



Granulometria e teores de carbono e nitrogênio em diferentes profundidades de um solo sob sistemas integrados de produção

Augusto César Falcão Sampaio^{1*}, Edgley Soares da Silva¹, José Frutuoso do Vale Júnior¹, Edmilson Evangelista da Silva², Bruna Rufino dos Santos², Rafaela Figueiredo de Oliveira³

RESUMO: Os sistemas integrados de produção são alternativas de conservação dos recursos naturais e tem por essência incluir culturas anuais e espécies silviculturais juntamente com pastagens em mesma área, cujo uma das finalidades é de melhorar as características físicas e químicas do solo. Neste sentido, objetivou-se avaliar a granulometria e os teores de carbono e nitrogênio em diferentes profundidades de um solo sob sistemas integrados de produção em ecossistema amazônico. O estudo foi realizado em dois períodos distintos, novembro de 2015, que localmente condiz com a época seca, e repetido em agosto de 2016 no auge da época chuvosa, no município de Iracema, estado de Roraima, Brasil. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 com quatro repetições. Foram avaliadas quatro áreas: (integração Lavoura-Pecuária, integração Lavoura-Pecuária-Floresta, floresta nativa e uma área de pastagem extensiva), e duas profundidades do solo: (0-10 e 10-20 cm). Concluiu-se que a granulometria revela um ARGISSOLO AMARELO Distrófico de textura média a argilosa, com os valores de argila aumentando em profundidade em todas as áreas estudadas. Os maiores teores de carbono orgânico estão nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta, especialmente na camada de 0 – 10 cm, no período seco. O maior teor de carbono lábil está presente no solo de área de pastagem no período seco e na floresta nativa no chuvoso. O nitrogênio não sofre alteração com as áreas de estudo e profundidades do solo.

Palavras-chave: indicadores de qualidade do solo, sistemas de integração, sensibilidade ao manejo.

Granulometry and carbon and nitrogen contents at different depths of a soil under integrated production systems

ABSTRACT: Integrated production systems are alternatives for the conservation of natural resources and are essentially to include annual crops and silvicultural species together with pastures in the same area, whose purpose is to improve the physical and chemical characteristics of the soil. In this sense, the objective was to evaluate the granulometry and the carbon and nitrogen contents in different depths of a soil under integrated systems of production in Amazonian ecosystem. The study was conducted in two distinct periods, November 2015, locally consistent with the dry season, and repeated in August 2016 at the height of the rainy season, in the municipality of Iracema, Roraima state, Brazil. A completely randomized design was used in a 4x2 factorial scheme with four replications. Four areas were evaluated: (crop-livestock integration, crop-livestock-forest integration, native forest and extensive pasture area), and two soil depths (0-10 and 10-20 cm). It was concluded that the granulometry reveals a YELLOW ARGISSOL DISTRICT of medium texture to clayey, with values of clay increasing in depth in all the studied areas. The highest levels of organic carbon are in the crop-livestock and crop-livestock-forest integration systems, especially in the 0-10 cm layer in the dry period. The highest labile carbon content is present in the pastureland soil in the dry season and in the native forest in the rainy season. Nitrogen does not change with study areas and soil depths.

Keywords: indicators of soil quality, systems of integration, sensitivity to management.

INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal abrange 5,2 milhões de km², de 2,8 milhões de hectares (CONAB, 2016). O representando aproximadamente 25,6% do território brasileiro (LAPOLA et al., 2014). Deste total, a estado de Roraima está dentro do domínio da utilização de áreas cultivadas corresponde em torno amazônia legal, com área próxima de 4 milhões de

Recebido em 08/10/2018; Aceito para publicação em 04/12/2019

¹ Universidade Federal de Roraima

² Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

³ Faculdade Roraimense de Ensino Superior

* Email: augusto.sampaio@ifpa.edu.br

hectares, que abrange a savana do norte da Amazônia (BARBOSA, FEARNSTIDE 2000).

A atividade agropecuária se potencializa em Roraima pelo avanço tecnológico, que favorece a incorporação ao processo produtivo do estado, com terras planas, de menor valor e maior produtividade, propiciado pelo desenvolvimento da infraestrutura, ampliando a participação da região na produção nacional. Além disso, a região também obteve aumento de produção, principalmente relacionados à ampliação das áreas cultivadas, em sua grande parte sob pastagens. O agravante é que a maioria das pastagens cultivadas no estado adota sistemas extensivos de cultivo, destinados principalmente à produção de carne, deixando esse modelo de atividade pouco sustentável (XAUD et al., 2015).

