.A. Frações de nitrogênio em luvisolo sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:381-392, 2008.

MATOS, E. D. S.; MENDONÇA, E. S.; CARDOSO, I. M.; LIMA, P.C.; FREESE, D. Decomposition and nutrient release of leguminous plants in coffee agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35, 141 –149, 2011.

MENDES, L. B.; MENDONÇA, K. H.; GONÇALVES, R. P.; ALMEIDA, G. Q. E.; FREITAS, I, C.; CORRECHEL, V. **Avaliação de indicadores de qualidade do solo em sistema agroflorestal e em pastagem degradada**. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (Iniciação Científica), Universidade Federal de Goiás, 2010. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pivic/trabalhos/LEONA000.PDF> . Acesso em 08 de janeiro de 2015.

MENDONÇA, E. S.; LOURES, G.E. **Matéria orgânica do solo**. Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, p.24-15, 1995.

MENDONÇA, E. S.; SILVA, A. C.; MEDEIROS, M. L.; FONTES, M. P. F. Carbono orgânico extraído por soluciones salinas y su relación con otras formas de carbono de suelos tropicales. **Agrociencia (Montecillo)**, v. 35, n.4, p. 397-406, 2001.

MENDONÇA, E. S.; STOTT, D. E. characteristic and decomposition rates of pruning residues from a shared coffee system in southeast Brazil. **Agroforestry Systems**, v 57, n. 2, p. 117-125, 2003.

MORAES, A. G. L.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E.M. R. Distribuição dos Agregados e Diâmetro Médio Ponderado Avaliados em Diferentes Sistemas de Produção Orgânica. **Rev. Bras. de Agroecologia**. nov. 2009 Vol. 4 No. 2

NAIR, P.K.R.; GORDON, A.M.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. Agroforestry. In: Jorgensen SE, Fath BD (eds) **Encyclopedia of ecology**, vol 1. Elsevier, Oxford, pp 101 –110, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. C.; SILVA, C. A.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G.; RANGEL, O, J. P. Indicadores químicos de qualidade da matéria orgânica de solo da sub-bacia do Rio das Mortes sob manejos diferenciais de cafeeiro. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 7, 1733-1737, 2008

PASSO, R. R.; RUIA, H. A.; CANTARUTTI, R. B.; MENDONÇA, E. S. Carbono orgânico e nitrogênio em agregados de um latossolo vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:1109-1118, 2007.

PÉREZ-MARIN, A. M.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; COSTA, L. M. Impactos da implementação de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. **Agropecuária Técnica**, v. 25, n. 1/2, p. 25-36, 2004.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.713-720, 2002.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, 56, 40–47, 2013.

PILLAR, V.D. P.; ORLÓCI, L. On randomization testing in vegetation Science; multifactor comparisons of releve groups. **Journal of Vegetations Science**, V. 7, p. 585-592, 1996.

RAMOS, J. C. F.; FURTADO, M. J. Gestão da Propriedade: A Base Para a Sustentabilidade da Pecuária Leiteira. (2009).

RILLING, M. C.; MUMMEY, D. L. Mycorrhizas and soil struture. **New Phytologist**, v.171, p. 41-53, 2006.

RUIZ, H. A. **Métodos de análises físicas do solo**. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos. 2004.

SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. & ALVES, G.D. Mineralização do carbono e do nitrogênio em solo cultivado com cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, 9:33-38, 1985.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregado do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:11-21, 2008.

SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; SZOTT, L.T.; CUEVAS, E.; LAL, R.; FOWNES, J.H.; HENDRIX, P.; IKAWA, H.; JONES, S.; NOORDWIJK, M. van & UEHARA, G. Organic input management in tropical agroecosystems. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M. & UEHARA, G., eds. Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. Hawaii, **NifTAL Project**, 1989. p.125–152.

SCOLFORO, L; O profissional de Zootecnia no século XXI: Manejo de pastagens nas condições topográficas predominantes no sul do espírito santo. In: ALMEIDA JÚNIOR ... [et al.], [recurso eletrônico] – Alegre, ES: CAUFES, 2012. 203 p.

SILVEIRA, N. D. **Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) em la microcuenca del Río Sesesmiles**, Copán, Honduras. 2005. 141 f. Tesis (Magister Scientiae en Agroforestería Tropical)- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Turrialba, 2005.

SIQUEIRA, H.M. DE; SOUZA, P.M. de. O sistema orgânico e a cafeicultura familiar do Caparaó-ES: alternativa para a sustentabilidade socioeconômica? **Custos e @gronegocio online** - v. 8, n. 2 – Abr/Jun - 2012. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/principal.html>. Acesso em: 09 de janeiro de 2015.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J, Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 24-885-896, 2000.

THOMAZINI, A. **Matéria orgânica do solo e potencial de emissão de c-co2 em diferentes manejos e culturas agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2013a.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, H. C. A.; PINHEIRO, P. L.; MENDONÇA, E. DE SÁ. Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de manejo de café, na região sul do espírito santo. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 450-459 out./dez. 2013b.

VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; DE SÁ, E. L. S. Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional. **Cienc. Rural** vol.35 no.1 Santa Maria Jan./Feb. 2005.

VOLK, L. B. S. et al. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **R. Bras. Ci. Solo**, 28:763- 774, 2004.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. de S.; NEVES, J.C.L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.487-494, 2005.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.

YOODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.28, p.337-351, 1936.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGEMBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A. & SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, 79:117-161, 1997.