



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS-CAMPUS IX

WILTON BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR

**SEQUESTRO DE CO₂ POR SISTEMA DE INTEGRAÇÃO- LAVOURA-
PECUÁRIA NA REGIÃO OESTE DA BAHIA**

BARREIRAS - BA

2017

WILTON BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR

**SEQUESTRO DE CO₂ POR SISTEMA DE INTEGRAÇÃO- LAVOURA-
PECUÁRIA NA REGIÃO OESTE DA BAHIA**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – Campus IX, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Pós doc Joaquin Pedro Soares Neto

BARREIRAS - BA

2017

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

Departamento de Ciências Humanas - *Campus IX*
Colegiado de Engenharia Agrônômica

WILTON BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR

**SEQUESTRO DE CO₂ POR SISTEMA DE INTEGRAÇÃO- LAVOURA-
PECUÁRIA NA REGIÃO OESTE DA BAHIA**

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Pós Doc Joaquin Pedro Soares Neto
Orientador – DCH/UNEB

MSc. Heliab Bomfim Nunes
Convidado – DCH/UNEB

Dr. Tadeu Cavalcante Reis
Convidado – DCH/UNEB

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras 1 :Coleta de solo:amostras deformadas e indeformadas.....	16
Figura 2 :Coleta de solo:amostras deformadas e indeformadas.....	16
Figura 3. Estoque de carbono nas profundidades 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, nos diferentes sistemas de uso do solo, ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP (Área de Integração Lavoura-Pecuária) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária) no Oeste da Bahia, Barreiras 2017.....	25
Figura 4. Estoque de carbono orgânico total do solo, nos diferentes sistemas de uso do solo, ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP (Área de Integração Lavoura-Pecuária) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária) no Oeste da Bahia, Barreiras 2017.....	27
Figura 5. Sequestro de CO ₂ total do solo, nos diferentes sistemas de uso do solo, ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP (Área de Integração Lavoura-Pecuária) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária) no Oeste da Bahia, Barreiras 2017.....	28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Caracterização química do Neossolo Quartzarênico, na profundidade de 0-0,20 m, sob diferentes sistemas de uso e manejo, na região Oeste da Bahia, Riachão das Neves, BA.....15
- Tabela 2.** Caracterização física do Neossolo Quartzarênico, na profundidade de 0-0,20 m, sob diferentes sistemas de uso e manejo, na região Oeste da Bahia, Riachão das Neves, Ba.....15
- Tabela 3.** Macroagregados nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.....20
- Tabela 4.** Microagregados nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.....21
- Tabela 5.** Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em mm, nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.....23
- Tabela 6.** Diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados em mm, nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.....23

RESUMO

Um grande desafio para a agricultura na contemporaneidade é contornar os problemas decorrentes de décadas de práticas agrícolas com elevada pressão sobre o meio ambiente, buscando, entre outros: a redução da erosão e da perda de fertilidade do solo, bem como do assoreamento de cursos d'água, a redução da poluição do solo e da água e a mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Neste sentido, o presente trabalho traz em si uma análise sobre o Sequestro de CO₂ por Sistema de Integração- Lavoura-Pecuária na Região Oeste da Bahia. Para isto, Foram abertos perfis em quatro pontos, nas profundidades de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20; 0,20 – 0,30; e 0,30 - 0,40 m, nos quais foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. Foram avaliadas as seguintes propriedades físicas do solo: macroagregados e microagregados, diâmetro médio ponderado e diâmetro médio geométrico, estoque de carbono por profundidade, estoque de carbono total e sequestro de CO₂ total. Houve diferenças entre a agregação e o carbono total entre as áreas estudadas e entre o cerrado, sendo que a área de ILP1 alcançou maiores valores de carbono orgânico total.

Palavras chave: Sequestro, CO₂, integração, lavoura-pecuária.

ABSTRACT

A major challenge for contemporary agriculture is to overcome the problems stemming from decades of farming practices with high pressure on the environment, seeking, among others: reducing erosion and loss of soil fertility, as well as the silting of reduction of soil and water pollution and mitigation of greenhouse gas emissions. In this sense, the present work carries in itself an analysis on the CO₂ Sequestration by Integration System - Cropland-Livestock in the West Region of Bahia. For this, profiles were opened at four points, at depths of 0 - 0.10; 0.10 - 0.20; 0.20 - 0.30; and 0.30-0.40 m, in which deformed and undisturbed samples were collected. The following physical properties of the soil were evaluated: macroaggregates and microaggregates, weighted mean diameter and geometric mean diameter, carbon stock by depth, total carbon stock and total CO₂ sequestration. There were differences between aggregation and total carbon between the studied and cerrado areas, with the area of ILP1 reaching higher values of total organic carbon.

Keywords: Sequestration, CO₂, atmosphere, integration, crop-livestock.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
1.1 Sistema de integração lavoura-pecuária.....	11
1.2 Propriedades físicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária.....	12
1.3 Sequestro de CO ₂ em sistema de integração lavoura-pecuária.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1 Caracterização da área em estudo.....	18
2.2 Amostragens	19
2.2.1 Solo	19
2.2.2 Análise química do solo	20
2.2.3 Análise granulométrica	20
2.2.4 Densidade do Solo	20
2.2.5 Estabilidade de Agregados em Água, Diâmetro Médio Ponderado e Médio Geométrico.	20
2.2.6 Diâmetro Médio Ponderado.....	21
2.2.7 Diâmetro Médio Geométrico	21
2.2.8 Carbono Orgânico Total do Solo	21
2.2.9 CO ₂ -Equivalente.....	22
2.3 Análise estatística.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
3.1 Macroagregados e microagregados	23
3.2 Diâmetro médio ponderado e diâmetro médio geométrico	25
3.3 Estoque de carbono por profundidade	27
3.4 Estoque de carbono orgânico total	29
3.5 CO ₂ eq total	30
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

INTRODUÇÃO

Com a expansão da fronteira agrícola na região dos cerrados para implantação de sistemas de cultivo onde predomina o preparo intensivo do solo, tem provocado uma redução na capacidade produtiva desses solos, ou seja, o manejo inadequado, além de contribuir para a emissão de gases do efeito estufa, prejudicando o ambiente, ainda trazem inúmeros problemas relacionados à sua sustentabilidade em razão da degradação da matéria orgânica do solo (MOS), o que altera negativamente os seus atributos físicos e químicos.

Dessa forma, práticas adequadas de manejo, que visam a manutenção ou mesmo o acúmulo de C no sistema solo-planta, podem atenuar os efeitos do aquecimento global (Carvalho et al., 2010). Os resíduos de matéria seca das plantas, além de promover um incremento no estoque de carbono (EC) do solo, permitem ainda recuperar os teores de MOS a valores próximos ao original como também melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Nesse sentido, a demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento bem como mitigação dos gases de efeito estufa, surgem alternativas para incentivar o desenvolvimento socioeconômico sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais, como é o caso do sistema de integração-lavoura-pecuária (ILP).

A integração lavoura-pecuária consiste na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, agro energia, entre outros, na mesma área, em plantio consorciado, sequencial ou rotacional. O interesse, nesse modelo de exploração, apoia-se nos benefícios que podem ser auferidos pelo sinergismo entre pastagens e culturas anuais, como: melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; quebra de ciclo de doenças e redução de insetos-pragas e de plantas daninhas; redução de riscos econômicos pela diversificação de atividades; e redução de custo na recuperação e na renovação de pastagens em processo de degradação.

