



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – CAMPUS IX
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

IVSON SAMUEL DE OLIVEIRA SOUZA

FRACIONAMENTO QUÍMICO DO CARBONO EM ÁREAS SOB DIFERENTES
USOS DO SOLO NO CERRADO DA BAHIA

BARREIRAS – BAHIA

2021

IVSON SAMUEL DE OLIVEIRA SOUZA

FRACIONAMENTO QUÍMICO DO CARBONO EM ÁREAS SOB DIFERENTES
USOS DO SOLO NO CERRADO DA BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Estadual da Bahia – UNEB como
requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Agrônômica.

Área de atuação: Ciências do Solo

Orientador: Dr. Adilson Alves Costa

BARREIRAS – BA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema de Bibliotecas da
UNEB

S729f Souza, Ivson Samuel de Oliveira

Fracionamento químico do carbono em áreas sob diferentes usos do solo no cerrado da Bahia / Ivson Samuel de Oliveira Souza. - Barreiras, 2021.

31 fls : il.

Orientador(a): Prof. Adilson Alves Costa.

TCC (Graduação - Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2021.

1.Cerrado Baiano. 2. Solo- Ciências. 3.Matéria orgânica.

CDD: 635

IVSON SAMUEL DE OLIVEIRA SOUZA

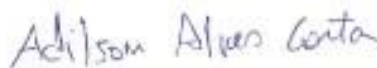
FRACIONAMENTO QUÍMICO DO CARBONO EM ÁREAS SOB DIFERENTES
USOS DO SOLO NO CERRADO DA BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Estadual da Bahia – UNEB como
requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Agrônômica.

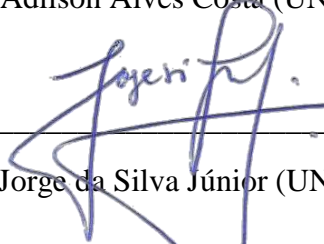
Área de atuação: Ciências do Solo

Barreiras-Bahia, 2021.

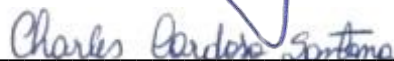
Banca Examinadora



Dr. Adilson Alves Costa (UNEB)



Dr. Jorge da Silva Júnior (UNEB)



Mr. Charles Cardoso Santana (UNEB)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ivanei Ribeiro de Souza e
Arisvaldina de Oliveira Souza.

Aos meus irmãos, André Ivo, Frankle
Gabriel e Ivan Lucas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me possibilitado chegar tão longe, pela força proporcionada ao meu ser para continuar sempre em firme, principalmente nos momentos mais difíceis.

A meus pais que sempre se preocuparam com a educação de seus filhos, por sempre nos colocar como prioridade mesmo em momentos difíceis, por nos ensinar a continuar firmemente em busca de nossos objetivos e por nos ensinar a humildade e respeito ao próximo.

Aos meus irmãos que sempre estiveram comigo em todos os momentos, felizes e tristes, mas sempre nos permanecendo unidos.

A minha parceira Jaqueline Souto pelo seu apoio, amor e por acreditar mim em todos os momentos, dando-me forças para continuar em frente.

Aos meus amigos da Ordem da Fênix, Danilo de Oliveira, Thiago Lima, Mateus da Silva, Gabriela Carvalho, Bruna Makyssine, Alícia Souza, Késia Coutinho, Silvanir Sena, Mirlla Coelho, Israel Santana, Jailma Kananda e Allícia Regina, por tudo que vivemos desde o início do curso, vocês são como irmãos para mim e nunca me esquecerei de tudo que vivemos, dos momentos de descontração, dos momentos sérios, dos momentos tristes, vocês estarão para sempre gravados no meu coração e sempre contarão com meu apoio ou minha ajuda sempre que precisarem.

A UNEB Campus IX, pela oportunidade de realização do curso e pelo contínuo esforço de fornecer o melhor ensino aos seus discentes.

Ao professor Adilson Alves Costa por ter me dado a oportunidade de realizar uma iniciação científica, pelos conselhos e auxílios fornecidos e por tratar seus alunos e orientandos com humildade e igualdade.

A equipe do SOMA, em especial a Isabella Macedo, Gabriel Ludovico, Thais Rodrigues e Érika, pela ajuda fornecida em campo e em laboratório que permitiu que eu finalizasse esta pesquisa.

EPÍGRAFE

“Se fui capaz de ver mais longe é porque
estava de pé nos ombros de gigantes”

(Isaac Newton)

RESUMO

A presente pesquisa tem o objetivo de avaliar as modificações do carbono no solo e nas substâncias húmicas em áreas sob diferentes manejos de uso no Cerrado da Bahia. O levantamento foi realizado no município de Barreiras, localizado no oeste da Bahia. Os ambientes selecionados para as avaliações constaram de: área sob cultivo agroecológico (AGR); área sob plantio convencional com banana (ABA); área sob plantio convencional com canavial (ACA) e, como referência, utilizou-se uma área sob vegetação nativa de Cerrado (ACN). Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de: 0-10 cm; 10-20 cm e; 20-30 cm, na época de seca. Foi determinado o carbono orgânico total (COT) e realizado o fracionamento químico da matéria orgânica do solo (MOS), para quantificar o carbono das frações humina (C-HUM), ácido húmico (C-FAH) e ácido fúlvico (C-FAF). Para análise utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde cada ponto de coleta foi considerado uma pseudo repetição, totalizando cinco pseudo repetições. Os métodos estatísticos utilizados foram a descritiva, técnica de correlação dos dados, teste de F e por fim o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O C-HUM constituiu a maior parte das somas das frações orgânicas, havendo correlação significativa com o COT em nos sistemas ACN, ABA e AGR. Analisando o C-FAH foi possível identificar alterações em todas as profundidades, destacando-se o ACN como o manejo de maiores teores e o ACA com os menores. Com o C-FAF o comportamento foi inverso, o manejo ACA foi o que apresentou maiores teores em todas as profundidades, mas na profundidade de 10-20 cm ABA e AGR também apresentaram teores altos. O manejo agroecológico consegue manter de forma mais estável o Carbono nas frações humina (0-10cm e 10-20cm) e húmicas (0-10cm e 20-30cm); e menos estável os fúlvicos, com maior presença na camada de 10-20cm do que nos demais sistemas.

Palavras – Chave: Humina. Ácidos Húmicos. Ácidos Fúlvicos.

