ISSN 1983 1501, DOI: 10.7867/1983-1501.2017v19n2p6-16

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

CARBONO E NITROGÊNIO NAS CLASSES DE AGREGADOS DE UM SOLO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE CAMA DE FRANGO

Kelly Dayana Benedet Maas[1], Cristiane Ramos Vieira[2], Oscarlina Lúcia dos Santos Weber[3] e Sulamirtes Suellen de Amorim Magalhães[4]

Resumo: *A matéria orgânica é composta basicamente de carbono e de nitrogênio e um dos seus papéis é a estruturação do solo. Portanto, seu revolvimento ou retirada da área de plantio pode prejudicar a qualidade física do solo. Diante dessa característica, desenvolveu-se estudo para verificar a influência dos teores de carbono e de nitrogênio nos agregados do solo submetido à aplicação de cama de frango. O estudo foi realizado em área submetida ao plantio direto e adubada com cama de frango. A amostragem do solo foi realizada em mini trincheiras de 60x60x60 cm em delineamento inteiramente casualizado, utilizando parcelas subdivididas em três profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm. A separação das classes de agregados foi via seca. Nas amostras de cada classe determinaram-se os teores de C e de N, verificando-se que os teores de C, N e de matéria orgânica foram superiores nas camadas superficiais do solo. Portanto, o acúmulo de matéria orgânica no sistema de plantio direto com aplicação de cama de frango pode melhorar a estabilidade dos agregados e assim, a estrutura do solo.*

Palavras-chave: Estado de agregação. Adubo orgânico. Área agrícola. Área nativa.

1 Introdução

O acúmulo de resíduos oriundos da atividade humana nos meios urbano e rural fez crescer a necessidade de estudar as formas mais adequadas de descartar resíduos urbanos e industriais, como o lodo de esgoto, o lixo urbano, resíduos de curtume e de aviários (ARAUJO et al., 2016; OLIVEIRA; TAVARES FILHO; BARBOSA, 2016; VENDRUSCOLO et al., 2016). Em Mato Grosso o tipo de avicultura que mais se desenvolve é a de corte, seguida pela avicultura de postura e por fim da avicultura de reprodução. Há ainda a avicultura independente, representada pela criação do frango caipira, em menor escala, e criação artesanal (FRANCO, 2009). No entanto, com o aumento da produção de carne de frango, aumentou-se também, o volume de resíduos gerados na atividade, chamado, comumente, de cama de frango.

Por se tratar de material orgânico rico em nutrientes, a cama de frango pode ser utilizada como fertilizante e condicionador do solo. Esse material é rico em N, K e Ca, é fonte de ácidos húmicos e fúlvicos, além de reter umidade, pois cria condições adequadas de porosidade (CARVALHO et al., 2011; VALADÃO et al., 2011; LOURENÇO et al., 2013; LEMOS et al., 2014). Sendo assim, a cama de frango pode substituir, em partes, o adubo mineral, reduzindo custos com a melhoria da fertilidade do solo. Sua utilização é relevante uma vez que, condições ideais de fertilidade do solo são primordiais para qualquer cultivo. No entanto, sua qualidade varia de acordo com o número de animais por área, bem como pela dieta dos mesmos.

Como a cama de frango é um tipo de matéria orgânica, quando distribuída no solo pode promover mudanças nas suas características químicas e físicas, podendo melhorar ou não a fertilidade do solo (VALADÃO et al., 2011; LEMOS et al., 2014; SANTOS et al., 2014). Sendo assim, verifica-se que, uma forma de manter adequadas as condições físicas do solo, mesmo com seu manejo, é por meio da manutenção da matéria orgânica.

A matéria orgânica desempenha a função de condicionar a estrutura do solo e as cadeias de carbono, agregando partículas minerais. Uma quantidade maior de matéria orgânica disponibilizada para o solo proporciona maior qualidade estrutural (SCHIMIGUEL et al., 2014). Ao se fazer uso

[1] E-mail: kellydmaas@gmail.com

[2]E-mail: cris00986@hotmail.com
Universidade de Cuiabá (UNIC) - Avenida Beira Rio, n. 3.100, Bairro: Jardim Europa, CEP: 78065-443.

[3]E-mail: oscsan@uol.com.br

[4]E-mail: sulamorim@yahoo.com.br

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

de sistemas de cultivo que aumentem o teor de matéria orgânica do solo, haverá contribuição para o aumento da estabilidade de agregados e, consequentemente, para a melhoria da qualidade física do solo (VASCONCELOS et al., 2010.)