Este trabalho teve como objetivo determinar o sequestro de CO₂ do solo nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30 – 0,40m e avaliar a estabilidade de agregados em água e sua distribuição por classes de diâmetros em áreas com implantação de sistema de integração lavoura-pecuária, em Riachão das Neves, Bahia.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Sistema de integração lavoura-pecuária

A estimativa do Instituto de Geografia e Estatística, (IBGE, 2016), é que a safra crescerá cerca de 25% no ano de 2017. Dentro desta perspectiva, existe o desafio de encontrar formas sustentáveis para direcionar este crescimento.

Segundo a EMBRAPA (2009) a Integração lavoura-pecuária (Agropastoril), agrega os elementos lavoura e pecuária, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos. Neste sentido, o sistema de integração lavoura-pecuária, pode ser definido como o bom uso do solo para a produção agropecuária tendo como objetivo reduzir a utilização de entradas exteriores ao sistema.

O sistema de produção lavoura-pecuária consiste no uso de atividades pecuária de forma associada. Nas camadas mais superficiais do solo a Integração Lavoura-Pecuária possibilita a melhor estruturação do solo (SILVA et al., 2011). Tal sistema possibilita ganhos na produção e eficiência no uso dos recursos e a redução de gastos com alimentação animal, diminuindo também os impactos ambientais através da promoção de um uso do solo de maneira mais sustentável por meio de práticas de conservação.

A integração lavoura-pecuária tem gradualmente ganhado força, especialmente por conta da diversificação da atividade produtiva e das vantagens no que tange à melhoria da produtividade (SALTON et al., 1998).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) é uma das ferramentas para vencer as dificuldades que a pecuária tende a enfrentar, no que diz respeito recuperação de pastagens degradadas, por conta da maior contribuição de resíduos vegetais e da melhoria da qualidade do solo (VILELA et al., 2008).

Diante disso, a integração lavoura-pecuária representa um dos principais instrumentos para a utilização consciente dos recursos das propriedades trazendo ganhos naturais e financeiros.

O sistema é adaptável a várias regiões brasileiras e, dependendo das condições de cada lugar, é possível utilizar outras espécies vegetais, diferentes de leguminosas, para formação de palhada. “A possibilidade de reduzir o desmatamento e de recuperar áreas degradadas em diversos locais do Brasil agrega à tecnologia benefícios ambientais inestimáveis, reintegrando o solo ao processo produtivo, com base em novos indicadores de sustentabilidade agroecológica”. (ANTUNES, 2008, s.p. apud Otávio Lopes, s.p.).

Um Estudo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) mostra que, se metade dos 85 milhões de hectares de pastagens degradadas fosse utilizada de forma que associasse a lavoura e pecuária ou no sistema integrado lavoura-pecuária-floresta, a produção de grãos no Brasil poderia aumentar em até três vezes.

Segundo a EMBRAPA:

O Brasil tem aproximadamente 180 milhões de hectares de pastagens, dos quais mais da metade está em algum estágio de degradação, sendo boa parte já em estágio avançado. A recuperação é fundamental para a sustentabilidade da pecuária bovina e pode ser feita por recuperação direta ou por meio de integração com lavoura (iLP) e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). (EMBRAPA, 2017, s.p.)

Neste sentido, é necessário que se pense na recuperação das pastagens degradadas, por meio de consórcio entre lavoura-pecuária como ferramenta para incrementar a produtividade, sem precisamente abrir novas áreas. Esse sistema pode ser utilizado tanto por propriedades de grande porte quanto pelas menores propriedades, uma vez que ela auxilia no aumento da produção bem como na conservação dos recursos naturais.

1.2 Propriedades físicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária

No físico, o solo é um meio poroso que possui espaços consentem o movimento de água e gases, além de ambiente adequado ao crescimento das raízes (IMHOFF, 2000).

As propriedades físicas do solo como, densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade são usadas para indicar exceções no que tange ao desenvolvimento de plantas (SPERA et al., 2004). Ainda que não representem as propriedades que mais sofrem influencia da modificação da estrutura do solo, a densidade do solo e a porosidade vem sendo muito utilizadas como apontadoras de

qualidade, especialmente pela sua simplificada determinação e por serem raramente influenciadas pelo teor de água no instante da coleta da amostra (PEDROTTI; MÉLLO JÚNIOR, 2009).

No entendimento de Freire (2006), há uma grande diferença entre a porosidade de distintos solos. Solos arenosos possuem valores que variam entre 35 a 50%, enquanto solos de composição mais fina apresentam valores que variam de 40 a 60%.

A densidade é o nome que se dá a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105°C e a somatória dos volumes ocupados pelas partículas e poros. A densidade do solo vai depender do espaço poroso, assim sendo, quanto maior porosidade menor a densidade do solo, e dentro desta perspectiva, todos os fatores que interferem também no espaço poroso irão interferir na densidade do solo (MACHADO e FAVARETTO, 2006).

Dentre as metodologias utilizadas na avaliação da densidade do solo, o método do cilindro é o mais utilizado. Por outro lado, esse método é criticado por causar uma provável compactação pelo atrito cilindro-solo no instante de penetração do mesmo no solo, sobretudo quando o solo estiver com umidade superior ao ponto de friabilidade, ou de fraturar e cisalhar o solo quando o mesmo estiver seco (BLAKE & HARTGE, 1996 apud SILVA, 2000).

Cabe ressaltar que a densidade do solo é um dos maiores indicativos para se avaliar as condições de manejo do solo, uma vez que esta propriedade reflete o arranjo das partículas do solo. A densidade de um solo pode ser aferida em laboratório, avaliando o seu nível de compactação.

A porosidade total do solo, subdivide-se em macroporos e microporos. Neste sentido, os macroporos equivalem a cerca de 25% do espaço poroso total, e são incumbidos da aeração, circulação de água e penetração de raízes, por outro lado, os microporos encarregam-se da retenção de água no solo.

O estudo dos poros é baseado habitualmente na distinção quanto ao diâmetro dos poros em macroporos e microporos, nos quais estão conexos os procedimentos de aeração e drenagem, e retenção de água, concomitantemente (AGUIAR, 2008; FERREIRA, 2010).

Em um estudo da evolução da qualidade física do solo após um ano de ILP em Querência, MT, Franchini et al. (2010) verificaram, por meio da determinação da resistência à penetração (RP), que o uso de forrageiras tropicais (*Urochloa* sp.) em sistemas de ILP melhorou a qualidade física do solo e proporcionou, em um ano, a descompactação de camadas compactadas em virtude do uso contínuo do solo com soja. A partir dos resultados obtidos por Franchini et al. (2010), pode-se inferir que a diminuição da RP está, possivelmente, associada à diminuição dos valores de D_s .

Salton et al. (2008), ao avaliar a agregação e a estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Latossolo, no Mato Grosso do Sul, observaram que os sistemas de manejo do solo com rotação de lavoura e pastagem (*U. brizantha*) em SPD favoreceram a formação de agregados estáveis de maior tamanho, em comparação à sistemas apenas com lavouras, sem braquiária.