ABSTRACT

Presented here is the objective to evaluate the modifications of carbon not only and its humic substances in areas about different ways of use during the period from Cerrado of Bahia. The event was carried out by Barreiras' municipality, located in the west of Bahia. The ambiences selected for assessments consist of: agro sob cultivation agroecological (AGR); area under conventional plantation with banana (ABA); area under conventional plant with canavial (ACA) and, as reference, –used-up an area under native vegetation of Cerrado (ACN). Soil samples were collected in depths of: 0-10 cm; 10-20 cm e; 20-30 cm, in dry season. It determined the total organic carbon (COT) and realized the chemical fraction of the organic matter of the solo (MOS), to quantify the carbon of the humine fractions (C-HUM), the humic acid (C-FAH) and the volatile acid (C-FAF). The delineation used was randomized and each point of the collet was considered a second repetition, totaling five pseudo-repetitions. The statistical methods used are descriptive, data correlation technique, F test and film Tukey test with 5% probability. The C-HUM constitutes the majority part of the sums of the organic fractions, having a significant correlation with the COT in our systems ACN, ABA and AGR. Analyzing the C-FAH could identify changes in all depths, referring to ACN as the majority and the ACA maneuver with minorities. With the C-FAF or reverse gear behavior, the ACA mode would present higher contents in all depths, but the depth of 10-20 cm ABA and AGR would also present high contents. The agro-ecological management has a more stable form of carbon or humine fractions (0-10cm and 10-20cm) and humic (0-10cm and 20-30cm); and less stable the fulvicos, with greater presence on the 10-20cm bed than our day systems.

Key-Words: Humine. Ácids Húmicos. Ácids Fúlvics.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1(a) – Relação Carbono das Substâncias Húmicas com o Carbono Orgânico Total -----

----- 9

FIGURA 1(b) - Relação Carbono da Humina com o Carbono Orgânico Total -----

- 10

FIGURA 1(c) - Relação Carbono dos Ácidos Húmicos com o Carbono Orgânico Total –
10

FIGURA 1(d) - Relação Carbono dos Ácidos Fúlvicos com o Carbono Orgânico Total -
- 10

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1 - Estatística descritiva dos teores e estoques de carbono e frações orgânicas em áreas sob diferentes usos do solo de Cerrado na profundidade de 0-30 cm ----- 8

TABELA 2 - Somas das frações orgânicas ($C_{FAF} + C_{FAH} + C_{HUM}$) e Relações de C-FAH/C-FAF e C-HUM/C-FAF+C-FAH) em áreas sob diferentes usos do solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm em áreas de Cerrado ----- 11

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	13
2 - REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 - Matéria orgânica do solo (MOS)	14
2.2 - Fracionamento Químico do Carbono	14
2.3 - Diferentes Usos do Solo e Frações Químicas do Carbono	15
2.4 - Influência da sazonalidade na disponibilidade de Carbono no solo	17
2.5 - Armazenamento do Carbono orgânico no Cerrado	17
3 - MATERIAL E MÉTODOS	19
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 - CONCLUSÃO	28
6 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	29
7 - ANEXOS	33

1 - INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade agrícola é crescente sendo evidência nos últimos anos. As mudanças do uso do solo, como a substituição de sistemas naturais por áreas agrícolas com cultivo mais intensivo e o frequente uso de queimadas, além do preparo intensivo do solo, promovem o rápido declínio da matéria orgânica do solo (MOS) (MENDONÇA, 2007).

Com a implantação dos diferentes usos do solo ocorre alteração nas taxas de adição e perdas efetivas de MOS (NUNES et al, 2011) e, um novo equilíbrio é atingido de acordo com as características do sistema de manejo adotado e das condições edafo-ambientais da área (ÉBELING et al, 2008). Em contrapartida, os solos sob vegetação natural, o carbono orgânico encontra-se em equilíbrio dinâmico, com teores praticamente constantes ao longo do tempo (D'ANDREA et al, 2004).

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha papel fundamental nas funções do solo, sendo, por isso, considerada a principal característica indicadora da sua qualidade, por apresentar forte inter-relação com quase todas as características físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo forte influência na sua capacidade produtiva e, de modo muito intenso, na nutrição das plantas. Devido a este dinamismo, surge a necessidade de estudos relacionados as suas frações, principalmente a fração leve, também chamada de substâncias húmicas (SH) (PRIMO, 2011). As frações de matéria orgânica do solo são importantes na manutenção da qualidade do solo e possíveis indicadores do impacto das práticas de manejo. Sendo o uso da técnica de fracionamento químico da matéria orgânica do solo uma alternativa de obter resultados detalhados e conclusivos sobre a dinâmica da matéria orgânica, ao longo do tempo, sobre os diversos sistemas de manejo e sua sustentabilidade.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo quantificar e comparar os teores de carbono das frações de substâncias húmicas da matéria orgânica do solo e o carbono orgânico total em diferentes usos na região Oeste da Bahia.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Matéria orgânica do solo (MOS)

A matéria orgânica do solo (MOS) é um componente fundamental da capacidade produtiva dos solos, por causa dos seus efeitos sobre a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca de cátions do solo, a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, a agregação, a infiltração, a retenção de água, a aeração e a atividade da biomassa microbiana.

Abrangendo todos estes aspectos citados, a MOS exerce papel essencial na sustentabilidade do sistema solo, por isso surge a necessidade de um monitoramento mais eficiente do carbono orgânico total (COT) e seu estoque, já, que, ambos, têm sido utilizados como indicadores de sua qualidade. No entanto, existe uma certa dificuldade de observar as diferenças sensíveis da MOS através da dinâmica do C do solo, o que levou à utilização dos compartimentos do COT mais sensíveis ao manejo do solo, como melhores indicadores dessa dinâmica (XAVIER et al, 2006).