Matos et al. (2008) observaram que a adubação orgânica, ao longo dos anos, promoveu incremento do carbono orgânico total, da estabilidade dos agregados em água, dos teores de P e de N nas diferentes classes de agregados, e diminuiu a relação C/N e C/P. O carbono orgânico se correlaciona adequadamente com os valores de diâmetro médio ponderado, módulo de finura e percentagem de agregados > 2 mm estáveis em água na avaliação da estabilidade dos agregados do solo (OLIVEIRA et al., 2010).

Segundo Coutinho et al. (2010) o cultivo em sistema de plantio direto com milho + *Brachiaria brizantha* possibilitou aumento nos índices de agregação do solo e nos teores de carbono dos agregados quando comparado ao sistema com milho + *Crotalarea juncea*. Rozane et al. (2010) observaram que, os sistemas de manejo avaliados influenciaram nos tamanhos dos agregados do solo e em sua distribuição na camada de 0-30 cm de profundidade, sendo que, o maior acúmulo de carbono se deu nas camadas superficiais. Hickmann e Costa (2012) também observaram que, o teor de carbono orgânico total variou com a classe de agregados, sendo alterado pelo uso agrícola do solo, observando-se maior acúmulo nos macroagregados. Outros pesquisadores têm estudado a influência de resíduos orgânicos sob a estabilidade de agregados como Arruda et al. (2010), Bonini e Alves (2011), Santos et al. (2012), Vicente et al. (2012) e Prevedello et al. (2014).

O conhecimento de como a adubação orgânica do solo interfere no estoque e na qualidade do carbono orgânico e de nitrogênio nas frações físicas é incipiente e, realizar pesquisas nessa área, trará subsídios para um melhor entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo. Objetivou-se assim, avaliar a distribuição do carbono e do nitrogênio nas classes de agregados de um Latossolo Vermelho distrófico, após a aplicação de cama de frango, em área submetida a plantios sucessivos de soja e milho.

2 Metodologia

O estudo foi realizado no município de Campo Verde-MT, na Fazenda Pirassununga, localizada na BR 070, a 7,5 km de Campo Verde, nas coordenadas geográficas 15º37’00,6”S e 55º11’18,8” W, cujo solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico, textura franco areno argilosa. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Koppen, com precipitação média anual de 1500 mm e médias de temperatura variando entre 18 e 24°C.

Uma das áreas de estudos foi explorada pelo plantio direto com sucessões de culturas e aplicações de cama de aviário como complemento à adubação mineral, por quatro anos consecutivos. A outra área, utilizada como referência, se trata de área nativa típica de Cerrado, contígua à área de plantio.

A área agrícola foi submetida à aplicação de cama de frango a partir do ano de 2005 até 2009, com plantios sucessivos de soja/milho, sendo soja na safra (anos 2005 a 2009) e milho na safrinha (anos 2006 a 2010). As características químicas e granulométricas do solo antes da primeira aplicação da cama de frango foram analisadas conforme Embrapa (1997) e, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo anterior à aplicação de cama de frango

pH	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**Al**	**H+Al**	**M.O.**
$CaCl_2$	mg/dm³			cmol$_c$/dm³			g/kg
5,07	9,4	93,84	2,18	0,5	0,0	3,36	27,08
SB	**CTC**	**V**	**Classe textural**		**Argila**	**Silte**	**Areia**
cmol$_c$/dm³		%			g/kg		
2,92	6,27	46,47	Argilosa		370	65	565

Fonte: Autores (2016)

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

A aplicação da cama de frango se deu uma vez ao ano, anteriormente ao plantio de milho, durante quatro anos consecutivos, sendo 2,5 t/ha ao ano, a lanço. Uma amostra da cama de frango foi retirada para determinações das características químicas (Tabela 2). A utilização da cama de frango foi realizada para complementar as adubações minerais descritas na Tabela 3.

Tabela 2 - Características químicas da cama de frango utilizada

Característica	Unidade	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
N total	g/kg	31,7	29,8	34,3	22,7
P_2O_5		70,1	24,5	24,8	31,4
K_2O		14,9	27,5	22,2	33,1
Ca		155,0	35,1	21,8	44,8
Mg		8,7	7,3	7,6	7,7
S		3,1	-	3,4	-
Zn	mg/kg	548	-	31	-
Cu		430	-	36	-
Fe		3592	-	958	-
Mn		330	-	59	-
B		147	-	128	-
M.O.	g/kg	437	560	631	480
C total		243	311	389	267
C/N	%	7/1	10/1	11/1	12/1
pH		8,5	8,4	7,4	7,7
Umidade		6,9	-	3,2	14,2

Fonte: Autores (2016)

Para as retiradas das amostras, delimitaram-se duas parcelas experimentais: uma sob sistema de plantio direto com aplicação de fertilização mineral e cama de aviário (Tabela 3) e, outra sob área nativa. Foram abertas nove mini-trinheiras de 60x60x60 cm em cada área, seguindo caminhamento ao acaso. As amostras semideformadas foram coletadas nas profundidades de 0–10 cm, 10–20 cm e 20-30 cm, com auxílio de pá de corte. Para tanto, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com esquema em parcelas subdivididas.