MOURA FILHO, W.; BUOL, S. W. Studies of Latosol Roxo (Eutruxox) in Brazil: micromorphology effect on ion release. *Experientiae*, Viçosa, v. 21, n. 8, p. 161-177, 1976.

VOLLAND-TUDURI, N. et al. Direct analysis of microaggregates shrinkage for drying: application to microaggregates from a Brazilian clayed Ferralsol. *Comptes Rendus Géoscience*, Paris, v. 336, n. 11, p. 1017- 1024, 2004.

A formação de microagregados está relacionada à gênese e mineralogia dos solos altamente intemperizados (Moura Filho & Buol 1976, Ferreira et al. 1999, Muggler et al. 1999, Volland-Tuduri et al. 2004). Tal informação tem sido atribuída a processos físicos, geoquímicos e biológicos (Cooper et al. 2005). Expansão e contração são processos físicos que geram fissuras no solo, facilitando a formação e estabilização dos microagregados (Trapnell & Webster 1986). A atividade biológica realizada pela mesofauna, particularmente formigas e cupins, origina microagregados, pela manipulação do solo, na construção de ninhos e canais (Schaeffer 2001).

Macroagregados são estruturas pedológicas definidas, com tamanho superior a 300 μm (Balbino et al. 2002), 250 μm (Azevedo & Bonumá 2004) ou 200 μm (Balabane & Plane 2004), ao passo que os microagregados são menores (50-300 μm) (Jastrow et al. 1996, Wan & El-Swaify 1998, Six et al. 2002). No entanto, em algumas situações, frações com tamanho 50-2 μm podem ser incluídas nas classes dos microagregados, por não corresponderem a minerais da fração silte e sim a

microagregados que podem desempenhar importantes funções de preservação da matéria orgânica e nutrientes (Virto et al. 2008).

1.3 Sequestro de CO₂ em sistema de integração lavoura-pecuária

Sequestro de Gás carbônico (CO₂), é o nome que se dá ao processo de retirada do gás carbônico da atmosfera. Este processo ocorre naturalmente através das florestas. Por outro lado, nunca se falou tanto na possibilidade de se utilizar práticas agrícolas sustentáveis, como a integração lavoura-pecuária para mitigar o aumento do CO₂ na atmosfera pelo sequestro de carbono.

O oceano é o principal acomodador de carbono no planeta, seguido pelos reservatórios encontrados nas formações geológicas (BRADY; WEIL, 1999). Por outro lado, nos ecossistemas terrestres é o solo que representa grande compartimentos de carbono. Os grandes responsáveis pelo sequestro de C nos solos são a umidificação, agregação e sedimentação .

Nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária, a conservação de detritos culturais na superfície somado à insuficiência de revolvimento do solo diminui a emissão de CO₂, crescem o estoque de carbono no solo (GUARESCHI et al., 2012; LOSS et al., 2011).

Pode-se dizer que o sequestro de carbono em sistemas agrícolas representa a incorporação do carbono fotossintetizado por vegetais ao solo na forma de matéria orgânica do solo (BRUCE et al. 1998)

A primeira estimativa de Estoque de Carbono dos solos brasileiros, com base no ecossistema predominante, foi apresentada por Schroeder e Winjun (1995), com resultados de 71,4 Pg na camada de 0 a 10 cm (CERRI et al. 1996). Acredita-se que o acervo de carbono na terra seja superior a 26,1015 Mg, deste a grande maioria encontra-se em compostos inorgânicos e apenas uma base de aproximadamente 0,05% na forma orgânica.

O Plantio Direto e a Integração Lavoura-Pecuária contribuem para a promoção do sequestro de carbono, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa. Conforme descreve Carvalho (2010) “o material orgânico no solo é facilmente decomposto quando se realizam práticas de manejo não conservacionistas, causando agravamento do efeito estufa”.

Acredita-se que a quantidade de carbono armazenada no solo até um metro de profundidade seja por volta de 1.576 Pg, divididos em 12,8 bilhões de hectares, nos continentes mundiais (Eswaran et al., 1993).

A elevação dos teores de matéria orgânica e a melhoria da qualidade física do solo pela introdução do sistema iLPF em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade evidenciam o potencial deste sistema em reduzir não apenas o impacto ambiental das atividades produtivas mas também as emissões de gases de efeito estufa melhorando o aproveitamento da água e dos nutrientes do solo (Balbino et al., 2011). Na verdade, tem-se observado que nas áreas com sistemas integrados de cultivo a qualidade do solo é superior em relação às áreas com monocultivo (Maia et al., 2006; Aguiar, 2008; Jakelaitis et al., 2008; Loss et al., 2012).

Estimativas de estoques ou de seqüestro de carbono em solos sob Integração Lavoura-Pecuária (ILP) também podem ser realizadas por meio de simuladores computacionais, considerados mecanísticos, como CENTURY (Parton et al., 1987), ROTHC (Coleman e Jenkinson, 1996) ou CQESTR (Rickman et al. 2001). Neste sentido, Leite et al., (2008), utilizaram CQESTR para estimar estoques de carbono orgânico do solo (COS) em experimento de longa duração com plantio direto e ILP, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. Houve diminuição dos estoques de COS após a remoção da floresta nativa. Esta tendência permaneceu mesmo após a adoção dos sistemas de manejo. Em 2000, os estoques de COS variaram de 34 Mg ha⁻¹, no solo sob plantio direto com rotação soja-milho (PD-SM) e plantio convencional com arroz (PC-A), a 36 Mg ha⁻¹, no solo sob ILP com rotação a cada 4 e 2 anos (ILP4 e ILP2), o que significou redução de 26 e 22 %, respectivamente, em relação ao estoque original. No entanto, a partir de 2007, os sistemas com integração lavoura-pecuária em plantio direto passaram a aumentar os estoques de COS e, em 2040, alcançaram 49 (ILP4) e 57 Mg ha⁻¹ (ILP2). Estes resultados realçam a importância do SILP associado ao plantio direto em melhorar a qualidade do solo e contribuir para o seqüestro de carbono. Por outro lado, o ILP3, com arroz na rotação em preparo convencional e os sistemas apenas com rotação de culturas, mantiveram a tendência de diminuição dos estoques de COS. Em 2040, os valores estimados foram de 26, 22 e 16 Mg ha⁻¹ para ILP3, PD-SM e PCA, respectivamente. Nestes sistemas, a maior oxidação do carbono orgânico provocada pelo excesso de

preparo do solo e o menor aporte de biomassa, pressupostos considerados no modelo, contribuíram para estes decréscimos.