O efeito do preparo do solo na distribuição da matéria orgânica deve-se aos diferentes graus de revolvimento do solo (BAYER e BERTOL, 1999). Segundo Marchiori Júnior & Melo (2000), o uso do solo na agricultura, depois de retirada a vegetação natural, tem frequentemente mostrado alterações nas propriedades biológicas, químicas e físicas, dependentes das condições do solo, do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais

2.2 - Fracionamento Químico do Carbono

De acordo com Larson e Pierce (1994) e Moreira & Siqueira, (2003), as alterações no solo provocadas pelo sistema de manejo adotado, podem ser detectadas por atributos químicos, físicos e biológicos. Dentre esses, destacam-se o C orgânico, a biomassa microbiana do solo e sua atividade. Smith e Paul (1990), afirmam que a biomassa microbiana é o atributo mais sensível as mudanças físicas do solo, devido a sua representação da parte viva do MOS, contendo em média, de 2 a 5 % do carbono orgânico (CO) e até 5 % do N total nos solos tropicais. Parte dessa MOS é composta pela matéria orgânica leve (MOL), que é uma fração ativa no solo, constituída por resíduos orgânicos parcialmente humificados em vários estádios de decomposição, com tempo de residência no solo que varia de um a cinco anos (JANZEN et al, 1992).

A fração leve da MO é dividida em três frações com distintas características físico-químicas: ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e humina (HUM). As substâncias Húmicas (SHs) contribuem com cerca de 85 a 90% do COT e são o principal componente da MOS, consistindo em grande reserva orgânica do solo (SANTOS, et al. 2002).

Os ácidos fúlvicos são solúveis em meio alcalino e em ácido diluído. São constituídos, sobretudo, por polissacarídeos, aminoácidos e compostos fenólicos, que são mais reativos do que as outras duas frações pela maior quantidade de grupos carboxílicos e fenólicos que contém. Estudos da ação direta das SHs sobre o metabolismo e o crescimento das plantas têm sido centrados principalmente, sobre os AF, a fração humificada considerada de menor massa molecular e maior solubilidade e mobilidade no solo (SILVA, et al. 2007).

Os ácidos húmicos são solúveis em meio alcalino e insolúveis em meio ácido diluído, compostas por macromoléculas de massa molecular relativamente elevada, formadas por meio de reações de síntese secundárias a partir de resíduos orgânicos de plantas, animais e micro-organismos (STEVENSON 1994).

Os AH e AF são bastantes reativos e essa elevada reatividade deve-se principalmente, à presença de grupos funcionais que contem oxigênio, tais como carboxilas e hidroxilas fenólicas que são responsáveis pela sua acidez. A acidez dos AH é menor que a AF, o que está relacionado com seus menores teores de carboxilas (CANELLAS, et al. 2004).

A humina é insolúvel em meio alcalino e meio ácido e pode ter composição variada. Possui reduzida capacidade de reação. A sua não insensibilidade em meio aquoso pode ser devida simultaneamente à elevada hidrofobicidade e por conter compostos lipídicos, estruturas de carboidratos e aromáticos em diferentes proporções (PRIMO, et al, apud RICE, J. H. 2011).

2.3 - Diferentes Usos do Solo e Frações Químicas do Carbono

Com a expansão da fronteira agrícola, ocorre o aumento das atividades agrárias em novas áreas brasileiras e ocasiona de forma direta nas mudanças das propriedades edáficas do solo, devido a remoção da vegetação nativa e práticas de manejo inadequadas. Segundo Silva e Mendonça (2007), estas consequências levam a

degradação do solo, ocasionando a perda de produtividade, muitas das vezes devido aos processos erosivos em conjunção com a perda dos nutrientes e da matéria orgânica.

A reversão dessa degradação do solo pode ser realizada por meio de práticas conservacionistas do solo, como o sistema plantio direto (SPD) e/ou integração lavoura-pecuária (ILP) (MORETI et al, 2007; LOSS et al, 2009). De acordo com estes autores, os sistemas de manejo do solo, associados a certas práticas agrícolas, como rotação de culturas e cultivos de cobertura, promovem alterações significativas na dinâmica da MOS. Diversos trabalhos da área concluem que a relação entre o CO no solo e as práticas agrícolas que envolvem a movimentação do solo são inversamente proporcionais, ou seja, quanto menos alterações nos aspectos físicos do solo maior é a disponibilidade de CO no solo.

A ausência de operações de cultivo no SPD resulta em menor taxa de decomposição, favorecendo a manutenção e acúmulo da MOS no solo sob Cerrado (GREEN et al, 2007) e garantindo, assim, o fluxo contínuo de substrato e energia para os organismos do solo (ROSCOE, 2005), tendendo para o aumento dos estoques de C no solo (CARVALHO et al, 2009). Segundo D'Andrea et al. (2004), solos sob vegetação natural, o carbono orgânico encontra-se em equilíbrio dinâmico, com teores praticamente constantes ao longo do tempo.

Os Sistemas agroecológicos têm despertado maior interesse de pesquisadores nos últimos anos por proporcionarem maior estabilidade e sustentabilidade à produção agropecuária, em relação ao convencional. Um dos indicadores desta estabilidade e sustentabilidade que vem sendo utilizado é o teor de C do solo. Loss, et al. (2007), observou que a maior parte do carbono, em áreas de terras baixas e manejo agroecológico, está na forma de HUM e FAH.

Desta forma, a utilização de sistemas de manejo que promovam diferentes aportes de biomassa vegetal pode ser utilizada como ferramenta para avaliar a qualidade do solo, principalmente em um curto período de tempo (CONCEIÇÃO et al, 2005; ROSSI et al, 2011). Sendo assim, observa-se que a inclusão de gramíneas na ILP torna-se uma alternativa a mais para o aporte de resíduos vegetais ao solo, em comparação aos demais sistemas de manejo.

2.4 - Influência da sazonalidade na disponibilidade de Carbono no solo

As frações leves presentes na MOS é a parte mais estudada nos últimos tempos para identificar suas influências nas características químicas e biológicas do solo. No entanto, a formação dessas frações no solo está intimamente relacionada com a capacidade de humificação do solo, sendo assim, as condições dos agentes humificantes no solo impacta diretamente na disponibilidade destas substâncias.

De acordo com Mielniczuk et al. (2003) em regiões tropicais, as condições de temperaturas elevadas, os altos índices pluviométricos e, em consequência, a intensa atividade microbiana propiciam a rápida decomposição dos materiais orgânicos depositados no solo. As variáveis climáticas influenciam diretamente o fluxo de gás carbônico para a atmosfera, e seus principais condicionantes são a temperatura (solo e atmosfera) e a umidade do solo (DUIKER e LAL, 2000).

Martins, et al. (2010), avaliaram o efeito da sazonalidade na variação do carbono orgânico do solo e indicou que as condições ambientais para melhor desenvolvimento da microbiota tornam-se evidentes no período chuvoso, uma vez que os organismos, como mecanismo de defesa, liberam quantidade mínima de gás carbônico, reservando assim energia (WARDLE, 1994).

