

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS
SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

JAÍNA LAURINDO DE MORAES

**PETROLINA, PE
2018**

JAÍNA LAURINDO DE MORAES

**FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS
SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao IF SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona
Rural, exigido para a obtenção de título de
Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Aos meus pais Jandira Pereira de Moraes e José Laurindo de Moraes por ter me incentivado a concluir esta etapa de minha vida.

Aos meus irmãos Jedilma L. de Moraes, Hélia L. de Moraes e José Werles L. de Moraes, meu muito obrigado por sempre ter me apoiado.

A meu tio Manoel dos Santos que apoiou e torceu por mim durante todo esse tempo, e a toda minha família.

Aos amigos que fizeram parte desse e de tantos outros momentos de minha trajetória, que acompanharam e me ajudaram nesta caminhada, grata pela contribuição de todos.

A equipe do Laboratório de Solos, Água e Planta que não mediram esforços para contribuir.

Gratidão ao Professor Fábio Freire de Oliveira pela orientação, pelo incentivo todo esse tempo e pela instrução em minhas pesquisas acadêmicas.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, *Campus Petrolina Zona Rural* pela colaboração e contribuição.

Jaína Laurindo de Moraes

**FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS
SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IF
SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido
para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 31 de agosto de 2018.

Professor Cícero Antônio de Souza Araújo
Professor IF Sertão - PE Campus Zona Rural

Professor: Vitor Prates Lorenzo
Professor IF Sertão - PE Campus Zona Rural

Professor Orientador: Fábio Freire de Oliveira
Professor IF Sertão - PE Campus Zona Rural

FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

JAÍNA LAURINDO DE MORAES¹, FÁBIO FREIRE DE OLIVEIRA²

⁽¹⁾ Graduanda em Agronomia, IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural. Rodovia PE 647, km 22, Projeto Senador Nilo Coelho - N4, - Petrolina – Pernambuco – Brasil. CEP: 56.302-970/ Telefone: (87) 2101-8050 / E-mail:

⁽²⁾ Professor do IF SERTÃO-PE, Campus Petrolina Zona Rural, fabio.freire@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO: O sistema de manejo interfere na fertilidade do solo. A matéria orgânica tem grande importância para a agricultura e é resultado da decomposição vegetal e/ou animal e microrganismos, fazendo parte de um ciclo natural em que está em constante transformação. A fração humificada da Matéria Orgânica torna o solo mais fértil e contribui na disponibilidade de nutrientes às plantas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o teor de ácido húmico e fúlvico e carbono total dos sistemas de produção. O experimento foi conduzido no IF Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, onde foram avaliadas três áreas com sistemas de uso diferentes, dos quais foram denominados: área com sistema de cultivo de videira (SPV); área de sistema de produção capim (SPC) e área natural caatinga (ANC). O solo foi coletado solo na profundidade de 0-10 cm, sendo utilizados 2 g de solo para o fracionamento químico. Foi realizado também densidade e granulometria das áreas, os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com os resultados obteve-se que o sistema SPV tem um maior aporte de matéria orgânica, seguido de SPC e ANC que possui os menores teores de carbono orgânico total e frações húmicas, porém os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Palavras-chave: cultivo, fertilidade, substâncias húmicas.

Chemical fractionation of soil organic matter under different management systems

ABSTRACT: The management system interferes with soil fertility. Organic matter is of great importance for agriculture and is the result of vegetable and / or animal decomposition and microorganisms, forming part of a natural cycle in which it is constantly changing. The humified fraction of Organic Matter makes the soil more fertile and contributes to the availability of nutrients to the plants. The objective of this work was to evaluate the humic and fulvic acid content and total carbon of the production systems. The experiment was carried out at the Sertão Pernambucano IF, Campus Petrolina Zona Rural, where three areas with different systems of use were evaluated: area with grapevine cultivation system (SPV); area of grass production system (SPC) and caatinga natural area (ANC). The soil was collected at 0-10 cm depth and 2 g soil was used for chemical fractionation. Density and granulometry of the areas were also performed, the results were submitted to analysis of variance and Tukey test at 5% of probability. According to the results, it was obtained that the SPV system has a greater contribution of organic matter, followed by SPC and ANC, which had the lowest total organic carbon and humic fractions, but the treatments did not differ statistically

keywords: cultivation, fertility, humic substances.