Adicionalmente ao efeito na qualidade do solo, a ILP pode ser uma fonte ou dreno de C para a atmosfera. De forma indireta, esta função ambiental do solo pode ser avaliada a partir do balanço de COT no solo sob diferentes sistemas de manejo (Costa et al., 2006). Em solos agrícolas no sul do Brasil, Bayer et al. (2006a) estimaram taxa média de retenção de C atmosférico de 0,48 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em solos com plantio direto, quando comparados a solos com preparo convencional. Estima-se que a inclusão de pastagem em integração com lavouras amplie esse potencial de retenção de C atmosférico no solo devido ao desenvolvido sistema radicular das forrageiras (d'Andrea et al., 2004).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área em estudo

O estudo foi realizado na fazenda Granflor, município de Riachão das Neves, coordenadas (11°42'38,93"W 44°35'22,17"S) 437 m de altitude, região Oeste do Estado da Bahia. Região de clima tropical do tipo AW, inverno seco e verão chuvoso conforme classificação de Köppen. O índice pluviométrico médio anual é de 1047 mm, com uma temperatura média de 24,4°C e umidade relativa do ar de 64%. Na fazenda Granflor foram selecionadas duas áreas de integração lavoura-pecuária (ILP) e área de cerrado nativo. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico e, suas características químicas e físicas estão representadas nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1. Caracterização química do Neossolo Quartzarênico, na profundidade de 0-0,20 m, sob diferentes sistemas de uso e manejo, na região Oeste da Bahia, Riachão das Neves, Ba.

SISTEMAS	Ph	P	K	Ca+Mg	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	Sb	CTC	V
		mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³					%
ACN	6,2	3,67	0,10	2,45	2,07	0,38	3,09	0	2,49	5,58	44,69
AILP1	6,35	30,65	0,10	3,81	3,37	0,44	3,42	0	3,85	7,27	53,01
AILP2	6,56	29,99	0,18	3,26	2,82	0,44	2,26	0	3,35	5,61	59,69

ACN: Área de Cerrado Nativo; AILP: Área de Integração Lavoura-Pecuária 1; AILP2: Área de Integração Lavoura-Pecuária 2.

Tabela 2. Caracterização física do Neossolo Quartzarênico, na profundidade de 0-0,20 m, sob diferentes sistemas de uso e manejo, na região Oeste da Bahia, Riachão das Neves, Ba.

SISTEMAS	AREIA %	SILTE %	ARGILA %
ACN	94,44	2,14	3,42
AILP1	89,97	5,85	4,18
AILP2	87,07	5,04	7,89

ACN: Área de Cerrado Nativo; AILP: Área de Integração Lavoura-Pecuária 1; AILP2: Área de Integração Lavoura-Pecuária 2.

2.2 Amostragens

2.2.1 Solo

Foram abertos perfis em quatro pontos, nas profundidades de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20; 0,20 – 0,30; e 0,30 - 0,40 m, nos quais foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. As amostras indeformadas foram coletadas com o auxílio de um trado e anel volumétrico para as análises de densidade, macroporosidade e microporosidade e estabilidade de agregados. Essas amostras foram devidamente identificadas e encaminhadas para o laboratório de Física dos Solos da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *Campus IX*. No laboratório as amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha 2,0 mm para realização das análises.



figura 01 Coleta de solo: amostras deformadas e indeformadas.



figura 02 Coleta de solo: amostras deformadas e indeformadas.

2.2.2 Análise química do solo

As amostras foram secas ao ar e posteriormente foram passadas em peneira de 2 mm de diâmetro, das quais se realizou a análise do pH (H₂O), alumínio trocável (Al³⁺), acidez potencial (H+Al) e os macronutrientes, (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, P) determinados de acordo com a metodologia da (Embrapa, 2011).

2.2.3 Análise granulométrica

Esta foi determinada pelo método da pipeta por dispersão total utilizando como agente dispersante do hidróxido de sódio (NaOH) de acordo com a metodologia da (Embrapa, 2011).

2.2.4 Densidade do Solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico segundo (EMBRAPA, 2011), foram coletadas amostras de solo indeformadas em duplicata, totalizando 32 repetições, em anéis tipo Kopeckye. No laboratório estas foram pesadas em balança eletrônica. Posteriormente as amostras foram levadas à estufa de circulação forçada à 105 °C até peso constante. A densidade foi calculada segundo a equação 1:

$$D_s = (M_s/V) \dots\dots\dots(1)$$

Onde: M_s é massa do solo seca à 105 °C e V é o volume do anel.

2.2.5 Estabilidade de Agregados em Água, Diâmetro Médio Ponderado e Médio Geométrico.

A estabilidade dos agregados foi determinada a partir de amostras destorroadas cuidadosamente com as mãos quebrando os agregados maiores em seus pontos de fragilidade natural e posteriormente secas ao ar. Após esse processo, as amostras foram passadas num conjunto de peneiras, os agregados retidos na peneira de 8-10 mm serão utilizados para serem processados. Foram retiradas 4 amostras de 50g por cada profundidade, em seguida essas amostras foram colocadas na parte superior de um jogo de peneiras de malhas 2,00 mm; 1,00 mm; 0,50 mm; 0,25 mm e 0,106 mm. Estas foram umedecidas com um atomizador e aguardado 10 minutos. Em seguida as amostras foram imersas no tanque do

aparelho de Yoder para oscilação vertical por 15 minutos. Os agregados retidos em cada peneira foram transferidos para cápsulas de alumínio e levadas a estufa de circulação forçada por 24 horas a 105 °C e na sequência foi pesada cada fração (SALTON, 2012).

2. 2.6 Diâmetro Médio Ponderado

Foi calculado a partir da expressão 4 (Coutinho,2010).

$$DMP = \sum xiyi.....(2)$$

em que: i = intervalo de classe: 2,0 ≥ X > 1,0 mm, de 1,0 ≥ X > 0,5 mm, de 0,5 ≥ X > 0,25 mm e de 0,25 ≥ X > 0,105 mm; xi = é o diâmetro do centro de classe (mm); yi = é a razão entre a massa de agregados dentro da classe (xi) e amassa total de agregados.

2. 2.7 Diâmetro Médio Geométrico

Calculado a partir da expressão 5 (Coutinho,2010).

$$DMG = \exp \sum wi \ln xi / (\sum wi).....(3)$$

Em que:wi= peso dos agregados de cada centro de classe (g);ln = logaritmo natural de xi; xi = diâmetro do centro de classe (mm).

2.2.8 Carbono Orgânico Total do Solo

O carbono orgânico total, foi determinado por oxidação a quente com dicromato de potássio em meio sulfúrico (Embrapa,2011) e o estoque de carbono em cada uma das camadas amostradas foi estimado a partir da expressão 4:

$$EstC= C x Ds x e,.....(4)$$

onde: EstC é o estoque de carbono em Mg ha⁻¹; C indica o teor de carbono orgânico em %;Ds é a densidade do solo da camada estudada em g.cm⁻³ e “e” a espessura da camada em centímetros (ALMEIDA,2014).