2.5 - Armazenamento do Carbono orgânico no Cerrado

O Cerrado consiste em uma área sob plena expansão da fronteira agrícola no Brasil, cobrindo aproximadamente 200 milhões de hectares (BUSTAMANTE et al., 2006), cerca de 23 % do território nacional, o clima dominante da região é tropical-quente-sub-úmido, caracterizado por forte estacionalidade das chuvas e ausência de estacionalidade da temperatura média diária (MAROUELLI, 2003). Neste bioma, o incremento ou a manutenção da MOS é dificultada devido às condições climáticas e às irregularidades na distribuição de precipitação pluvial (MACHADO e SILVA, 2001).

Segundo Six et al (2002), o aumento do estoque de MOS é um processo lento e necessita de um manejo adequado, notadamente em regiões de clima tropical, onde a taxa de decomposição é mais acentuada devido às altas temperaturas e umidade do solo. No entanto, apesar dessa maior taxa de decomposição de MOS, os solos dessas regiões estocam 32 % do total de C orgânico contido nos solos do planeta (ESWARAN et al, 1993).

De acordo com Bayer e Mielniczuk (1999), O acúmulo de C pode variar regionalmente devido às condições climáticas, ao tipo de solo, ao manejo aplicado e, principalmente, em função do tempo de implantação do sistema de manejo (CARVALHO et al, 2009).

Atualmente, no Cerrado vem aumentando significativamente a adoção de sistemas integrados de cultivo, como o sistema plantio direto (SPD), Agroflorestas e Agroecológicos os quais vêm exibindo considerável potencial de acúmulo de C no solo.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Barreiras, localizado no oeste da Bahia, nas coordenadas 22° 10' 29" de latitude Sul e 44° 59' 37" de longitude Oeste. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Bw, quente e seco com chuvas de inverno, tendo uma média de temperatura que varia em torno de 34° C e 18° C (INMET, 2010). A precipitação anual é superior a 1.000 mm e a evapotranspiração anual se situa entre 1.400 mm e 1.600 mm. O período chuvoso ocorre entre outubro e março e período seco entre abril e setembro (FRANÇA, 1999; CASTRO, 2010). Conduziu – se o experimento em áreas comerciais cujos solos são classificados como LATOSSOLO AMARELO, solos profundos, bastante intemperizados, pobres em saturação por bases e matéria orgânica (EMBRAPA, 2018).

Os ambientes selecionados para as avaliações constaram de: área sob cultivo agroecológico (AGR); área sob plantio convencional com banana (ABA); área sob plantio convencional com canavial (ACA) e, como referência, foi utilizada uma área sob vegetação nativa de Cerrado (ACN).

Em cada área de estudo foram coletadas cinco amostras deformadas com auxílio de trado inox tipo caneco nas seguintes profundidades: 0-10 cm; 10-20 cm e; 20-30 cm, no período seco (entre setembro e outubro de 2019). As amostras foram identificadas e armazenadas para determinação das análises dos teores de carbono orgânico total. As amostras devidamente identificadas foram transportadas do campo ao Laboratório de Química e Física do Solo pertencente ao Departamento de Ciências Humanas da Universidade do Estado da Bahia, UNEB. As amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha 2,0 mm para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA) e, conseqüentemente, o encaminhamento para fins de análises químicas (Ácidos Fúlvicos, Húmicos e Humina). Já o Estoque de Carbono foi obtido pela correção da massa equivalente do solo, tendo como referência a massa do solo da área sob vegetação nativa (ACN) conforme Ellert et al., (2001) descreve.

O fracionamento químico da MOS foi determinado através da extração das substâncias húmicas realizadas na época de seca do oeste da Bahia. Para avaliar a qualidade da matéria orgânica, utilizou - se o método de extração e fracionamento quantitativo de substâncias descrito por Benites et al. (2003). Com base na solubilidade

diferenciada das substâncias húmicas em meios alcalino e ácido, foram determinados os teores de C associados à fração ácidos fúlvicos (C-FAH), a fração dos ácidos húmicos (C-FAF) e a humina (C-HUM). Na determinação do teor de carbono orgânico em cada fração foi utilizada a mesma marcha analítica descrita por Yeomans e Bremner (1988) adaptado por Benites (2003). Foram calculadas as relações entre os teores de C associados às frações ácidos húmicos e ácidos fúlvicos (CFAH/CFAF) e as relações entre os teores de C no extrato alcalino (C-fração ácidos húmicos + C-fração ácidos fúlvicos) e na humina (C-humina).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e cada ponto de coleta foi considerado uma pseudo repetição, totalizando cinco pseudo repetições. Os métodos estatísticos utilizados foram a descritiva, técnica de correlação dos dados, teste de médias e o teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do sistema de análises estatísticas SISVAR versão 5.6.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela análise estatística descritiva, após a retirada dos dados com valores discrepantes, encontram-se na Tabela 1. Inicialmente, observa-se que com exceção do COT, todos os teores e o estoque de C apresentaram valores de medidas de tendência central (média e mediana) bem próximos. Contudo, em relação ao COT (para os quais essas medidas foram diferentes), o valor de assimetria apresentou-se distante de zero, levando a um afastamento da distribuição normal. Nesse caso, o valor de assimetria foi positivo, demonstrando tendência de concentração dos dados à direita, com valor de média superior à mediana (SILVA, et al. 2011). Os demais (C_{FAH} , C_{HUM} e EstCOT) apresentaram coeficientes de assimetria próximos de zero, sugerindo um ajuste à distribuição normal, o que não se confirmou apenas para o carbono orgânico total (COT) nas variáveis média e mediana e carbono na fração ácido fúlvico (C_{FAF}) na assimetria e curtose.

O afastamento do C_{FAF} da normalidade deve-se à associação entre altos valores de assimetria e curtose, indicando tanto o alongamento da cauda, à direita da curva de distribuição normal, quanto o achatamento da mesma.

Tabela 1. Estatística descritiva dos teores e estoques de carbono e frações orgânicas em áreas sob diferentes usos do solo de Cerrado na profundidade de 0-30 cm.