1. INTRODUÇÃO

O solo é considerado um sistema vivo que vive em evolução, nele estão presentes organismos que são dependentes da matéria orgânica do solo (MOS), que fornecem nutrientes essenciais à sobrevivência (VAZ, 2016).

O estudo de matéria orgânica em solos cultivados é de grande importância, pois a matéria orgânica presente no solo contribui significativamente para o desenvolvimento das plantas, uma vez que, a presença de MOS pode aumentar as trocas simbióticas no solo e sua fertilidade, o que torna os sistemas de cultivos produtivos. A MOS é resultado da decomposição vegetal e ou animal e de microrganismos, fazendo parte de um ciclo natural em que está em constante transformação. A fração humificada é produto da decomposição destes materiais, e pode melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, tornando-o mais fértil e contribuindo na disponibilidade de nutrientes às plantas.

A quantidade e qualidade dos resíduos vegetais produzidos nos sistemas cultivados provocam alterações na composição e na taxa microbiana. Dessa forma, os tipos de manejo e uso do solo atuam diretamente na persistência dos resíduos no solo, no tamanho da biomassa microbiana, por consequência na produtividade e sustentabilidade dos agrossistemas (Doran & Parkin, 1994). Diferentes sistemas de manejo influenciam diretamente na quantidade de carbono orgânico dos solos (EBELING et al., 2013; FONTANA et al., 2011; TOMASI; INDA; DICK, 2012).

Apesar de encontrar-se em torno de 1 a 5% na maioria dos solos agrícolas, MOS exerce importante função na manutenção da qualidade e fertilidade do solo, uma vez que influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos Brady, (1989); Chan et al., (2002); Glatzela et al., (2003); Pillon et al., (2007). Grande parte da MOS consiste de compostos ácidos não humificados e macromoléculas humificadas. As substâncias húmicas (SH) apresentam representatividade em torno de 85% a 90% do COT e são divididas em: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e humina (HU), (GUERRA et al., 2008). As SH se diferem quanto à solubilidade no meio aquoso quanto ao pH.

No solo estão presentes matéria viva e matéria morta, em que as substâncias húmicas (matéria morta) são compostos estáveis que conferem proteção física e química aos agregados, se dividem em ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e humina (H). Há possibilidade de que AF seja biologicamente mais ativo que o AH

(Chan et al., 2001). Sendo enfatizados também por Vaughan & McDonald, (1976). Os Ácidos fúlvicos são solúveis em meio alcalino e meio ácido diluído, possuem frações de peso molecular baixo, isto é, seu potencial para a atividade biológica não deve ser desconsiderado.

Os ácidos húmicos possuem massa molecular elevada, são solúveis em meio alcalino e insolúveis em meio ácido, constituídos por polissacarídeos, compostos fenólicos e aminoácidos. A Humina é insolúvel em meio alcalino e meio ácido e de reduzida capacidade de reação, Primo et al., (2011).

A dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) em sistemas de produção permite subsidiar o estabelecimento de estratégias de manejo que garantam incrementar ou manter a qualidade do solo ao longo do tempo (ROSSI et al., 2011). Os tipos de cultivos e manejos adotados podem influenciar na fertilidade dos solos. Este estudo teve como objetivo quantificar parte das frações húmicas (ácidos húmicos e ácidos fúlvicos) da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, situado na PE 235, km 22, Projeto Senador Nilo Coelho, Núcleo 04, na cidade de Petrolina-PE, latitude 09°23'55" Sul e longitude 40°30'03" Oeste. Onde foram avaliadas três áreas localizadas no campo experimental, com sistemas de uso diferentes, dos quais foram denominados: área com sistema de cultivo de videira (SPV) implantada à 17 anos, solo classificado como Latossolo Amarelo; área de sistema de produção capim (SPC) implantada a 10 anos, classificado como Argissolo Amarelo, área natural caatinga (ANC), da classe Cambissolo háplico.

Tabela 1: Análise de granulometria e densidade do solo das áreas SPC, ANC E SPV na profundidade de (0-10 cm).

Trat	Sistema	Areia	Argila		Ds	Classe textural
			-----g. kg ⁻¹ -----			
1	SPC	841,5	105	47,35	1,60	Arenosa
2	ANC	760,8	164	109,2	1,32	Franco-arenosa
3	SPV	802,7	162	65,95	1,29	Franco-arenosa

Em cada área de cultivo foram coletadas 15 amostras de solo, na profundidade de 0,0 a 0,10 m. Foi realizada análise granulométrica do solo pela metodologia da Embrapa (1997), e densidade do solo pelo método do anel volumétrico, (EMBRAPA, 1997).