Os estoques totais em cada camada foram corrigidos pelo método da massa equivalente segundo carvalho et al. (2009) através da expressão:

$$EstC=Cs*Ds*((Dref/Ds)*e)/10.....(5)$$

Onde:

EstC= estoque de C orgânico em determinada profundidade (Mg.ha⁻¹)

Cs= teor de C orgânico total na profundidade amostrada (g.kg⁻¹)

Ds= densidade aparente do solo para profundidade amostrada (kg.dm⁻¹)

Dref= densidade do solo para profundidade amostrada na área de referência (kg.dm⁻¹)

e= espessura da camada considerada (cm)

2.2.9 CO₂–Equivalente

O dióxido de carbono seqüestrado foi calculado pela equação6: (3,67 é a relação entre a massa molecular de C e CO₂).

$$\text{CO}_2 = 3,67 * \text{Carbono} \dots\dots\dots(6)$$

2.3 Análise estatística

Foi aplicado o software Assistat para analisar se houve diferença entre os tratamentos, submetidos a análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Macroagregados e microagregados

Os dados exibidos nas Tabelas 3 referem-se às avaliações de macroagregados. Observa-se que na profundidade de 0-0,10 m não houve diferença entre as áreas estudadas, na profundidade de 0,10-0,20 m os maiores valores de macroagregados foram encontrados na área de Cerrado e na área de ILP1, e o menor valor encontrado na área de ILP2. Nas profundidades de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m a área de cerrado obteve maior valor de macroagregados. Isso pode ter sido em consequência das diferentes espécies de plantas predominantes do cerrado, com sistema radicular mais profundo, logo conseguem exudar substâncias nessas camadas. Entre as áreas cultivadas nas camadas de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, a área de ILP1 obteve valores maiores de macroagregados do que a área de ILP2. Uma provável explicação para essa diferença é a quantidade de matéria orgânica que se mostrou superior na área de ILP1, visto que essa é diretamente proporcional ao conteúdo de matéria orgânica do solo. De acordo com Wendling et al. (2005), a matéria orgânica é o principal agente de formação e estabilização dos agregados, e por isso a avaliação do diâmetro de partículas é importante para avaliar o modelo de agregação.

Tabela 3. Percentual de Macroagregados nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.

SISTEMAS	Profundidade (m)			
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
ACN	93,7826 aA	96,7779 aA	95,8016 aA	94,4115 aA
AILP1	90,7650 aA	97,2407 aA	84,9607 bB	80,8844 bB
AILP2	84,4491 aA	73,7301 bB	57,0000 cC	49,9447 cC
CV %= 6,84				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade. ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2).

Nota-se também, que na área de cerrado não houve diferença significativa nas diferentes profundidades. Já na área de ILP1 foram encontrados os maiores números de macroagregados nas profundidades 0-0,10 e 0,10-0,20 m, com decréscimo nas profundidades 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. Na área de ILP2 os maiores valores de macroagregados foram obtidos na profundidade de 0-0,10 m com um decréscimo na profundidade de 0,10-0,20 m, obtendo valores ainda menores nas

camadas de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, sendo que nessas ultimas camadas não foram observadas diferenças.

A manutenção da arquitetura de poros e a permanência intacta dos restos de raízes das culturas, associada à ação da meso e macrofauna na fragmentação dos resíduos e formação de galerias, favorecem a aeração e o movimento da água, produzindo trocas mais intensas e melhorando a agregação (CASTRO FILHO et al., 1998). O que pode ter contribuído com a melhor agregação na área de cerrado.

Observa-se na Tabela 4 que na área de cerrado não houve diferença significativa de microagregados nas diferentes profundidades. Para área de ILP1 não houve diferença nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, havendo acréscimo de microagregados nas profundidades 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. Já na área de ILP2 esse acréscimo foi conferido da camada 0,10-0,20 m em relação a de 0-0,10 m e da camada 0,10-0,20 para a de 0,20-0,30 m, se estabilizando na camada de 0,30-0,40 m, onde obteve valores iguais estatisticamente a camada anterior.

Tabela 4. Percentual de Microagregados nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.

SISTEMAS	Profundidade (m)			
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
ACN	6,2174 aA	3,2221 bA	4,1984 cA	5,5885 cA
AILP1	9,2350 aB	2,7593 bB	15,0393 bA	19,1156 bA
AILP2	15,5509 aC	26,2699 aB	43,0000 aA	50,0553 aA
CV %= 34,13				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade. ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2).

É possível observar que não houve diferença significativa para valores de microagregados na profundidade de 0-0,10 m, já na profundidade de 0,10-0,20 m a área de ILP2 apresentou valor de microagregados bem superior em relação as áreas de cerrado nativo e ILP1, que são iguais estatisticamente, nas profundidades de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m .Os resultados são semelhantes, com as maiores medias de microagregados encontrados na área de ILP2, porém, a área de ILP1 demonstrou medias superiores em comparação com a área de cerrado nativo nas duas profundidades. Com isso, constata-se que a área de cerrado nativo apresentou o melhor desempenho, provavelmente isso se deu em consequência da maior

atividade microbiana, visto que essa contribui com a agregação, principalmente em solos arenosos.

A ação mecânica decorrente do crescimento e funcionamento das raízes, microrganismos e da fauna do solo, que são estimuladas com a presença de pastagens, proporciona o agrupamento dos microagregados, resultando na formação de macroagregados (Haynes & Beare, 1996).

Trabalhos indicam que os microagregados possuem elevada capacidade de acúmulo de C (Six et al. 2002, Virto et al 2008). De fato, os macroagregados dependem de agentes cimentantes mais lábeis e mais facilmente expostos, sendo, então, menos estáveis e mais sensíveis ao manejo do solo (Tisdall & Oades 1982). Em contrapartida, a proteção física no interior de microagregados, que possuem, adicionalmente, maior estabilidade, torna o C pouco acessível aos micro-organismos (Feller & Beare 1997; Six et al., 2002).

3.2 Diâmetro médio ponderado e diâmetro médio geométrico

Os dados apresentados nas Tabelas 5 e 6 referem-se às avaliações de diâmetro médio ponderado e diâmetro médio geométrico. Observa-se que na profundidade de 0-0,10 m não houve diferença entre as médias nas áreas estudadas, na profundidade de 0,10-0,20 m os maiores valores de DMP e DMG foram encontrados na área de Cerrado e na área de ILP1, onde não diferem entre si e o menor valor encontrado na área de ILP2, nas profundidades de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 cm. A área de cerrado obteve maior valor de DMP e DMG, isso pode estar relacionado à maior deposição de material vegetal na área, que permaneceu em condição original do solo, sem interferência de nenhum tipo de manejo. Entre as áreas cultivadas, a área de ILP1 obteve valores maiores que a área de ILP2, geralmente isso acontece quando uma área apresenta melhor desenvolvimento de forragens em relação à outra, neste caso, ILP1 em relação a ILP2, refletindo de maneira positiva ao processo de estruturação do solo. Uma maior produção de forragem diminui o impacto das gotas de água da chuva reduzindo o risco de erosão e aumenta o acúmulo de matéria orgânica no solo proporcionando maior estabilidade dos agregados.

Tabela 5. Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em mm, nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.

SISTEMAS	Profundidade (m)			
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
ACN	5,1364 aA	5,4967 aA	5,3580 aA	5,1485 aA
AILP1	4,9508 aA	5,6362 aA	4,1262 bB	2,8123 bC
AILP2	4,3200 aA	2,5863 bB	0,6196 cC	0,4028 cC
CV %= 19,29				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade. ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2).

Tabela 6. Diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados em mm, nas profundidades 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, nos diferentes sistemas de uso do solo.

SISTEMAS	Profundidade (m)			
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
ACN	4,4600 aA	5,0224 aA	4,7863 aA	4,4778 aA
AILP1	4,2215 aA	5,2807 aA	3,2542 bB	1,7180 bC
AILP2	3,3986 aA	1,4674 bB	0,1509 cC	0,0379 cC
CV %= 28,52				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade. ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2).