Variáveis	Estatística						
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	s	A	Curtose
COT	12,94	13,54	7,5	17	2,51	-0,52	-0,60
EstCOT	11,42	11,80	6,55	15,23	2,28	-0,41	-0,71
C_{FAF}	1,39	1,29	0,32	4,57	0,75	1,48	4,11
C_{FAH}	1,38	1,42	0,16	2,86	0,85	-0,02	-1,23
C_{HUM}	7,90	7,98	3,70	12,59	2,27	-0,06	-0,58

COT = carbono orgânico total; EstCOT = estoque de carbono orgânico total; C_{FAF} = carbono na fração ácido fúlvico; C_{FAH} = carbono na fração ácido húmico; C_{HUM} = carbono na fração humina; s = desvio padrão; A = assimetria.

A soma do teor de C nas frações orgânicas (C_{SHS}) apresentaram a melhor correlação com os teores de COT ($r^2 = 0,81$), isso pode ser explicado devido a sua grande abrangência, pois inclui a soma de todas as outras frações avaliadas em todas as áreas avaliadas (Figura 1a).

A segunda melhor correlação com o COT foram os valores de C_{HUM} apontando $r^2 = 0,72$ (Figura 1b). Segundo Canellas et al. (2000), a humina é a fração do C que está mais intimamente associada aos coloides minerais do solo, estando aleatoriamente distribuída nos perfis. A predominância da fração humina deve-se às suas características

de alta massa molecular e à forte interação com a fração mineral do solo conferindo resistência à degradação microbiana (STEVENSON, 1994 apud EBELING, et al 2010).

Fontana et al. (2001) estudando o comportamento da MOS em Latossolos Amarelos (LA), Argissolos Amarelos e Cambissolos, em Campos dos Goytacazes, sob diferentes coberturas vegetais, também observaram maiores valores para o C-HUM sob Latossolos, indicando maior resistência dessa fração à decomposição devido à ligação mais estável com a fração mineral do solo. O mesmo autor, em trabalhos feitos em 2006, relaciona essas frações com o tamanho das moléculas e ao maior grau de estabilidade no solo.

O C_{FAH} correlacionou - se melhor com o COT ($r^2 = 0,57$) (Figura 1c) do que em comparação com o C_{FAF} ($r^2 = 0,14$), refletindo a condição de maior estabilidade e menor mobilidade dessa fração. A menor correlação foi o do C_{FAF} ($r^2 = 0,14$) (Figura 1d) ocasionado possivelmente por sua alta solubilidade e mobilidade no solo. Segundo Fontana, et al (2006), as F_{AF} e F_{AH} , por apresentar menor estabilidade, podem ser translocadas para camadas mais profundas, ser polimerizadas ou mineralizadas, e diminuir, assim, seu teor residual no solo.

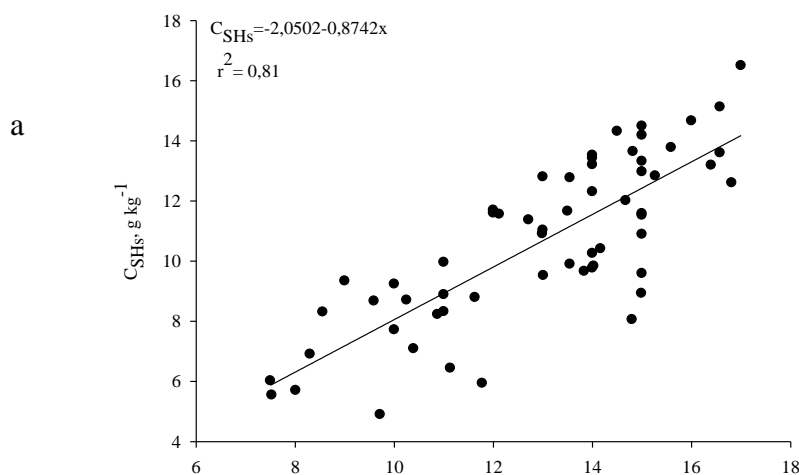


Figura 1(a). Relação entre as somas das frações do Carbono (C_{SHs}) com o carbono orgânico total (COT) em áreas sob diferentes usos do solo em três profundidades de amostragem (n=60).

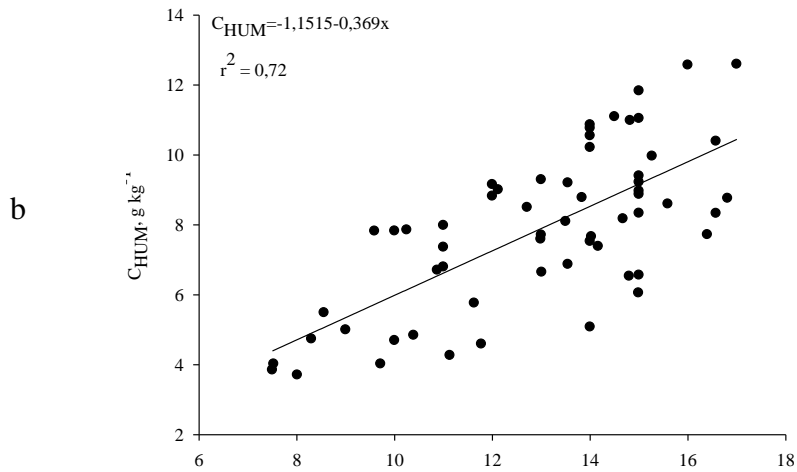


Figura 1(b). Relação entre o Carbono da fração orgânica C_{HUM} com o carbono orgânico total (COT) em áreas sob diferentes usos do solo em três profundidades de amostragem (n=60).

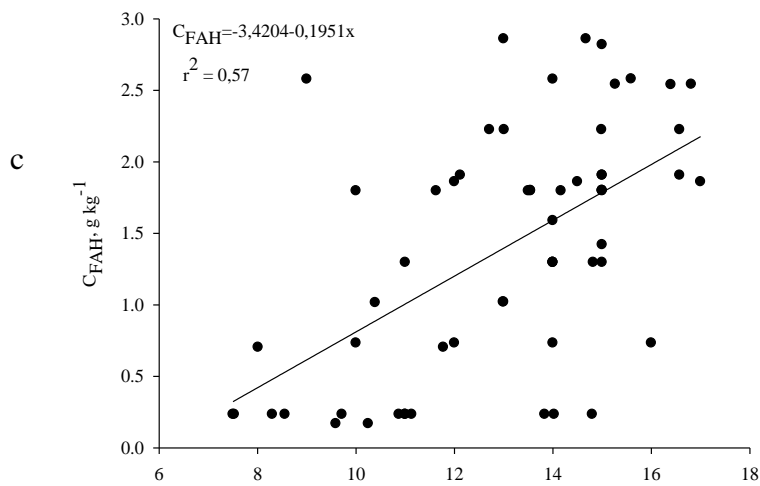


Figura 1(c). Relação entre carbono da fração orgânica C_{FAH} com o carbono orgânico total (COT) em áreas sob diferentes usos do solo em três profundidades de amostragem (n=60).