Em cada uma das trincheiras, nos diferentes sistemas de manejo foi realizada a coleta de amostras indeformadas com auxílio de um anel volumétrico na profundidade de 0,0-0,10 m. O fracionamento químico da matéria orgânica foi realizado conforme descrito pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas – IHSS (SWIFT, 1996), com modificações propostas por Benites et al., (2003), sendo então obtidas as frações de AF e AH, e o teor de carbono orgânico de cada fração, pesando-se 2,0 g de solo em tubos de 50 ml. Neste adicionou-se 20 ml de NaOH 0,1 mol L⁻¹, seguindo de agitação manual rápida, deixou-se em repouso por 24 horas, e centrifugou-se por 30 min a 3000 rpm. O sobrenadante foi recolhido e reservado, ao precipitado foi adicionado 20 ml de NaOH 0,1 mol L⁻¹, deixando descansar por 1 hora e centrifugou novamente por 30 minutos, logo após reservou o sobrenadante junto ao anterior e ajustou-se o pH do extrato alcalino para pH 1,0, pela adição de H₂SO₄ a 20%. O material acidificado ficou em repouso por 18 horas e foi centrifugado, em seguida foi separado o sobrenadante (fração de ácido fúlvico). O precipitado corresponde à fração ácidos húmicos. O material restante nos tubos da centrífuga foi considerado como a fração humina.

A determinação quantitativa do carbono orgânico total (COT) e do carbono das frações ácidos fúlvicos e ácidos húmicos foram determinadas por meio da oxidação do carbono com K₂Cr₂O₇ e H₂SO₄ e titulação com sulfato ferroso amoniacal a 0,1 mol L⁻¹ e 0,0125 mol L⁻¹ respectivamente. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com excessão da COT. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a probabilidade < 0,05%, usando software Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável AH obteve-se nos tratamentos avaliados teores de 1,84 g. kg⁻¹ no sistema ANC; 1,37 g kg⁻¹ no sistema SPC e 1,86 g. kg⁻¹ no sistema SPV, não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2). Foi encontrado na fração de AH teores que variou de 1,13 g. kg⁻¹ a 3,48 g. kg⁻¹ nos sítios Mina II e Manduquinha, respectivamente, caracterizados como Terra Preta de Índio observado por Barros et al.,

(2012) em Latossolo Amarelo Antropizado no estado do Pará. Cunha et al., (2009) pode registrar AH apresentando valor de $13,9 \text{ g. kg}^{-1}$ sob floresta e $14,6 \text{ g. kg}^{-1}$ sob cultivo, já os solos não antrópicos apresentaram teor de $7,1 \text{ g. kg}^{-1}$. Fontana, (2009) analisando solos brasileiros encontrou valores de AH entre $1,5$ e $17,8 \text{ g. kg}^{-1}$ nas camadas superficiais.

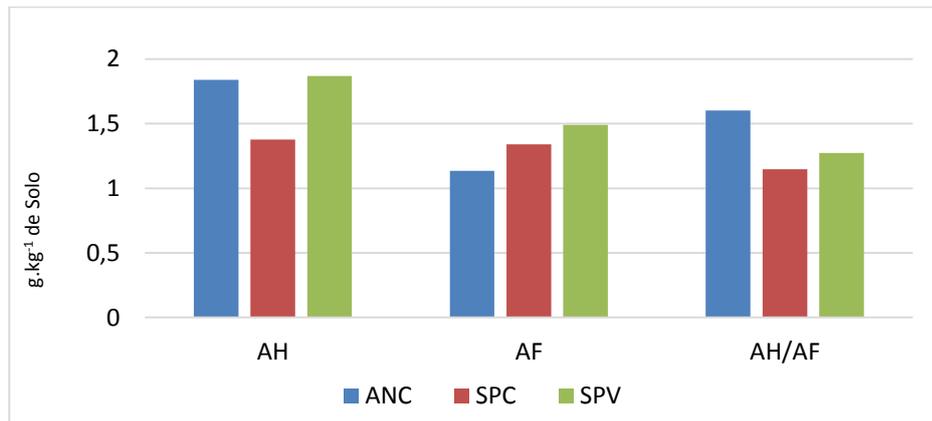


Figura 1: Teor de ácido húmico (AH) e ácido fúlvico (AF) em diferentes sistemas de produção. Área natural caatinga (ANC), sistema de produção capim (SPC) e sistema de cultivo de videira (SPV).