As amostras foram acondicionadas em recipientes de alumínio, identificadas, embaladas em plástico e, armazenadas em caixa de isopor com gelo para o transporte até o laboratório. Em seguida, foram transferidas para freezer, mantendo a temperatura de 18ºC negativos até o momento da análise.

A separação das classes de agregados do solo foi realizada por via seca através de um conjunto de peneiras com malha de 2,0, 1,0, 0,5, 0,25, e 0,125 mm, utilizando um agitador de peneiras submetendo uma amostra de 200 g a 5 minutos de vibração. De cada peneira foram tomados os pesos e, os agregados de 2 e de 1 mm foram destorroados. Para as amostras de cada classe determinaram-se os teores de C e de N. O carbono orgânico (CO) foi determinado pelo método descrito em Yeomans e Bremner (1988). Para determinação de N total, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e N dosado por meio da destilação Kjeldahl (BREMNER; MULVANEY, 1982). Enquanto, o teor de matéria orgânica foi determinado de acordo com a metodologia da Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5%, utilizando-se o aplicativo computacional Assistat 7.6 beta.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

Tabela 3 - Insumos utilizados no período de sucessão de culturas

Safra	Insumos utilizados nas culturas
2005/2006 SOJA TMG 103 (safra) MILHO AG 9010 (safrinha)	FOSMAG (16% P_2O_5, 16% K_2O, 10% Ca) – 0,3t/há KCl (60% K_2O) – 0,08 t/ha Ureia – 0,06 t/ha Basfoliar Manganês – 2 L/ha Calcário calcítico – 0,380 t/ha NPK (20-0-20) – 0,2 t/ha
2006/2007 SOJA MON-SOY 6101 (safra) MILHO AS 1570 (safrinha)	Superfosfato simples – 0,7 t/ha KCl (60% K_2O) – 0,10 t/ha Ureia – 0,02 t/ha Basfoliar soja – 0,66 L/ha Basfoliar Manganês – 3,33 L/ha Fertilis Manganês Max – 3 L/ha FOSMAG – 0,21 t/ha Ureia – 70 kg/ha
2007/2008 SOJA TMG 121(safra) MILHO DKB 177 (safrinha)	Calcário dolomítico – 1,41 t/ha NPK 01-29-00 + 16%Ca + 7% S – 0,3 t/ha Ureia – 0,05 t/ha Basfoliar Manganês – 4,50 L/ha NPK (16-16-16) – 0,29 t/ha Ureia – 0,07 t/ha KCl – 0,30 t/ha
2008/2009 SOJA MON-SOY 8336 (safra) MILHO AG 7088 (safrinha)	NPK (03-30-10) – 0,25 t/ha KCl – 0,06 L/ha Folisuper 600 BR – 0,8 L/ha NPK (0-16-16) – 0,27 t/ha Ureia – 65 kg/ha
2009/2010 MILHO AG 5 (safrinha)	Ureia NPK (07-40-0)

Fonte: Autores (2016)

3 Resultados e discussão

Em geral, observou-se que a utilização de cama de frango influenciou na estruturação dos agregados conforme a profundidade do solo, devido o aumento ou redução nos teores de C e de N (Tabelas 4, 5 e 6), em comparação com a área de Cerrado nativo.

Tabela 4 - Carbono (g/kg), nitrogênio (g/kg), matéria orgânica (%) e relação C/N nas classes de agregados do solo na camada de 0 a 10 cm e por tipo de uso do solo

Tratamento	Classes de agregados (mm)				
	2	1	0,5	0,25	0,125
			Carbono		
Cama	29,25 Bb	28,22 Bb	22,29 Cb	23,25 Cb	33,82 Aa
Cerrado	34,23 Ba	41,08 Aa	36,95 Ba	27,03 Ca	34,05 Ba
			Nitrogênio		
Cama	1,87 Ba	1,96 Ba	1,74 Cb	1,64 Ca	2,23 Aa
Cerrado	1,86 Ba	1,98 Ba	2,14 Aa	1,73 Ca	1,93 Bb
			C/N		
Cama	15,79 Ab	14,74 Ab	12,79 Ab	14,36 Aa	15,6 Ab
Cerrado	18,77 Ba	21,29 Aa	17,8 Ba	16,01 Ba	18,20 Ba
			MO		
Cama	3,31 Aa	2,48 Aa	2,88 Aa	2,55 Aa	2,84 Aa
Cerrado	1,15 Aa	1,26 Aa	1,24 Aa	0,89 Aa	1,04 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Fonte: Autores (2016)