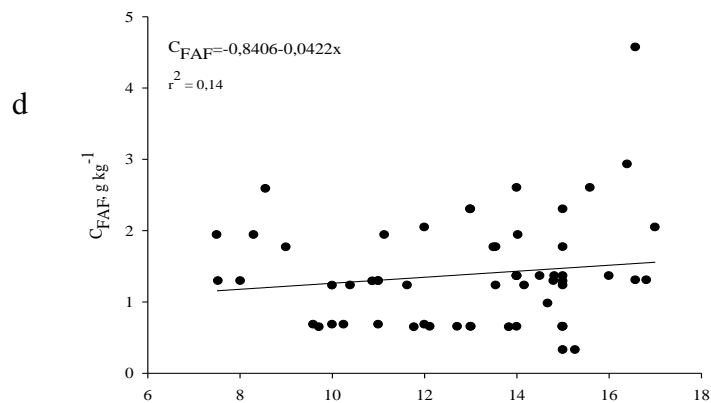


Figura 1(d). Relações entre carbono da fração orgânica C_{FAF} com o carbono orgânico total (COT) em áreas sob diferentes usos do solo em três profundidades de amostragem (n=60).

Os valores médios significativos na comparação da soma das frações húmicas foram as observadas nos manejos AGR, 13,62 e 13,91 mgC gSolo⁻¹, ACN, 12,19 e 11, 5 mgC gSolo⁻¹ e ABA com 11,14 e 12,20 mgC gSolo⁻¹ nas profundidades 0-10, 10-20 cm respectivamente (Tabela 2). Apenas o manejo ACA não foi significativo em nenhuma das profundidades estudadas e apresentou as menores medias em comparação com as demais áreas avaliadas (9,30 e 7,06 mgC gSolo⁻¹ sucessivamente).

Na camada de 0-10 cm, o SH₅ é mais expressivo nos solos onde ocorre os manejos agroecológico, plantio de banana e Cerrado nativo, demonstrando maior influência dos resíduos vegetais deixados em superfície pelas diferentes coberturas vegetais existentes nestes sistemas. Na AGR, a presença das SHS se destaca bem mais, isso pode estar relacionado pela decomposição do material vegetal mais eficiente no período estudado e da reposição frequente de diversas culturas (hortaliças) em associação com a cultura do café, aumentando assim, nas primeiras camadas, os restos de culturas (raízes, folhas, etc), favorecendo a manutenção frequente da matéria orgânica no solo e assim, o aumento da atividade biológica, aumento da velocidade das reações químicas, e conseqüentemente maior aporte de Carbono. Estes mesmos resultados foram observados por Lima et al. (2011) que verificou maiores estoques nessa camada para os sistemas agroflorestais em relação a área nativa.

Na camada de 10-20 cm não houve diferença significativa entre a soma das frações orgânicas nas áreas ACN, ABA e AGR, sendo a ACA a única significativa e detentora de média inferior às demais frações. Galdos (2007) observou este mesmo resultado na sua avaliação das dinâmicas do carbono no agrossistema da cana de açúcar, existindo uma tendência de diminuição das frações do C na profundidade de 10-20 cm. Canelas, et al. (2003) conclui em sua pesquisa que a preservação da palhada por ocasião da colheita ou pela adição de vinhaça proporcionaram aumento do conteúdo de substâncias húmicas alcalino-solúveis mais condensadas.

Tabela 2. Somas das frações orgânicas ($C_{FAF} + C_{FAH} + C_{HUM}$) e Relações de C_{FAH}/C_{FAF} e $C_{HUM}/C_{FAF+C_{FAH}}$ em áreas sob diferentes usos do solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm em áreas de Cerrado.

Uso do Solo	SHs	C_{FAH}/C_{FAF} -----mgC gSolo ⁻¹ -----	$C_{HUM}/C_{FAF+C_{FAH}}$
Profundidade 0-10 cm			

ACN	12,19±1,45ab	3,09±1,61a	2,29±0,95b
ABA	11,14±1,27ab	1,18±0,46ab	1,90±0,72b
ACA	9,30±1,12b	0,40±0,59b	5,35±1,53a
AGR	13,62±0,60a	1,03±0,40ab	3,93±0,50ab
DMS	2,93	2,67	2,63
Profundidade 10-20 cm			
ACN	11,50±0,99a	3,21±0,81a	2,92±0,70ab
ABA	12,20±0,99a	0,74±0,50b	2,41±0,38b
ACA	7,06±1,32b	0,37±0,60b	3,56±0,95ab
AGR	13,91±1,32a	0,66±0,47b	4,34±1,02a
DMS	2,89	0,84	1,52
Profundidade 20-30 cm			
ACN	12,29±1,07a	3,67±1,60a	2,96±0,74b
ABA	8,56±1,01bc	1,33±0,50ab	1,80±0,63b
ACA	6,49±1,00c	0,21±0,40b	2,07±0,54b
AGR	9,65±1,05b	1,24±0,97ab	6,31±1,56a
DMS	2,50	2,80	2,59

ABA = área sob plantio de banana; ACA = área de canavial; AGR = área agroecológica; ACN = área sob vegetação nativa de Cerrado. DMS = diferença mínima significativa. Valores ± refere-se ao erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O indicador da qualidade do húmus, a relação CF_{AH}/C_{FAF} expressa o grau de evolução do processo de humificação da matéria orgânica e está ligada diretamente com intensidade do processo de condensação e síntese, atribuídas à intensa mineralização dos resíduos, restrições edáficas e ao baixo conteúdo de bases trocáveis à atividade biológica. Na presente pesquisa este índice revelou que o manejo do ACN, AGR e ABA são o que mais mobiliza estas substâncias húmicas no solo nas profundidades estudadas (Tabela 2). Os mesmos resultados foram encontrados por Baldotto et al (2009), que observaram que o sistema de mata nativa possuiu maiores valores de aromaticidade e hidrofobicidade da matéria orgânica do solo (maior relação C_{FAH}/C_{FAF}), ou seja, a floresta apresenta maior quantidade e estabilidade dos estoques de carbono do solo.