Verificou-se que os solos estudados nos sistemas ANC, SPC e SPV, apresentam teores de AF de $1,13 \text{ g. kg}^{-1}$; $1,33 \text{ g. kg}^{-1}$; $1,49 \text{ g. kg}^{-1}$, respectivamente, não diferindo entre si estatisticamente, porém, observaram-se teores mais elevados nos sistemas de produção do que no sistema de mata nativa, sugere-se que pode ser pelo fato das áreas de cultivo receber maior aporte de biomassa vegetal e serem de áreas irrigadas (tabela 2). Foram observados valores mais elevados para AH quando comparados aos valores de AF em todos os tratamentos avaliados. AF oscilou de $1,98$ a $2,07 \text{ g. kg}^{-1}$ nos sítios observado por Barros et al., (2012) em seus estudos. Fontana, (2009) também encontrou AF de $0,1$ a $39,3 \text{ g. kg}^{-1}$.

A razão AH/AF é utilizada como um indicativo da qualidade do húmus, à medida que se aproxima de 1 g. kg^{-1} , maior é o grau de humificação, tendo assim, maior equilíbrio entre frações reativas humificadas, ou seja, demonstra uma melhor qualidade do solo (CANELLAS et al., 2001). Cunha et al., (2007) observaram valores de $2,1 \text{ g. kg}^{-1}$ em solo antropogênico sob floresta e $3,0 \text{ g. kg}^{-1}$ para, e solo antropogênico sob cultivo, para AH/AF.

Para a relação AH/AF obteve-se valores de $1,60 \text{ g. kg}^{-1}$ para ANC; $1,14 \text{ g. kg}^{-1}$ em SPC e $1,27 \text{ g. kg}^{-1}$ para SPV, não houve diferença estatística entre eles (Tabela 1). Segundo Barros et al., (2012), os valores de AH foram maiores do que os valores de AF, e a relação AH/ AF foi $1,59 \text{ g. kg}^{-1}$ e $1,84 \text{ g. kg}^{-1}$ nos tratamentos analisados. Fontana et al., (2001) encontraram valores da relação AH/AF superiores a 1 g. kg^{-1} , que indica a predominância de AH em relação a AF, tendo um material orgânico com maior estabilidade. Neste trabalho não foi encontrado valores menores que 1 g. kg^{-1} da relação A/H, ou seja, os solos avaliados apresentam material bem humificado, contribuindo para a fertilidade dos mesmos.

Fontana, (2009) verificou para a relação AH/AF valores variando de 0,8 a 13,6, e com predomínio de valores maiores que 2,0. Siqueira (2015) obteve valores para AH/AF entre 2,34 e 1,83. Benites, (2002) observou valores acima que 2,0 para a relação AH/AF. Em geral os solos mais arenosos apresentam maiores relações AH/AF indicando a perda seletiva da fração mais solúvel que é a AF, Pasqualoto, (2005). A AH além de ser mais solúvel, é móvel e forma complexos entre a matéria orgânica e cálcio de alta estabilidade (CUNHA et al., 2009).