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

Tabela 5 - Carbono (g/kg), nitrogênio (g/kg), matéria orgânica (%) e relação C/N nas classes de agregados do solo na camada de 10 a 20 cm e por tipo de uso do solo

Tratamento	Classes de agregados (mm)				
	2	1	0,5	0,25	0,125
			Carbono		
Cama	11,98 Bb	13,7 Bb	11,27 Bb	13,17 Ba	23,30 Aa
Cerrado	20,27 Aa	20,42 Aa	19,96 Aa	14,54 Ba	19,72 Ab
			Nitrogênio		
Cama	1,05 Ab	1,03 Ab	1,03 Ab	1,04 Aa	1,44 Aa
Cerrado	1,21 Aa	1,27 Aa	1,25 Aa	1,11 Ba	1,23 Ab
			C/N		
Cama	12,22 Bb	13,16 Bb	11,36 Bb	13,02 Ba	16,13 Aa
Cerrado	17,38 Aa	16,49 Aa	16,58 Aa	13,94 Aa	16,65 Aa
			MO		
Cama	2,29 Aa	2,34 Aa	2,42 Aa	2,32 Aa	2,89 Aa
Cerrado	0,67 Aa	0,65 Aa	0,73 Aa	0,60 Aa	0,75 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Fonte: Autores (2016)

Tabela 6 - Carbono (g/kg), nitrogênio (g/kg), matéria orgânica (%) e relação C/N nas classes de agregados do solo na camada de 20 a 30 cm e por tipo de uso do solo

Tratamento	Classes de agregados (mm)				
	2	1	0,5	0,25	0,125
			Carbono		
Cama	10,00 Bb	11,83 Bb	12,75 Bb	12,73 Ba	17,84 Aa
Cerrado	15,94 Aa	14,40 Ba	15,74 Aa	12,57 Ba	17,64 Aa
			Nitrogênio		
Cama	0,92 Bb	0,96 Bb	0,97 Ba	1,00 Ba	1,18 Aa
Cerrado	1,07 Aa	1,10 Aa	1,03 Ba	0,95 Ba	1,11 Aa
			C/N		
Cama	10,95 Ab	12,24 Aa	12,83 Aa	12,68 Aa	15,3 Aa
Cerrado	15,68 Aa	13,26 Ba	15,81 Aa	13,09 Ba	16,20 Aa
			MO		
Cama	1,94 Aa	1,76 Aa	1,96 Aa	1,92 Aa	2,08 Aa
Cerrado	0,66 Aa	0,58 Aa	0,61 Aa	0,55 Aa	0,59 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Fonte: Autores (2016)

3.1 Carbono

Os teores de C foram superiores na camada de 0 a 10 cm, se destacando na área de Cerrado. Nessa área e camada, os teores foram superiores nos agregados retidos na peneira de 1 mm, com médias entre 27,03 e 41,08 g/kg. Resultados que estão diretamente relacionados à condição de não revolvimento do solo, o que manteve os teores de C nas frações do solo. De acordo com Mafra et al. (2008) a adição de serrapilheira é responsável pelo acúmulo de carbono na camada superficial do solo, à medida que a mesma vai sendo decomposta e humificada.

No solo em que foi aplicada a cama de frango, as médias variaram de 22,29 a 33,82 g/kg. Essa redução dos teores de C no solo com cama de frango pode estar relacionada ao revolvimento do solo, principalmente das camadas mais superficiais, onde se encontram as maiores concentrações do elemento. Isso demonstra que o uso do solo de forma contínua influencia na dinâmica da matéria orgânica e nos teores de C e de N. Ao passo que, no solo de Cerrado há a deposição de material orgânico que protege a superfície e é maior que na área do solo com cama de frango. Além disso, a ciclagem de nutrientes no solo de Cerrado não ocorre com a mesma intensidade do solo utilizado com algum plantio.

Vários autores também observaram maiores teores de C em área nativa com floresta, independente da camada e da classe de agregado (OLIVEIRA et al., 2010;

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

COUTINHO et al., 2010; COSTA JUNIOR et al., 2011; LOSS et al., 2011; HICKMANN; COSTA, 2012). Segundo esses autores, os resultados indicam maior estabilidade dos agregados nos solos, que está relacionada com o maior contato com os resíduos culturais deixados em superfície (COSTA JUNIOR et al., 2012).

Loss et al. (2011) verificaram que, a intensa deposição de serapilheira, em virtude da condição natural do solo e da estabilidade do sistema, principalmente estabilidade física, acarretam em maior proteção dos teores de C e N no interior dos agregados. O que pode ter ocorrido nas condições de vegetação nativa de Cerrado. Em contrapartida, no sistema de plantio convencional, a maior aeração causa a perda de C orgânico e seu estoque no solo (COSTA et al., 2008).