A relação CF_{AH}/C_{FAF} que apresentam valores maiores que 1,0 são explicadas por condições de solo e clima, em que os processos de polimerização e condensação são favoráveis (ÉBELING, et al. 2010). Os baixos valores da relação F_{AH}/F_{AF} indicam que os sistemas de manejo adotados, ou as culturas implantadas, podem estar favorecendo a degradação das frações mais estáveis ou desfavorecendo sua formação. De acordo com Bonifácio et al., (2006), valores da relação $C-F_{AH}/C_{FAF}$ menores que 1 (um) indicam a evolução limitada da matéria orgânica adicionada, devido ao manejo ou por processos pedogenéticos ou ainda por aporte recente de matéria orgânica, favorecendo a formação da FAF em relação a FAH. Nesta relação, todas as áreas que possuíram um menor valor,

consequentemente, possuem humificação mais intensa do que a estabilidade química do solo.

A relação $C_{HUM}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ indica a estabilidade estrutural da MOS (ARAUJO et al., 2011). Nas profundidades mais superficiais (0-10 cm), os manejos ACN e ABA possuíram as menores médias (Tabela 2), não diferindo significativamente. Isso possivelmente pode estar associado a fatores como a acidez do solo, fazendo com que ocorra a inibição da atividade dos microrganismos e favorecendo menor taxa de decomposição do material vegetal aportado sobre o solo. Segundo Miranda, et al (2007) as fortes restrições de fertilidade nos solos também explicam o acúmulo de matéria orgânica pouco transformada.

O ACA apresentou relação $C_{HUM}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ superior aos demais somente na profundidade de 0-10 cm (não diferindo estatisticamente do CN na profundidade 10-20 cm), isso pode ser atribuído devido à alta quantidade de palhada (relação C/N alta) oriunda do sistema e ao menor aporte mineral em razão da remoção, por lavagem da irrigação, de matéria orgânica mais lábil e redução intensa da MOS. No sistema. ACA os compostos lábeis são removidos mais facilmente. Machado, et al, (2014), avaliando a fertilidade e compartimentos da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, observou que no manejo de café que obtinha maiores valores desta relação ($C_{HUM}/(C_{FAF}+C_{FAH})$) havia menor ciclagem orgânica e consequentemente de nutrientes. Fontana, et al (2010), concluiu em seu trabalho que a área de cana-de-açúcar apresentou os menores índices de agregação, em especial nas áreas de Latossolos, sugerindo que o conjunto de práticas agrícolas utilizadas está desfavorecendo a agregação do solo.

Nas profundidades seguintes, o manejo que apresentou as maiores médias e maior significância foi o AGR com valores de $4,34 \text{ mgC gSolo}^{-1}$ e $6,31 \text{ mgC gSolo}^{-1}$ para as profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm respectivamente. Observa-se que apesar dos demais manejos diminuírem seus valores de acordo com a profundidade, este, em especial, aumenta em 45%, possuindo então uma relação inversamente proporcional aos demais. Nota – se que a única área que apresentou estabilidade estrutural da MOS foi o CN, que nas profundidades avaliadas teve, respectivamente $2,29b \text{ mgC gSolo}^{-1}$, $2,92ab \text{ mgC gSolo}^{-1}$ e $2,96b \text{ mgC gSolo}^{-1}$.

Os manejos AGR e ACN apresentaram as características de predomínio do processo de mineralização, ou seja, verifica-se equilíbrio na cinética de decomposição

dos resíduos orgânicos e na liberação de outros nutrientes, via serapilheira e exsudação de diferentes plantas no solo, isso justifica a incrível manutenção da MOS no solo. Como foi observado na relação C_{FAH}/C_{FAF} , ambos sistemas possuem uma alta capacidade da manutenção estrutural das frações húmicas para maiores profundidades do solo (destaque para o cerrado nativo que manteve os seus valores em todas as profundidades estudadas), isso demonstra que existe uma maior agregação dessas partículas e conseqüentemente impede a percolação exagerada das frações mais moveis (C_{FAF}). Sendo assim, se analisado uma correlação entre esses valores na variável, é possível dizer que o manejo AGR e o ACN são os que garantem um maior equilíbrio na entrada da MOS e a sua manutenção nas profundidades (entra muita MO, estabiliza essa quantidade e lixivia pouco) visto que, em todas áreas estudadas, estas são as que apresentaram valores elevados, indicando assim uma maior qualidade do solo.

5 - CONCLUSÃO

1. Os manejos ACN, ABA e AGR apresenta maior estabilidade da MO nas frações Húmicas e Humina.

2. O aumento da relação entre ácido húmico e fúlvico demonstrou perda seletiva de compostos orgânicos mais moveis (C_{FAF}) em todas as áreas com exceção da área ACA.

3. O manejo agroecológico consegue manter de forma mais estável o Carbono nas frações humina (0-10cm e 10-20cm) e húmicas (0-10cm e 20-30cm); e menos estável os fúlvicos, com maior presença na camada de 10-20cm.

6 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARAÚJO, E. A. et al. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 41, n. 1, p. 103-114, mar. 2011.
- BAYER, C. & BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase na matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 23:687-694, 1999.
- BAYER, C. & MEILNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo, ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1- 26.
- CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A.R. Chemical nature of soil humified fractions and their bioactivity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 233-240, 2004.
- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B.; VIEIRA, E. M.; SOUZA, D. O. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.3, p. 301-309, Maio a Junho, 2015.
- BENITES, V. M.; MÁDARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. Extração e fracionamento quantitativa de substancias húmicas do solo: um procedimento simplificado e de baixo custo. Rio de Janeiro: **Embrapa**, 2003. 7p. (Comunicado Técnico).
- BONIFACIO, E.; SANTONI, S.; CELI, L.; ZANINI, E. Spodosol - Histosol evolution in the Krkonos National Park (CZ). **Geoderma**, v.131, p.237–250, 2006.
- CANELLAS, L. P.; BERNER, P.G.; SILVA, S.G.; SILVA, M.B.; SANTOS, G.A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.133-143, 2000.
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. 27:935-944, 2003.
- CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICOLLO, M.C.; GODINHO, V.P. & CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Res.**, 103:342-349, 2009.
- CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUCK, J. & SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 29:777-788, 2005.
- D'ANDRÉA, A. F. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186, fev. 2004.
- DUIKER, S.W. & LAL, R. Carbon budget study using CO₂ flux measurements from a no till system in central Ohio. *Soil Till. Res.*, 54:21-30, 2000. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. 5ª ed. Revisada e ampliada. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. DF: Embrapa; 2018.