Esses sistemas predominam pelo uso intensivo do solo e causam efeitos deletérios tanto sobre o ambiente quanto na produtividade agrícola quando práticas conservacionistas não são adotadas, compreendendo-se que estas diminuem a qualidade do solo tanto em parâmetros físicos, químicos e biológicos (ALVES, 2011; MOURA et al., 2013).

Atualmente um dos grandes desafios enfrentados tem sido amenizar os fatores deletérios ao ecossistema, perante a necessidade de dar continuidade à produção e suprir a demanda agrícola (SILVA et al., 2011). Com isso, os sistemas integrados de produção tem ganhado destaque como estratégia de produção agropecuária sustentável nos trópicos (BALBINO et al., 2011), tornando-se importante ferramenta por possibilitar que áreas de cultivo sejam exploradas economicamente na maior parte do ano de forma satisfatória, utilizando princípios fundamentais, como conservação do solo, água e o controle integrado de pragas e doenças com aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo (BALBINO et al., 2011).

Partindo-se desse pressuposto, estudos sobre a qualidade do solo têm tido notoriedade, em função de se estimar parâmetros mais concretos de índices que abordam a qualidade do solo (IQS), tendo em mãos ambientes naturais sem intervenção antrópica,

em estado de clímax, como padrão para avaliações de degradação do solo (PEZARICO et al., 2013).

A aplicação dos resultados da investigação dos IQS nas tomadas de decisões podem fornecer soluções para problemas reais enfrentados pela sociedade e pelos ecossistemas amazônicos (LOURENTE et al., 2011). Nesse contexto objetivou-se avaliar a granulometria e os teores de carbono e nitrogênio em diferentes profundidades de um solo sob sistemas integrados de produção em ecossistema amazônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois períodos distintos, novembro de 2015, que localmente condiz com a época seca, e repetido em agosto de 2016 no auge da época chuvosa, em propriedade particular denominada Fazenda São Paulo, localizada nas proximidades da Vila do Roxinho, no município de Iracema, estado de Roraima, Brasil, cujas coordenadas são: latitude 2° 17' 36,30" N e longitude 61° 14' 50,39" O.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Aw, com temperatura média de 27° C e precipitação média anual de 1.794 mm com chuvas de verão e outono.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 com quatro repetições. Foram avaliadas quatro áreas de estudo (integração Lavoura-Pecuária, integração Lavoura-Pecuária-Floresta, floresta nativa e uma área de pastagem extensiva) e duas profundidades do solo (0-10 e 10-20 cm).

Estudou-se solos sob uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) instalada com duas áreas de sistemas de iLP e iLPF, planejados e conduzidos pela Embrapa Roraima desde 2009. Além dessas, estudaram-se duas áreas próximas, uma de floresta nativa como referência e uma de pastagem extensiva com *Urochloa humidicola* e *U. brizantha*, em fase de degradação. O histórico de manejo das quatro áreas em estudo se encontra na tabela 1.

Tabela 1. Histórico de manejo das áreas de integração Lavoura-Pecuária (iLP), integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), pastagem extensiva (PAST) e floresta nativa (FN), em região de Floresta Estacional Semidecidual, Roraima, Brasil.

Áreas	Anos Agrícolas							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
iLP	Arroz + <i>U. brizantha</i>	Soja + <i>U. brizantha</i>	Soja + P. <i>maximum</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>
iLPF	Espécies Florestais + Arroz e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + Soja e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + Soja e <i>Panicum</i> <i>maximum</i>	Espécies Florestais + <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	Espécies Florestais + <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>
PAST	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>	<i>Urochloa</i> <i>humidicola</i> e <i>Urochloa</i> <i>brizantha</i>
FN	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada	Floresta Inalterada

O preparo da área iLP e iLPF foi realizada em 2009 com destoca, seguida de gradagem e incorporação de calcário dolomítico com 1.000 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Ainda em 2009, semeou-se, em sistema de plantio convencional, arroz entre os dias 10 e 15 de maio, e as árvores entre 05 e 10 de julho, após o controle químico das plantas infestantes da cultura anual. Utilizou-se, como forrageira a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, no sistema iLP, plantada na mesma operação da segunda adubação de cobertura da cultura anual.

Adubou-se o arroz com 72 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 90 kg ha⁻¹ de K₂O e 90 kg ha⁻¹ de N, por hectare. O feijão-caupi adubou-se com 18 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação por muda de árvore foi de 300 g de P₂O₅, 120 g de K₂O e 45 g de N, repetida em 2010 e 2011.