Nas demais camadas (10 a 20 cm e 20 a 30 cm) no presente trabalho, os teores de C também foram maiores na área de Cerrado, exceto nos agregados da peneira de 0,125 mm da camada de 10 a 20 cm, no qual os teores foram superiores na área de solo com cama de frango. Além disso, a matéria orgânica do solo pode ter sido inicialmente protegida contra a decomposição e adsorvida aos minerais de argila, com subsequente papel na formação de meso e macroagregados (ANDERS et al., 2010). A variação nos teores de C foi de 11,27 a 23,30 g/kg no solo com cama de frango e, de 14,54 a 20,42 g/kg no solo de Cerrado. De acordo com Loss et al. (2011) os maiores teores de carbono orgânico total (COT) e de N nos agregados estão relacionados à melhoria da qualidade física do solo.

Na camada de 20 a 30 cm, os agregados das peneiras de 0,25 e de 0,125 mm apresentaram teores de C pouco superiores no solo com cama de frango, sem diferenças significativas. Os teores variaram de 10,00 a 17,84 g/kg no solo com cama de frango e de 12,57 a 17,64 g/kg no solo de Cerrado. Os resultados sugerem que ocorre maior proteção do C nessas classes de agregados, o que permitiu menor degradação pela microbiota do solo, também sugerido por Loss et al. (2011).

Oliveira et al. (2010), Rozane et al. (2010), Costa Junior et al. (2011) e Hickmann e Costa (2012) também observaram redução de C em camadas mais profundas, quando comparadas às primeiras camadas de solo. Souza, Marcelo e Centurion (2012) atribuem a redução dos teores de C com o aumento da profundidade à utilização de máquinas que revolvem o solo.

Segundo Costa Junior et al. (2012) as vantagens de utilização de práticas conservacionistas, como o sistema de plantio direto no aumento da agregação do solo concomitantemente com o aumento dos teores de C na camada de 0-5 cm alertam para a vulnerabilidade do C do solo sob diferentes sistemas de manejo. O que também pode ser verificado após a adição de material orgânico para a fertilização do solo.

Portanto, a adição de cama de frango no solo pode promover aumento nos teores de C nas menores classes de agregados, o que não se observa nos agregados com maior diâmetro. No entanto, as diferenças nos teores de C entre os dois solos diminuíram com o aumento da profundidade, havendo maior acúmulo de C em camadas mais subsuperficiais.

3.2 Nitrogênio

Em geral, houve redução do teor de N com o aumento da profundidade tanto no solo de Cerrado quanto no solo em que foi aplicada a cama de frango. Sendo as maiores médias observadas na camada de 0 a 10 cm.

Portugal et al. (2010), Costa Junior et al. (2011) e Nunes et al. (2011) também verificaram redução nos teores de N conforme o aumento da profundidade. Isso se deve ao fato de que mais de 95% do N total do solo está associado à MO que se encontra em maior quantidade na superfície do solo (RANGEL; SILVA, 2007).

No entanto, os teores de N tiveram pouca diferença, comparando o solo com cama de frango e o solo de área de Cerrado nativo, que pode estar relacionada à maior quantidade de macroagregados que protegem a MOS contra a acentuada oxidação microbiana na área de plantio com aplicação de cama de frango (ANDERS et al., 2010).

Na camada de 0 a 10 cm, os teores de N foram superiores na área de Cerrado, com médias variando de 1,73 a 2,14 g/kg. Com exceção para o agregado de 0,125 mm, em que os teores de N foram superiores no

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

solo com cama de frango, enquanto que, no solo de Cerrado, as médias variaram de 1,64 a 2,23 g/kg, sendo superiores nos agregados com 0,5 mm.

De acordo com Costa Junior et al. (2011) isso ocorre devido à destruição acentuada da estrutura original do solo, ocorrida em sistemas de plantios, que pode acarretar em decréscimo da MOS pelo aumento da atividade microbiana, refletindo em menores valores de N nos agregados do solo. Esses autores concluíram que os sistemas de manejo afetam predominantemente a camada 0-5 cm de solo e que os agregados > 2,0 mm e os macroagregados estão moderadamente relacionados com os teores de N, auxiliando a explicar os maiores resultados para os teores de N em áreas nativas de Cerrado.

Portugal et al. (2010), Costa Junior et al. (2011), Loss et al. (2011) e Fracetto et al. (2012) também observaram maiores valores de N em solo de área nativa de Cerrado. De acordo com Portugal et al. (2010) isso se deve ao maior aporte de restos vegetais nesse sistema, além da maior proteção do solo contra impactos de gotas de chuva, já que nesse sistema não há revolvimento e/ou cultivo agrícola.