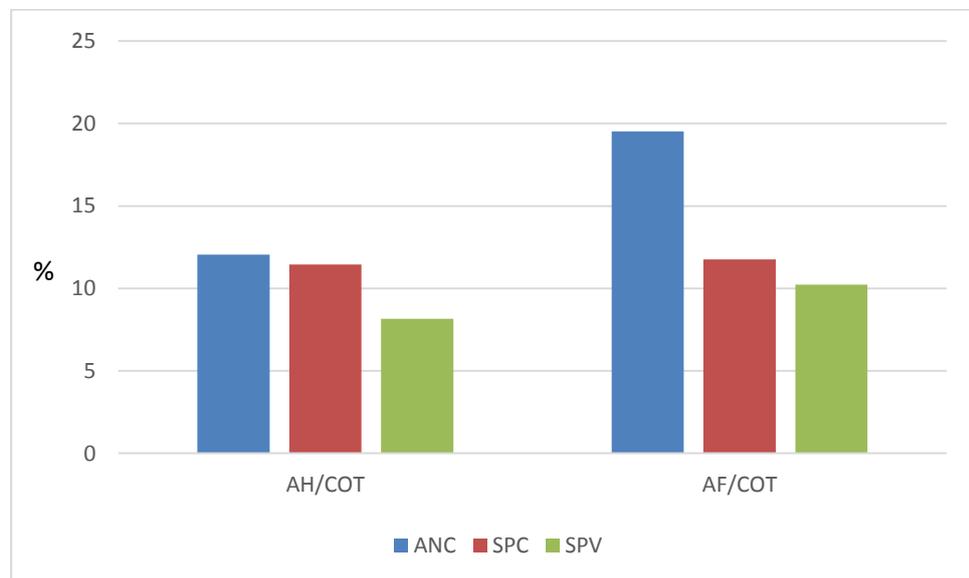


Figura 2: Relação das frações AH e AF com a COT. Dados médios da relação entre ácidos húmicos/carbono orgânico total (AH/COT) e entre ácidos fúlvicos/carbono orgânico total (AF/COT) em %.

Para a relação AH/COT obteve-se valores de 19,53%; 11,75% e 10,23% nos sistemas ANC, SPC e SPV respectivamente, o tratamento ANC diferiu

estatisticamente dos demais. Em alguns estudos foram encontrados valores de 7,55% de AH/COT, Barros et al., (2012); e 17,32% AH/COT observado por (SANTOS et al., 2012).

Para relação AF/COT os resultados foram 12,05% no sistema ANC; no sistema SPC obteve 11,44% e 8,15% no sistema SPV. Barros et al., (2012) encontraram 13,23% de AF/COT, já (SANTOS et al., 2012) obtiveram 18,83% de AF/COT.

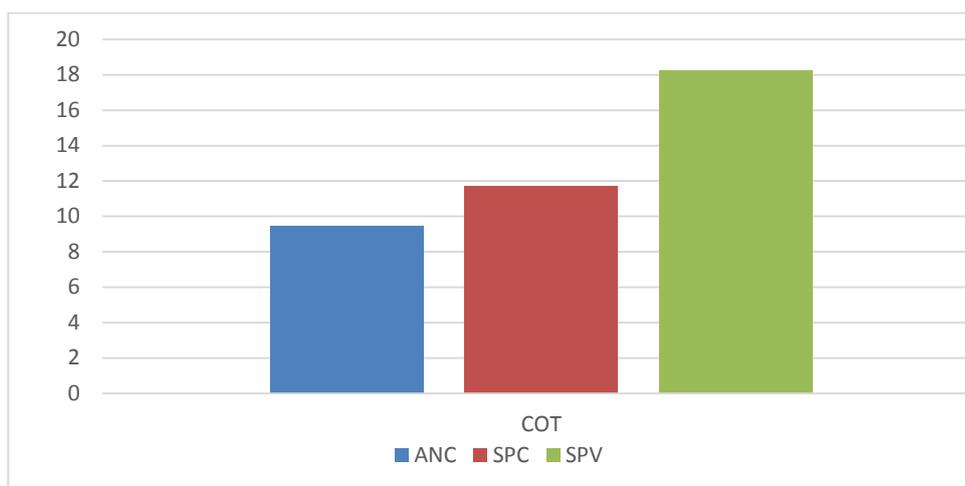


Figura 3: Carbono orgânico total (COT) na profundidade de 0-10 cm em diferentes sistemas de produção. Sistemas de produção capineira (SPC), área natural caatinga (ANC) e sistema de produção videira (SPV).

O teor de carbono orgânico total em ANC foi de 9,42 g.kg⁻¹; em SPC 11,7 g.kg⁻¹, e em SPV 18,26 g.kg⁻¹ sendo mais elevado quando comparados aos demais (Figura 3). Dos tratamentos avaliados a caatinga obteve menores valores de COT, visto que, o longo período de estiagem pode ter interferido, além de não possuir revolvimento do solo, o que deixa a matéria orgânica mais estável. Barros et al., (2012) em seus estudos observou 14,96 g.kg⁻¹ e 12,90 g.kg⁻¹. Santos et al., (2012), analisaram solos no semiárido Pernambucano, onde foi encontrado valores de COT entre 6 - 14 g.kg⁻¹. Foram observados valores entre 5-7 g.kg⁻¹ por Silva (2016). Segundo Santos et al., (2012) os valores de COT podem ser afetados de acordo com a densidade da vegetação do solo analisado. (FERREIRA, 2014) em seus estudos observou que o sistema de cultivo irrigado de uva apresentou estoques de COT mais elevados quando comparados a Caatinga nas profundidades 0-10 e 10-20. SIQUEIRA et al., (2015) encontraram COT de 16,1 g.kg⁻¹.