- EBELING, A. G. et al. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 429-439, 2008.
- ÉBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; PINHEIRO, E. F. M.; VALADARES, G. S. Substâncias húmicas e relação com atributos edáficos. **Bragantia**, vol. 70, núm. 1, 2010, p. 157-165.
- ESWARAN, H.; van den BERG, E. & REICH, P. Organic carbon in soils of the world. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 57:192- 194, 1993.
- FERREIRA, J.A.; SIMÕES, M.L.; MILORE, D.M.B.P.; MARTINETO, L.; HAYES, M.H.B. Caracterização Espectroscópica da Matéria Orgânica do Solo. **Embrapa São Carlos**, 2004. (Circular Técnica, 24).
- FONTANA, A.; NASCIMENTO, G. B.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; EBELING, A. G. Matéria orgânica em solos de Tabuleiros na região norte fluminense (RJ). **UFRRJ, Floresta e Ambiente**, v.8, p.114-119. 2001.
- FONTANA, A.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; CUNHA, T. J. F.; SALTON, J. C. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.847-853, maio 2006.
- FONTANA, A.; BRITO, R. J.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Índices de Agregação e a Relação com as Substâncias Húmicas em Latossolos e Argissolos de Tabuleiros Costeiros, Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.291-297, Julho a Setembro, 2010.
- GALDOS, M. V. **Dinâmica do Carbono do Solo no Agrossistema Cana – de - Açúcar**. Tese de Doutorado. Divisão de Biblioteca e Documentação – ESALQ/USP. São Paulo, 2007.
- GREEN, V.S.; STOTT, D.E.; CRUZ, J.C. & CURI, N. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in a Brazilian Cerrado Oxisol. **Soil Tillage Res.**, 92:114-121, 2007.
- JANZEN, H.H.; CAMPBELL, C.A.; BRANDT, S.A.; LAFOND, G.P.; TOWNLEY-SMITH, L. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 1799-1806, 1992.
- LARSON, W.E. & PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable mangement. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**, 1994. p.37-51.
- LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; OLIVEIRA, A. B. **Fracionamento químico da matéria orgânica do solo em áreas sob diferentes coberturas vegetais e manejo agroecológico**. *Revista Brasileira de Agroecologia*, vol. 2, n. 2, outubro de 2007.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.68-75, 2009.
- MACHADO, P.O.L.A. & SILVA, C.A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutr. Cycling Agroecosyst.** 61:119-130, 2001.

- MACHADO, L. V.; RANGEL, O. J. P.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, R. V.; FERRARI, J. L. Fertilidade e Compartimentos da Matéria Orgânica do Solo sob Diferentes Sistemas de Manejo. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 289-299, Julho a Setembro. 2014.
- MARCHIORI JÚNIOR, M. & MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:1177-1182, 2000.
- MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.107.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; FERNANDES, F.F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. IN: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMAS, J.M. de; LOPES, A.S.; ALVAREZ, V., V.H. (Ed). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. V.3, p.209-248.
- MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. T. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de mata atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 905-916, set./out. 2007.
- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003. 626p.
- MORETTI, D.; ALVES, M. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CARVALHO, M. P. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p.167-175, 2007.
- NUNES, R. S. et al. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1407-1419, jul./ago. 2011.
- PESSOA P. M. A.; DUDA G. P.; et al.; Frações de Carbono Orgânico de um Latossolo Húmico sob Diferentes Usos no Agreste Brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, Brasil. vol. 36, núm. 1. Fevereiro de 2012.
- PRIMO D. C.; MENEZES R. S. C.; SILVA T. O.; Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **SCIENTIA PLENA**. vol. 7, num. 5; 2011.
- ROSCOE, R. Dinâmica da matéria orgânica em solos de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, SERIA 30. Recife, 2005. **Anais**. Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. CD ROM.
- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 622-630, 2011.
- SANTOS, L. L.; LACERDA, J. J. J.; ZINN, Y. L. Partição de Substâncias Húmicas em Solos Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**. Lavras, Brasil. Abril de 2013.

SANTOS, A. A. E.; LIMA, J. S.; CARVALHO, G. C. de. **Técnicas de aplicação de composto orgânico, proveniente de resíduos urbanos domésticos, no desenvolvimento vegetal.** VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2002.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; Avaliação da variabilidade do estado nutricional e produtividade de café por meio da análise de componentes principais e geoestatística. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.2, p. 271-277, Março a Abril, 2012.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. 1 ed. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**: Viçosa, 2007. p. 276-374.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.M.; MORAES, J.C. & ALBRECHT, A. **Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage.** *Agronomie*, 22:755-775, 2002.

SMITH, J.L.; PAUL, E.A. **The significance of microbial biomass estimations.** In: BOLLAG, J. M; STOZKY, G., eds. *Soil biochemistry*. New York, Marcel Decker, 1990. p. 357-396.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions.** 2 ed New York: John Willey, 1994, 496p.

WARDLE, D.A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M. & ARAÚJO, R.S., eds. *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola*. Brasília, **Embrapa-SPI**, 1994. 542p.

XAVIER, F.A.S.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S. & MENDONÇA, E.S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, 30:247-258, 2006.

7 - ANEXOS



1 – filtragem do sobrenadante. SOUZA, I. O. S. 2020.



2 – nivelamento do pH do sobrenadante. SOUZA, I. O. S. 2020.



5 B - Separação das frações A. fulvico e A. húmico. SOUZA, I. O. S. 2020.



3 – ponto de viragem do A. fulvico. SOUZA, I. O. S. 2020.



4 – Titulação das frações A. fulvica, A. húmica e Humina.



5 A - Separação das frações A. fulvico e A. húmico. SOUZA, I. O. S. 2020.



6 – Fração humina seca a 65°C. SOUZA, I. O. S. 2020.



7 - Armazenamento dos A. fulvicos e A. húmicos. SOUZA, I. O. S. 2020.