Na camada de 10 a 20 cm, os teores de N foram superiores na área nativa de Cerrado, com médias entre 1,11 e 1,27 g/kg, exceto nos agregados de 1 e de 0,5 mm. Os teores de N, no solo com aplicação de cama de frango, de 1,03 a 1,44 g/kg, foram superiores nos agregados de 0,125 mm. Na camada de 20 a 30 cm do solo com cama de frango, os teores de N variaram de 0,92 a 1,18 g/kg, sendo superiores nos agregados da peneira de 0,125 mm. No solo de Cerrado, variaram de 1,03 a 1,11 g/kg, com os maiores teores nos agregados de 1 e de 0,125 mm.

A adição de cama de frango ao solo pode promover aumento nos teores de N nas menores classes de agregados, favorecendo a obtenção de valores semelhantes aos do sistema natural, o que pode ser explicado pela MO adicionada ao solo na forma de cama de frango, cuja composição pode ser rica em N.

3.3 Relação C/N

A relação C/N pode indicar uma atividade biológica mais ou menos intensa, além do grau de humificação e estabilidade da matéria orgânica do solo (SANTOS, 2007). No entanto, observou-se que, esta foi semelhante em todas as camadas do solo com aplicação de cama de frango (Tabelas 4, 5 e 6). Demonstrando que os teores de C e de N variam mais em relação às classes de agregados. Ao passo que, no solo de Cerrado obtiveram-se valores superiores na camada de 0 a 10 cm, permanecendo semelhantes nas demais camadas.

Valores superiores de relação C/N em solo da área de Cerrado podem estar relacionados aos teores de C presentes na serapilheira, principalmente por se tratar de material mais rico em MO. Nesse ambiente de diversidade pode haver material com diferentes concentrações de lignina, facilitando ou não sua degradação.

Na camada de 0 a 10 cm, as médias para relação C/N foram superiores no solo de Cerrado nativo, variando de 16,01 a 21,29; sendo maiores nos agregados da peneira de 1 mm, enquanto que no solo com cama de frango as médias variaram de 12,79 a 15,79.

Na camada de 10 a 20 cm, no solo com aplicação de cama de frango, as médias de relação C/N variaram de 11,36 a 16,13, sendo superiores nos agregados da peneira de 0,125 mm. No solo de Cerrado nativo não houve diferença significância entre as médias que variaram entre 13,94 e 17,38.

Na camada de 20 a 30 cm, as médias de relação C/N do solo com aplicação de cama de frango variaram entre 10,95 e 15,3. No solo de Cerrado nativo, as médias permaneceram entre 13,09 e 16,20. Loss et al. (2011), Santos et al. (2011) e Campos et al. (2013) observaram médias semelhantes para a relação C/N do solo.

Moreira e Siqueira (2002) consideram que valores de relação C/N maiores que 20 significam que o processo dominante é a imobilização. Nesse caso, ressalta-se que somente nos agregados retidos na peneira de 1 mm em solo de Cerrado se observou valores maiores que 20. Portanto, a mineralização foi o processo predominante, tanto em solo de Cerrado quanto em solo com cama de frango, em todas as camadas e classes de agregados. Vale ressaltar que a maior relação C/N acarreta uma degradação mais lenta da MO e favorece o acúmulo de COT e N nos agregados do solo (LOSS et al., 2011).

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

Os materiais vegetais das áreas de Cerrado e de plantio possuem relação C/N mais baixa, facilitando sua degradação e a liberação de nutrientes para o solo.

3.4 Matéria orgânica

Sob condições naturais, o solo organiza-se ao longo do tempo em uma estrutura bem definida pela sua composição granulométrica, química e atuação dos agentes biológicos, subordinados às condições ambientais em que está inserido. A conversão da condição natural para agricultura convencional impõe mudanças drásticas nessa estabilidade, refletindo-se na perda da MO e dos agregados mais complexos, representados pelos macroagregados estáveis em água (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

No entanto, na presente pesquisa não houve diferença nos teores de MO nas classes de agregados em solo de Cerrado e no solo com aplicação de cama de frango, nas diferentes profundidades. Isso pode ter ocorrido porque na área de Cerrado nativo existe uma diversidade de material, com diferentes composições, facilitando ou não sua decomposição.

No solo com aplicação de cama de frango submetido ao plantio direto, a decomposição pode estar ocorrendo mais lentamente, pois depende da microbiota do solo, da quantidade e da composição do material orgânico. De acordo com Schimiguel et al. (2014) sistemas que adotam menor revolvimento do solo e a manutenção de palhada sobre a superfície podem interromper o declínio da qualidade estrutural dos solos cultivados, assim como promover a recuperação dos solos já degradados. Ressalta-se ainda que, a estabilidade dos agregados pode estar associada ao aporte de C via produção de matéria seca das culturas e à presença de C no solo, que é importante constituinte dos agentes ligantes (BLAIR et al., 2006), fazendo da MO o principal agente de estabilização dos agregados do solo (CASTRO FILHO et al., 1998).