TABELA 2: Valores de AH, AF, AH/AF, COT, AH/COT, AF/COT nos tratamentos SPC, ANC e SPV.

TRAT	AH	AF	AH/AF	COT	AH/COT	AF/COT
	g.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹		
ANC	1,84 a	1,13 a	1,60 a	11,70	19,53 b	12,05 a
SPC	1,37 a	1,33 a	1,14 a	9,42	11,75 a	11,44 a
SPV	1,86 a	1,49 a	1,27 a	18,26	10,23 a	8,15 a
CV%	54,29	41,97	40,13	-	53,67	44,05

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram entre si estatisticamente nas áreas avaliadas, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF), relação ácidos húmicos (AH/AF), carbono orgânico total (COT), relação ácido húmico/carbono orgânico total (AH/COT) e relação ácido fúlvico/carbono orgânico total (AF/COT) nos tratamentos sistemas de produção capineira (SPC), área natural Caatinga (ANC) e sistema de produção videira (SPV). Avaliação na profundidade de 0-10 cm.

Neste trabalho observou-se que o teor de AH, AF, AH/AF e COT é mais elevado na área de videira, seguido da área de capineira, quando se compara área natural caatinga, sugere-se que isso se deve a um aporte maior de matéria orgânica que provém de resto culturais e do tipo de manejo adotado na área. Tendo semelhança em estudo feito por Alves et al. (2008), que observou duas áreas, uma com pastagem e outra com mata nativa, encontrou maior acúmulo de carbono na camada superficial da área com pastagem.

Os valores de densidade apresentaram variações significativas entre si. Os tratamentos obtiveram densidade média de 1,58 para SPC; 1,32 para ANC 1,29 para SPV (tabela 1), sendo o tratamento SPC com maior valor de densidade o que ocasionou maior compactação do solo. Foi observado que os tratamentos com menor densidade possuem maiores teores de carbono nas frações AH e AF.

Em ambientes irrigados há um aporte maior de biomassa, visto que ocorrem adubações, revolvimento e incorporação de material ao solo, conseqüentemente maiores quantidades de carbono. Os índices das frações húmicas podem ser melhorados através do manejo adequado do solo. A presença de substâncias húmicas no solo contribui na melhoria das características físicas, se tratando de agregação, densidade, infiltração, e retenção de água, deste modo, pode influenciar a

capacidade produtiva do solo. A sazonalidade de chuvas e baixo acúmulo de biomassa vegetal resultam em uma cobertura solo muito baixa ou nula em locais de mata nativa, influenciando diretamente nos teores de SH presentes no solo.

4. CONCLUSÕES

Os sistemas cultivados favorecem o aumento de substâncias húmicas no solo, das relações das frações húmicas e carbono orgânico total, possuindo maior aporte de matéria orgânica quando comparados à área de mata nativa, pois o manejo adequado do solo resulta em melhores condições das propriedades do solo tornando-o mais fértil.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, A. P.; BODDEY, R. M. 2008. Dinâmica de Carbono em Solos Sob Pastagens. In: Santos, G. de A.; Camargo, F. A. de. O.; Da Silva, L. S.; Canellas, L. P. 2008. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo. RS: METRÓPOLE, 654p.

BARROS, R., K. LIMA, V., H. CANELLAS, O., L. KERN, C., D. Fracionamento químico da matéria orgânica e caracterização física de Terra Preta de Índio. 2012. REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Artigo Original Amazonian Journal, Of Agricultural and Environmental Sciences, (2012).

BENITES, V.M. Caracterização de solos e das substâncias húmicas em complexo rupestre de altitude. 2002, 83f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro: Embrapa, 2003. 7p.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, p.1529-1538, 2001.