Em 2010, a cultura da soja foi semeada, em sistema de plantio direto, entre os dias 10 e 15 de maio nos dois sistemas. A adubação constou de 108 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. Realizou-se a semeadura da *Urochloa brizantha* no sistema iLP na mesma operação de adubação da cobertura da cultura anual.

Em 2011, semeou-se a soja, em sistema de plantio direto, entre os dias 13 e 17 de maio, nos dois sistemas. A adubação constou de 8,4 kg ha⁻¹ de N, 96 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 168 kg ha⁻¹ de K₂O. Nesse ano, como forrageira, optou-se pelo *Panicum maximum* cv Tanzânia, plantado nos dois sistemas na mesma operação de adubação de cobertura da soja.

Em 2009, realizou-se apenas uma poda de condução, em 2010, 2011, 2012 e, em 2013, duas, quando se retiravam, aproximadamente, 50% das brotações laterais, sempre da parte inferior do fuste. Efetivou-se o controle de plantas infestantes até 2011, quando foi liberado o acesso da área aos animais.

A área de Floresta Natural (FN) estudada pertencente ao sistema ecológico das Florestas Densas. Dentro desse grupo, tem-se a Floresta Estacional Semidecidual, cuja característica trivial é a perda total ou parcial das folhas dos indivíduos arbóreos, que por sua vez é decorrente do ciclo de crescimento ativo durante os períodos chuvosos e ciclos de latência no crescimento devido ao período seco.

As espécies encontradas na floresta foram: Pau Rainha (*Centropogon paraense*); Freijó (*Cordia goeldiana*); Roxinho (*Peltogyne spp.*); Ipê (*Tabebuia chrysotricha*); Tarumã (*Vitex montevidensis*); Taperebá (*Spondias mombin*), Inajá

(*Maximiliana maripa*), Jauari (*Astrocaryum jauari*) e Pataua (*Oenocarpus bataua*).

As amostragens do solo foram realizadas em duas épocas: em novembro de 2015, no ápice do Período Seco, e em agosto de 2016, onde o Período Chuvoso estava bem configurado. As coletas consistiram na retirada de três amostras simples para formar uma composta, nas profundidades de 0-10 e 10-20cm, com trado holandês, coletadas aleatoriamente nas repetições de cada tratamento.

A análise granulométrica dos solos para a quantificação das frações areia, silte e argila foi realizada pelo método da pipeta, onde a dispersão foi promovida por agitação em coqueteleira em meio alcalino (EMBRAPA, 2013).

O teor de carbono orgânico total do solo (COT) foi determinado pelo método Walkley e Black (1934), que consiste na oxidação do carbono orgânico do solo pelo K₂Cr₂O₇ na presença de ácido sulfúrico concentrado e o excesso de íon cromo é titulado com sulfato ferroso amoniacal, conforme o manual de métodos de análises de solos (EMBRAPA, 2013).

O nitrogênio total (NT) foi determinado conforme proposto por Bremner e Mulvaney (1982). Pesou-se 1 g de solo seco em tubo de ensaio tipo Kjeldahl de 100 mL e adicionou-se 1,1 g de mistura catalítica e 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado, procedendo-se a digestão por 2,5 horas. Após o resfriamento dos tubos, procedeu-se a destilação. Adicionou-se 20,0 mL de NaOH 10,0 mol L⁻¹, iniciando-se a destilação do nitrogênio, recolhendo-se 50,0 mL em erlenmeyer de 125,0 mL, contendo, previamente pipetado, 10,0 mL de solução indicadora de ácido bórico. Titulou-se o destilado com solução de ácido sulfúrico 0,02 mol L⁻¹ até a mudança da cor verde para rosa. O teor de nitrogênio total foi calculado com base na reação de que cada duas moléculas de NH₄ reagem com uma molécula de H₂SO₄.

O carbono lábil (CL) e o Nitrogênio Lábil (NL) foram determinados por extração com autoclave, conforme descrito por Sparling et al. (1998), utilizando relação solo extrator 1:10 em temperatura controlada de 100 °C por uma hora.

Os dados foram submetidos à análise de variância completada pelo teste F a 5% de probabilidade. A comparação entre as médias das áreas de estudo bem como das profundidades do solo foram realizadas distintamente para cada época (seca e chuvosa), pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o software SISVAR versão 5.5 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito da interação entre os fatores área de estudo e profundidade do solo para as características avaliadas.

Os resultados da granulometria revelaram que são solos de textura média a argilosa, com os valores de argila aumentando em profundidade, em todas as áreas de estudo, apresentando relação textural (B/A) acima de 1,8 (Tabela 2). A fração silte expressou valores muito baixos, seguido da areia, resultando numa relação silte/argila baixo, considerado não diagnóstico para solos bastante intemperizados, cujos valores são iguais ou superiores a 0,7 (EMBRAPA, 2013).