No entanto, em ambos os casos se observou redução nos teores de MO com o aumento da profundidade do solo, resultados semelhantes aos observados por Vicente et al. (2012) e Mota et al. (2013). De acordo com Braida et al. (2006) a matéria orgânica do solo é fundamental na ciclagem de nutrientes, na complexação de metais e na atividade da biota do solo, portanto, sua presença nas camadas mais superficiais, onde se concentra grande parte do sistema radicular, é um aspecto benéfico no sistema agrícola.

De acordo com Aratani et al. (2009) a maior agregação no sistema mata nativa é resultante do acúmulo de MO, que influencia fortemente a agregação do solo. Os sistemas sob cultivo, por revolverem o solo, destroem os agregados e favorecem a oxidação da MO, causando redução do teor desse agente cimentante.

Portanto, em áreas em que o solo não sofre revolvimento e recebe adubação orgânica, o material vegetal decompõe gradativamente, disponibilizando nutrientes à cultura. Nessas áreas, a qualidade física do solo tende à semelhança com a de um ambiente nativo, pois recupera a estabilidade e agregação das partículas do solo. Luciano et al. (2010) observaram melhor agregação do solo em mata natural, a qual pode ter sido influenciada pela atividade biológica. Ao passo que, os sistemas de usos alteram os atributos do solo, especialmente a densidade do solo, macro e microporosidade do solo, resistência do solo à penetração e volume total de poros (SOARES et al., 2016).

4 Conclusões

As áreas cujos solos foram submetidos às aplicações de cama de frango apresentaram diferenças quanto aos teores de C e de N, que reduziram conforme a profundidade.

Na área nativa de Cerrado os teores de C e de N foram maiores que nas áreas com aplicações de cama de frango, indicando maior estabilidade física.

Não houve diferença quanto aos teores de MO em relação às áreas estudadas. Dessa forma, devido ao acúmulo de MO, o sistema de plantio direto com adição de cama de frango pode melhorar a estabilidade dos agregados e assim, a estrutura do solo.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

5 Carbon and Nitrogen in Aggregate Classes of a Soil Submitted to Chicken Litter Application

Abstract: *Organic matter is composed by carbon and nitrogen and one of its roles is the structuring of the soil. Therefore, dig or remove the organic matter from the planting area may impair soil physical quality. Because of this characteristic, a study was developed to verify the influence of the levels of C and N in aggregates of soil submitted to chicken litter applications. The study was conducted in an area submitted to no-tillage system fertilized with chicken litter. Soil sampling was carried out in 60x60x60 cm mini trenches in a completely randomized design, using plots subdivided into three depths: 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm. The separation of aggregate classes was via dry. In the samples of each class the levels of C and N were determined, being verified that carbon, nitrogen and organic matter were higher in the surface layers of the soil. The accumulation of organic matter in the no-tillage system with application of chicken litter can improve the stability of the aggregates and thus, the soil structure.*

Keywords: State of aggregation; organic fertilizer; agricultural area; native area.

6 Referências

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

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F. Qualidade física de um latossolo vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 677-687, 2009.

ARAUJO, E. F.; ARAUCO, A. M. S.; LACERDA, J. J. J.; RATKE, R. F.; MEDEIROS, J. C. Crescimento e balanço nutricional de mudas de *Enterolobium contortsiliquum* com aplicação de substratos orgânicos e água residuária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 86, p. 169-177, 2016.

ARRUDA, C. A. O.; ALVES, M. V.; MAFRA, A. L.; CASSOL, P. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; SANTOS, J. C. P. Aplicação de dejeto suíno e estrutura de um Latossolo vermelho sob semeadura direta. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 804-809, 2010.

BLAIR, N.; FAULKNER, R. D.; TILL, A. R.; POULTON, P. R. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility: Part I: Broadbalk experiment. **Soil & Tillage Research**, v. 91, p. 39-47, 2006.

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C. Estabilidade de agregados de um Latossolo vermelho degradado em recuperação com adubos verdes, calcário e gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1263-1270, 2011.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 605-614, 2006.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L. **Methods of soil analysis**: chemical and microbiological properties. Madison: ASA, 1982. p. 595-624.

CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; BRASIL, E. L.; IWATA, B. F. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 304-312, 2013.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; PASSOS, A. M. A.; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 527-538, 1998.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

COSTA JUNIOR, C.; PICCOLO, M. C.; CAMARGO, P. B.; BERNOUX, M. M. Y. SIQUEIRA NETO, M. Nitrogênio e abundância natural de 15N em agregados do solo no bioma Cerrado. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos, v. 15, n. 2, p. 47-66, 2011.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1311-1321, 2012.