CHAN, K.Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in a oxic paleustalf under different pasture leys. *Soil Science*, v.166, n.1, p.61-67, 2001.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; CANELLAS, L. P.; NOVOTNY, E. H.; MOUTTA, R. O.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, G. A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte a antrópico da Amazônia (Terra Preta). *Acta Amazonica*, v. 37, p. 91-98, 2007.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; CANELLAS, L. P.; RIBEIRO, L. P.; BENITES, V. M.; SANTOS, G. A. Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (terra preta de índio) in the Brazilian Amazon basin. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 85-93. 2009.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Soil Sci. Soc. Am., 1994, p.3-35.

EBELING, A. G. et al. Substâncias húmicas e suas relações com o grau de subsidência em Organossolos de diferentes ambientes de formação no Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 2, p. 225-233, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: SNLCS, 1997. 212p.

FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; NASCIMENTO, G.B.; ANJOS, L.H.C.; EBELING, A.G. Frações da matéria orgânica e fertilidade de solos de Tabuleiro sob diferentes coberturas vegetais no norte fluminense – RJ. In: *Jornada de Iniciação Científica*, 11, UFRRJ, Seropédica, Anais. Seropédica, UFRRJ, v.11, p.03-06, 2001.

FONTANA, A., Fracionamento da matéria orgânica e caracterização dos ácidos húmicos e sua utilização no sistema brasileiro de classificação de solos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Seropédica, RJ, 2009.

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

FERREIRA, C., C., A. Estoque e Qualidade da Matéria Orgânica do Solo em Áreas Antropizadas do Semiárido Piauiense. Universidade Federal Do Piauí, Teresina-PI, 2014.

FILHO, G., F. Manejo da Caatinga Através da Análise dos Atributos Físicos de Químicos do Solo. Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN 2015

GLATZELA, S.; KALBITZ, K.; DALVAC, M.; MOOREC, T. Dissolved organic matter properties and their relationship to carbon dioxide efflux from restored peat bogs. *Geoderma*, v.113, p.397-411, 2003.

GUERRA, J.G.M.; SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CAMARGO, F.A.O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.19-25.

PASQUALOTO, L.C. Humosfera. In: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas / Luciano Pasqualoto Canellas e Gabriel Araújo Santos. Campos dos Goytacazes: L. P. Canellas , G. A. Santos, 2005.

PRIMO, D., C.; MENEZES, R., S.; DA SILVA, C. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro, *Scientia Plena*, 2011. VOL. 7, NUM. 5

PILLON, Y.; FAY, M.F.; HEDRÉN, M.; BATEMAN, R.M.; DEVEY, D.S.; SHIPUNOV, A.B.; BANK, M. van der.; CHASE, M.W. Evolution and temporal diversification of western European polyploid species complexes in *Dactylorhiza* (Orchidaceae). *Taxonomy*, v.56, p.1185-1208, 2007.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIACOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. *Bragantia*, v.70, p.622-630, 2011. DOI: 10.1590/S0006-87052011000300018.

SILVA, L., M., H., da. Caracterização da matéria orgânica do solo de áreas com diferentes coberturas vegetais no Semiárido de Pernambuco, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2016.

SIQUEIRA, M., D. VIEIRA,S., DE F., T. VARGAS, A., DE F.,L. CORINGA, O., DE A., E. Extração E Fracionamento Químico Das Substâncias Húmicas De Solos De Áreas Úmidas: Caso Pantanal. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá – Bela Vista. 2015.

SANTOS, D., dos C. FARIAS, O., de M. LIMA, de R., L., C. KUNDE, J., R. PILLON, N.,C. FLORES, A., C. Fracionamento químico e físico da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso. 2012. Ciência Rural, Santa Maria, Online ISSN 0103-8478

SWIFT, R.S. Method for extraction of IHSS soil fulvic and humic acids. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMMER, M.E. Methods of soil analysis. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.1018-1020.

TOMASI, C.; INDA, A. V.; DICK, D. P. Substâncias húmicas em Latossolo subtropical de altitude sob usos e manejos distintos. Ciencia Rural, v. 42, n. 12, p. 2180- 2184, 2012.

VAZ, D., O. Estudo das interações de íons metálicos divalentes com ácidos fúlvicos extraídos das águas do Rio Suweanee. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina. 2006

VAUGHAN, D.; McDONALD, I. R.; Some Effects of humic acid on the cation uptake by parenchyma tissue Soil Biology Biochemistry, Amsterdam, v.8, n.5, p.415-421, 1976.