Observa-se também, que na área de cerrado não houve diferença significativa nas diferentes profundidades, já na área de ILP1 os valores de DMP e DMG foram maiores nas profundidades 0-0,10 e 0,10-0,20 m onde não diferem entre si, com decréscimo nas profundidades 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, sendo que na profundidade de 0,30-0,40 m foram encontrados os menores valores de DMP e DMG, na área de ILP2 os maiores valores de DMP e DMG foram obtidos na profundidade de 0-0,10 m com um decréscimo na profundidade de 0,10-0,20 m, obtendo valores ainda menores nas profundidades de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, estes últimos não diferem entre si.

A estabilidade de agregados pode ser aumentada, em situações de não revolvimento do solo e constante fornecimento de matéria orgânica (Marchão 2007). Estas circunstâncias são encontradas em pastagens manejadas adequadamente.

Em trabalhos conduzidos por Alvarenga & Davide (1999) e D'Andréa et al. (2002), foram observadas reduções na estabilidade de agregados em sistemas revolvidos, em função das técnicas de manejo e, principalmente, do tempo de manejo. Este último autor observou redução do DMG, de 4,55 mm para 2,71mm, entre os sistemas de cerrado nativo e o cultivo convencional de milho e soja com 15 anos de uso.

No presente trabalho pode ser notada a redução do DMG, de 4,48 mm para 1,72mm, entre as áreas de cerrado nativo e ILP e, redução do DMG de 4,48mm para 0,038mm, entre as áreas de cerrado nativo e ILP2. Essa diminuição pode ser entendida pelo propósito de que essa área estaria passando por um processo de estruturação ate atingir uma estabilidade, em relação á sua condição natural.

3.3 Estoque de carbono por profundidade

A Figura 3 apresenta a distribuição dos estoques de C no perfil do solo. Observa-se que os maiores estoques de carbono no solo foram encontrados nas camadas mais superficiais havendo um decréscimo em profundidade, na profundidade de 0-0,10 m a área que apresentou maior estoque de carbono foi a área de cerrado nativo, isso pode ser esclarecido pelo maior aporte de serrapilheira sobrevividas da vegetação predominante nessa área , entretanto nas áreas de ILP1 e ILP2 não foram notadas diferenças estatísticas para essa camada, já nas profundidades 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m quem obteve os maiores estoques de carbono foi a área de ILP1, isso pode ter sido em consequência do sistema radicular que são mais abundante nessas camadas, que vão sendo decompostos ao longo do tempo, resultando num acúmulo maior de carbono. Na profundidade 0,30-0,40 m não ouve diferença significativa no estoque de carbono entre as áreas.

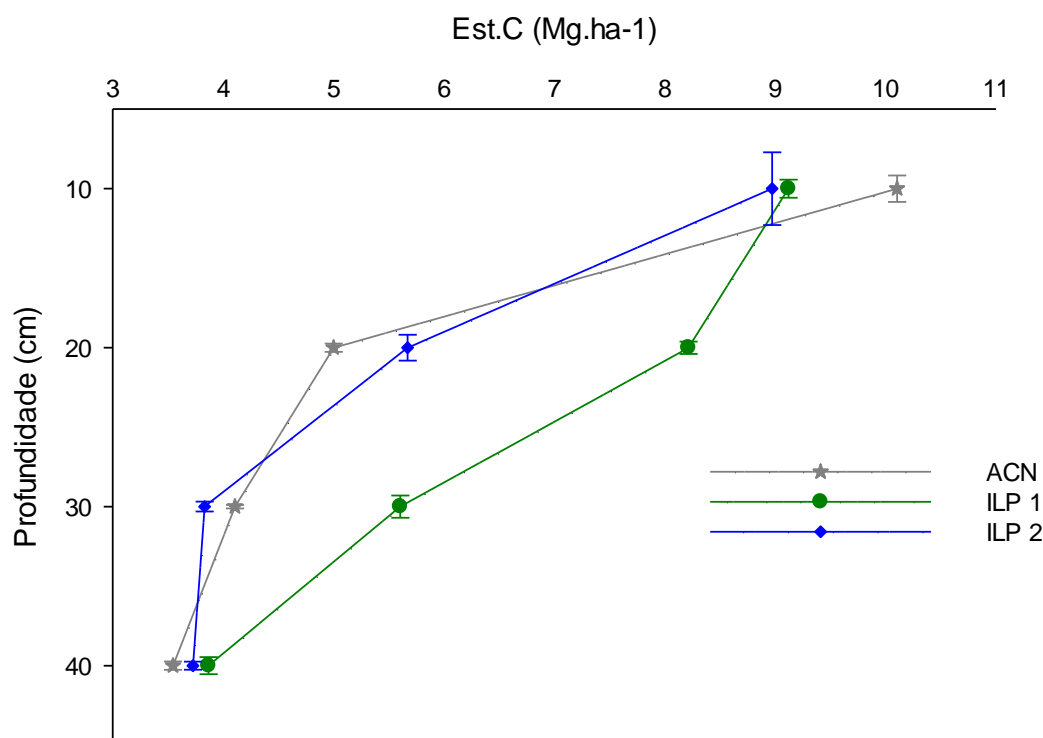


Figura 3. Estoque de carbono nas profundidades 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, nos diferentes sistemas de uso do solo, ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2) no Oeste da Bahia, Barreiras 2017.

Diversos fatores podem alterar o acúmulo de matéria orgânica no solo, principalmente quando se insere o animal. Ao se considerarem condições subtropicais, de solos sob plantio direto e com baixo teor de argila, é necessária a adição de aproximadamente 9,0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca para se manter o estoque inicial de C no solo (Vieira, 2007). Para o solo deste trabalho, por possuir baixo teor de argila e condições ambientais semelhantes, é bem provável que ocorra essa adição.

Trabalhos realizados por (Cassol, 2003; Souza et al., 2008, Lopes, 2008) têm demonstrado que as intensidades de pastejo influenciam grandemente a quantidade total de resíduos orgânicos adicionados ao solo, influenciando assim a entrada de C no sistema, uma vez que há relação direta entre a altura do pasto e a massa de forragem da parte aérea. Da mesma forma, a intensidade de pastejo tem influenciado a massa de raízes, que tem sido, porém, inversamente proporcional à altura do pasto (Souza et al., 2008; Souza, 2008).

3.4 Estoque de carbono orgânico total

Analisando os dados de carbono orgânico total (COT) figura 4, percebe-se que não houve diferença significativa entre as áreas de cerrado nativo e ILP2, entretanto, a área de ILP1 apresentou o maior estoque de carbono orgânico total, esse resultado positivo pode ser em decorrência da implantação do sistema de maneira correta, utilizando práticas de manejo adequadas, causando menor degradação da matéria orgânica do solo, o que possibilita um crescimento radicular regular e, conseqüentemente um bom desenvolvimento da pastagem, ocasionando em maior deposição de material vegetal no solo, protegendo a matéria orgânica e favorecendo o aumento do estoque de carbono orgânico total no solo.