COUTINHO, F. S.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES, JUNIOR, D. J.; TORRES, J. L. R. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, Minas Gerais. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 100-105, 2010.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. 2.ed. Embrapa: Rio de Janeiro, RJ, 1997. 212p.

FRACETTO, F. J. C.; FRACETTO, G. G. M.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; SIQUEIRA NETO, M. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na Caatinga. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1545-1552, 2012.

FRANCO, C. **Análise das transações e estruturas de governança na cadeia produtiva da avicultura de corte em Mato Grosso**. Cuiabá-MT: Universidade Federal de Mato Grosso. 2009. 181f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1055-1061, 2012.

LEMOS, M. S.; MAIA, E.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Uso da cama de frango como adubo na agricultura. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rolim de Moura, v. 3, n. 1, p. 57-68, 2014.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.

LOURENÇO, K. S.; CORRÊA, J. C.; ERNANI, P. R.; LOPES, L. S.; NICOLOSO, R. S. Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 462-471, 2013.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; KURTZ, C.; FAYAD, J. A. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 1, p. 09-19, 2010.

MAFRA, A. L.; GUEDES, S. F. F.; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A.; ROSA, J. D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 217-224, 2008.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J. C. C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1221-1230, 2008.

MOREIRA, F. M.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G. ASSIS JUNIOR, R. N. Qualidade física de um cambissolo sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n 5, p. 1196-1206, 2013.

NUNES, R. S.; LOPES, A. A. C.; SOUSA, D. M. G.; MENDES, I. C. 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, 2011.

OLIVEIRA, V. S.; ROLIM, M. M.; VASCONCELOS, R. F. B.; PEDROSA, E. M. R. Distribuição de agregados e carbono orgânico em um Argissolo amarelo distrocoeso em diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 907-913, 2010.

OLIVEIRA, J. G. R.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 66-80, 2016.

PORTUGAL, A. F.; JUNCKSH, I.; SCHAEFER, C. E. R. G.; NEVES, J. C. L. Estabilidade de agregados em Argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 545-553, 2010.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.19, n. 2, p.6-16, jul./dez. 2017

PREVEDELLO, J.; VOGELMANN, E. S.; KAISER, D. R.; FONTANELA, E.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Agregação e matéria orgânica de um Argissolo sob diferentes preparos do solo para plantio de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 78, p. 149-158, 2014.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, 2007.

ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo vermelho distrófico, sob diferentes manejos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 24-32, 2010.

SANTOS, E. **Carbono, nitrogênio e relação C/N em gleissolo e cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da floresta ombrófila densa, Antonina – PR**. Curitiba-PR: Universidade Federal do Paraná. 2007. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SANTOS, D. C.; PILLON, C. N.; FLORES, C. A.; LIMA, C. L. R.; CARDOSO, E. M. C.; PEREIRA, B. F.; MANGRICH, A. S. Agregação e frações físicas da matéria orgânica de um Argissolo vermelho sob sistemas de uso no bioma pampa**.** **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1735-1744, 2011.

SANTOS, D. S.; ARRUDA, E. M.; MORAES, E. R.; FRANCO, F. O.; ARAÚJO, J. R.; RESENDE, T. M.; BORGES, E. N.; RIBEIRO, B. T. Atributos físicos e matéria orgânica de áreas de Latossolo utilizadas para atividade pecuária no bioma Cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 500-508, 2012.

SANTOS, L. B.; CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, P. S. R.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; NERES, M. A. Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 272-281, 2014.

SCHIMIGUEL, R.; SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; HARTMAN, D. C.; ZUFFO, J. Estabilidade de agregados do solo devido a sistemas de cultivo. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v. 9, n. 1, [s.p.], 2014.

SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M. SANTOS, L. A. C.; FONSECA, J. S.; SOUZA, Z. M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v. 59, n. 1, p. 9-15, 2016.

SOUZA, H. A.; MARCELO, A. V.; CENTURION, J. F. Carbono orgânico e agregação de um Latossolo vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 658-663, 2012.

VALADÃO, F. C. A; MAAS, K. D.B.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JUNIOR, D. D.; SILVA, T. J. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V. S.; COSTA, Y. D. J.; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 309-316, 2010.

VENDRUSCOLO, E. P.; LEAL, A. J. F.; ALVES, M. C.; SOUZA, E. J.; SOUTO FILHO, S. N. Atributos químicos de solo degradado em função da adoção de biochar, culturas de cobertura e residual da aplicação de lodo de esgoto. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 59, n. 3, p. 235-242, 2016.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 213-223, 2011.

VICENTE, T. F. S. PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; OLIVEIRA, V. S.; OLIVEIRA, A. K. S.; SOUZA, A. M. P. L. Relações de atributos do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1215-1222, 2012.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.