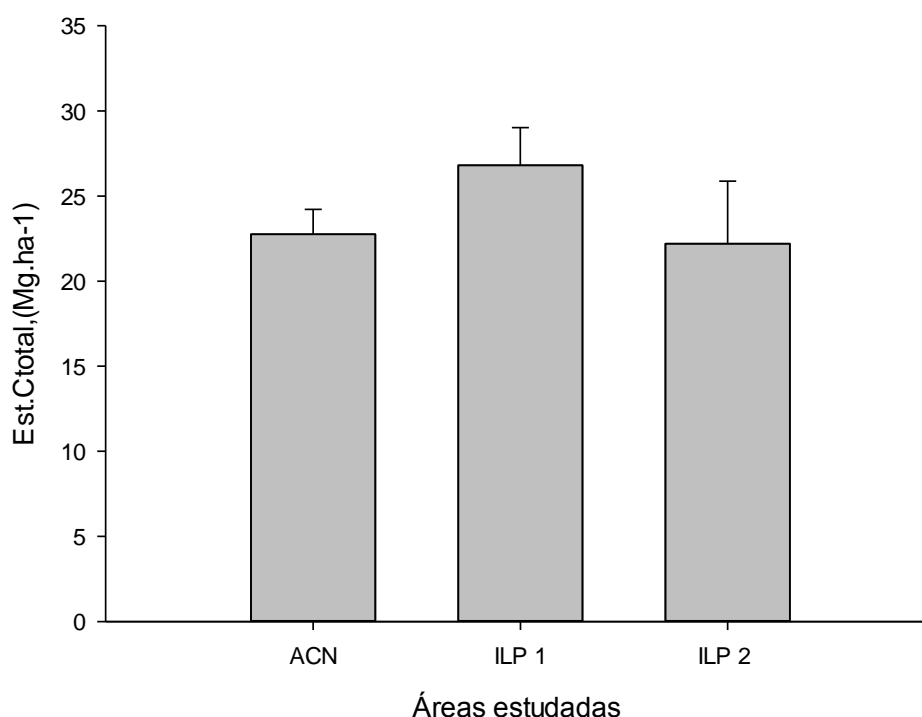


Figura 4. Estoque de carbono orgânico total do solo, nos diferentes sistemas de uso do solo, ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2) no Oeste da Bahia, Barreiras 2017.

Sousa et al. (1997) avaliando os teores de COT no solo com pastagem e com rotação soja/milho observaram aumento no teor de COT quando a pastagem substituída a lavoura e decréscimo neste quando da substituição da pastagem pela

lavoura. Neves et al. (2004) observaram maiores valores COT para os tratamentos com pastagem plantada e cerrado nativo. As pastagens cultivadas, desde que bem manejadas podem manter o nível do estoque de carbono orgânico nas camadas superficiais do solo, equivalente ao estoque sob vegetação natural correspondente (Freitas et al., 2000).

3.5 CO₂ eq total

Nos resultados apresentados na figura 5, observa-se que não houve diferença significativa entre as áreas de cerrado nativo e ILP2, enquanto a área de ILP1 demonstrou maior potencial para sequestrar CO₂, o que se explica pela maior presença de matéria orgânica no solo proveniente de resíduos culturais da parte aérea das plantas e das raízes. O sequestro de CO₂ pelo solo além de melhorar a qualidade dos solos, tem importância direta na redução de danos ambientais, através da redução de emissão de gases que causam o efeito estufa e sequestro de CO₂ atmosférico.

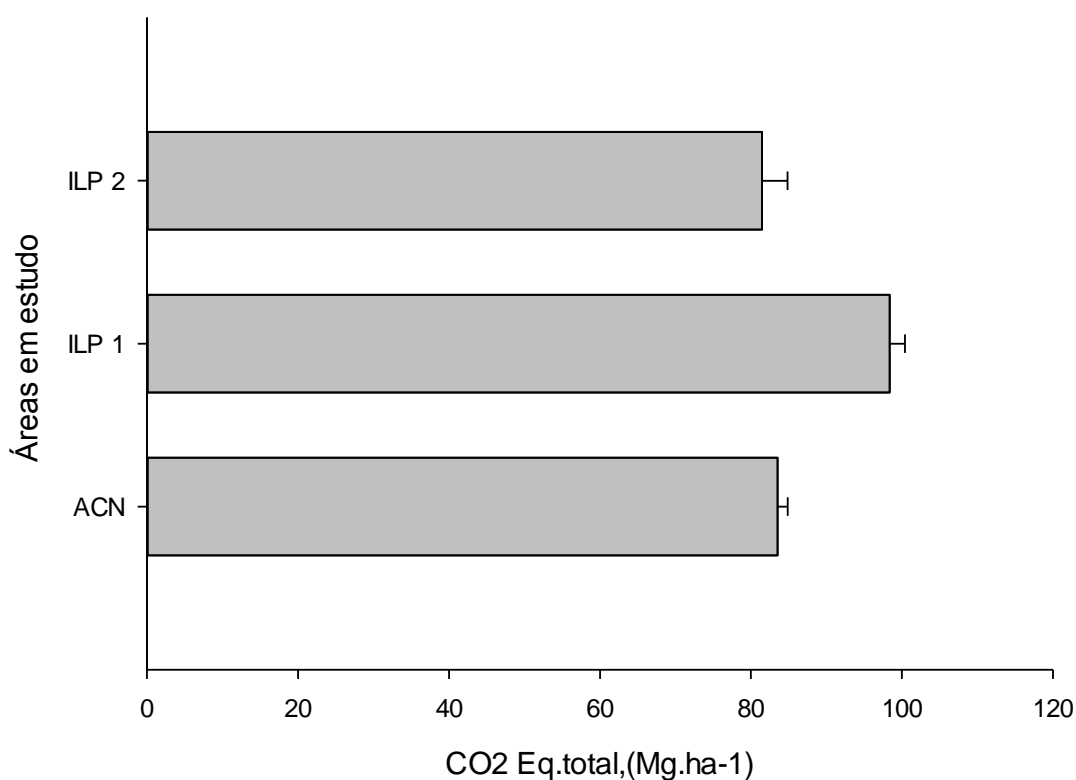


Figura 5. Sequestro de CO₂ total do solo, nos diferentes sistemas de uso do solo, ACN (Área de Cerrado Nativo), AILP1 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 1) e AILP2 (Área de Integração Lavoura-Pecuária 2) no Oeste da Bahia, Barreiras 2017

A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo deixados por sistemas que contemplam o não revolvimento do solo proporcionam a decomposição gradual do material orgânico, que, associado à fração mineral, favorece o aumento do C no solo (Amado et al., 2001; Sá et al., 2001).

CONCLUSÃO

1. As áreas cultivadas em sistema de integração-lavoura pecuária apresentaram menor agregação quando comparadas com o cerrado nativo.
2. Houve diferenças entre a agregação e o carbono total entre as áreas estudadas e entre o cerrado, sendo que a área de ILP1 alcançou maiores valores de carbono orgânico total.
3. O sistema ILP proporcionou valores de C iguais ou mesmo superiores que o cerrado, sendo esse uma opção viável para o sequestro de C nessa região.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. I. Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais. Viçosa: UFV, 2008. 91p. **Dissertação** Mestrado.
- ALMEIDA, A.S.A. *et al.* Biomass and Carbon stocks of Sofala Bay Mangrove Forests. Faculty of Agronomy and Forestry, 2014.
- ALVARENGA, M.I.N. & DAVIDE, A.C. Características físicas e químicas de um latossolo vermelho-escuro e a sustentabilidade de agrossistemas Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:933-942, 1999.
- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:189-197, 2001.
- AZEVEDO, A. C.; BONUMÁ, A. S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 609-617, 2004.
- BALABANE, M.; PLANE, A. F. Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation techniques European Journal of Soil Science, Oxford, v. 55, n. 2, p. 415-427, 2004.
- BALBINO, L. C. *et al.* Changes in porosity and microaggregation in clayed ferralsols of the Brazilian Cerrado. European Journal of Soil Science, Oxford, v. 53, n. 2, p. 219-230, 2002.
- BALBINO, L. C.; Martinez, G. B.; Galerani, P. R. Ações de transferência de tecnologia de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Planaltina: Embrapa Cerrados; Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 52p.
- BAYER, C.; MARTIN NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. & DIEKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian cerrado soil under no-till. Soil Till. Res., 86:237-245, 2006a.
- BRADY, N. c.; WEIL, R. R. The nature and properties of soils. 12. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 881 p.
- BRUCE, J.P.; FROME, M HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R.; PAUSTIAN K. Carbon sequestration in soils. Journal of Soil and Water Conservation 54:382-389. 1998.
- CARVALHO, J. L. N. *et al.* Potencial de Seqüestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2010. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1802/180214231001.pdf>>. Acesso em: 12 Agost. 2017.
- CASSOL, L.C. Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 157p. (Tese de Doutorado)
- 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**, v.22, p. 527-538, 1998.
- CERRI, C.C. *et al.* Dinâmica do carbono nos solos da Amazônia. In: ALVAREZ V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. Os solos nos grandes domínios

morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.61-69, 1996.

COOPER, M; VIDAL-TORRADO, P.; CHAPLOT, V. Origin of microaggregates in soils with ferrallic horizons. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 256-263, 2005.

CORAZZA, E. J. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, p.425-432, 1999.

COSTA, F.S.; GOMES, J.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases do efeito estufa no sistema solo-atmosfera. *Ci. Rural*, 36:693-700, 2006.

COSTA, N. R; et al. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 39:852-863, 2015

COUTINHO, FS, Loss A, Pereira MG, Rodrigues Júnior DJ, Torres JLR. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto, Uberaba, MG. *Comunicata Sci.* 2010;1:100-5.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N. & GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:179-186, 2004.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J.O. & CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:913-923, 2002.

DAWSON, J. J. C.; SMITH, P. Carbon losses from soil and its consequences for land-use management. *Science of the Total Environment*, v. 382, 165-190, 2007

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Integração Lavoura Pecuária Floresta – ILPF, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>. disponível em 30 de Outubro de 2017.

ESWARAN, H.; van den Berg, E.; Reich, P. (1993) Organic carbon in soils of the world. *Soil Science Society American Journal*. v.57.p.192-194

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. J. van (ed.). *Física do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27

FILHO, Gilberto. *O Mito do Desenvolvimento Sustentável*. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F.J.; SKORUPA, L.A.; WINK, N.N.; GUIZOLPHI, I.J.; CAUMO, A.L.; HATORI, T. **Integração lavoura-pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 77).

FREIRE, Octavio. *Solos das regiões tropicais*. Botucatu: FEPAF, 2006.

FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; GAVINELLI.; LARRÉ- LARROUY, M.C.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*; 35: 157-170, 2000.

G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavourapecuária-floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 10, p. i-xii, 2011.

GUARESCHI RF, Pereira MG, PerinA. Carbono, nitrogênio e abundância natural de ¹³C e ¹⁵N em uma cronosequência de agricultura sob plantio direto no Cerrado goiano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 2012.

HAYNES, R.J. & BEARE, M.H. Aggregation and organicmatter storage in Mesothermal Humid soils. In: CARTER, M.R. & STUART, B.A., eds. *Structure and organic matter storage in agricultural soils*. Boca Raton, Lewis Publishers, HODGSON, J. G. *Grazing management: science into practice* . Hong Kong: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 2016/2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?edicao=9202> acesso em 30 de Outubro de 2017.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, V. 35, n. 7, p. 1493-1500, jul. 2000.

JAKELAITIS, A.; Silva, A. A. da; Santos, J. B. dos; Vivian, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.38, p.118-127, 2008.

JASTROW, J. D.; BOUTTON, T. W.; MILLER, R. M. Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 60, n. 3, p. 801- 807, 1996.

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

LOPES, M.L.T. Sistema de integração lavoura-pecuária: Desempenho de novilhos superprecoces e rendimento subsequente da cultura de soja. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 124p. **(Tese de Mestrado)**

LOSS, A.; Pereira, M. G.; Beutler, S. J.; Perin, A.; Anjos, L. H. C. dos. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Revista Ciências Agrárias*, v.55, p.260-268, 2012.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, p.133-146, 2009.

MACHADO, A. de M. M.; FAVARETTO, N. Atributos físicos do solo relacionados ao manejo e conservação dos solos. In: LIMA, M. R. et al. *Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos*. Curitiba: UFPR/ Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 234-254.

MAIA, S. M. F.; Xavier, F. A. da S.; Oliveira, T. S. de; Mendonça, E. de S.; Araújo Filho, J. A. de. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. *Revista Árvore*, v.30, p.837-848, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000500018>

MARCHÃO, R.L. Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna. 2007. 153p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; MACEDO, R.L.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril na região noroeste do Estado de Minas Gerais. *Ciênc. e Agrotec.*, 28:1038-1046, 2004.

PEDROTTI, A.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. Avanços em Ciência do Solo: A Física do solo na Produção Agrícola e Qualidade Ambiental. São Cristovão: Editora UFS, Acaraju: Fapitec, 2009. 212p.

SALTON, J.C. *et al.* Determinação da agregação do solo-Metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico 184, Dourados-MG, 2012.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRICIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.11-21, 2008.

SCHAEFER, C. E. G. R. Microstructure of latosols as long-term biotic constructs. *Australian Journal of*

SILVA, R. F.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, out. 2010.

SOUSA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A.; LOBATO, E. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um latossolo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. ANAIS...Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD-ROM.

SOUZA, E.D. Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; LIMA, C.V.S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J. & CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistemas de integração agricultura-pecuária submetidos a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1273- 1282, 2008.

SOUZA, Nali de J. de. Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Atlas, 5º ed. Revisada, 2005.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, 28:533-542, 2004. Sul, 2004. 162p. (Tese de Doutorado)

TRAPNELL, C. G.; WEBSTER, R. Microaggregates in red earths and related soils in East and Central Africa, their classification and occurrence. *Journal of Soil Science*, Baltimore, v. 37, n. 1, p. 109-123, 1986

VEIGA, M. Propriedades de um Nitossolo Vermelho após nove anos de uso de sistemas de manejo e efeito sobre culturas. 2005. 110f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2005.

VIEIRA, F.C.B. Estoques e labilidade da matéria orgânica e acidificação de um Argissolo sob plantio direto afetado por sistemas de cultura e adubação nitrogenada. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 123p. (Tese de Doutorado).

VIRTO, I.; BARRE, P.; CHENU, C. Microaggregation and organic matter storage at the silt-size scale. *Geoderma*, Amsterdam, v. 146, n. 1/2, p. 326-335, 2008.

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**, Brasília, v. 40, n. 5, p. 487-494, mai. 2005.