São solos constituídos por material mineral, que têm como característica diferenciada por uma

presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (EMBRAPA, 2013).

Estes resultados estão de acordo com as condições geomorfo-pedológica da região, pois a área do estudo está inserida no domínio de rochas do Embasamento Cristalino, especialmente Granito/Gnaise, posicionada em relevo suave ondulado a ondulado, sob Floresta Estacional Semidecidual. Nestas condições e baseado nos resultados físico-químicos, o solo estudado foi classificado em ARGISSOLO AMARELO Distrófico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo – SiBCS (EMBRAPA, 2013).

Tabela 2. Composição granulométrica em duas profundidades de solos sob diferentes sistemas de manejo, sete anos após a implantação, em região de Floresta Estacional Semidecidual, Roraima, Brasil.

Profundidade do solo (cm)	Áreas de estudo	Argila	Silte	Areia	Relação Silte/Argila
	 g kg ⁻¹			
0 - 10	iLP	240	154	476	0,64
	iLPF	248	215	536	0,87
	PAST	270	176	554	0,65
	FN	181	141	678	0,78
10 - 20	iLP	291	232	476	0,80
	iLPF	321	215	494	0,67
	PAST	372	128	500	0,34
	FN	289	137	574	0,47

iLP: integração Lavoura-Pecuária, iLPF: integração Lavoura-Pecuária-Floresta, PAST: pastagem extensiva e FN: floresta nativa.

Foi observado diferença significativa para o teor de carbono orgânico total entre as áreas de estudo e entre as profundidades do solo somente no período seco (Tabela 3). Os sistemas iLP e iLPF apresentaram valores superiores de COT, 6,87 e 7,40 g C kg⁻¹, respectivamente, em menor profundidade do solo, 0-10 cm (Tabela 3). Possivelmente isso tenha ocorrido devido a presença da lavoura em ambos os sistemas que tende a aumentar o COT principalmente na camada mais superficial do solo. Os resultados obtidos nesse estudo diferenciaram-se dos observados por Costa Junior et al. (2012), que encontraram valores superiores a 25,9 g C kg⁻¹ solo em área de cerrado e 18,4 g C kg⁻¹ solo para as áreas de iLP.

É sabido que em áreas com pastagens, há grande quantidade de material vegetal disponível proporcionado pelo rápido crescimento e cobertura do solo pelas plantas e deposição de resíduos dos animais em pastejo, que estimulam a biomassa microbiana. As gramíneas possuem sistemas radiculares abundantes e rizodeposição elevada com distribuição uniforme de exsudatos, o que favorece a manutenção da matéria orgânica e por consequência aumenta o carbono orgânico do solo (LEITE et al., 2013). No entanto, foi observado nesse estudo que a

área de pastagem foi a que apresentou menor teor de carbono orgânico, juntamente com a floresta natural.

Em relação ao nitrogênio total, não foram observadas diferenças significativas entre as áreas de estudo, tampouco entre as profundidades do solo em ambos os períodos (seco e chuvoso) (Tabela 3). Essa ausência de resposta, inclusive em relação a floresta nativa, pode ser devido aos resíduos vegetais depositados no solo serem constituídos principalmente por substratos orgânicos de decomposição rápida (baixa razão C\N), que não contribui para incrementos nos estoques de N total no solo (CARDOSO et al., 2010).

Os teores de carbono lábil foram afetados de modo significativo pelos sistemas de uso do solo em ambos os períodos estudados (Tabela 3). A área de pastagem obteve o maior teor de carbono lábil no período seco (109,90 mg C kg solo⁻¹) e a floresta nativa no período chuvoso (70,74 mg C kg solo⁻¹). O alto teor de carbono lábil encontrado na área de pastagem possivelmente possa ser explicado pela alta deposição de esterco animal, oriunda de pastejo em lotação contínua. O esterco apresenta elevada proporção de compostos orgânicos facilmente mineralizáveis, no entanto, como se trata da época seca os microrganismos estão com a atividade diminuída devido a baixa umidade do solo

(PAUSTIAN et al., 1997). Quanto às profundidades, não foram observadas diferenças significativas entre elas em ambos os períodos.

Vicente et al. (2013) relatam que uma parte importante da mudança total do COT ocorre durante os primeiros anos após o desmatamento, indicando que esses solos contêm grandes quantidades de

carbono lábil, potencialmente vulneráveis à degradação pelas alterações do uso do solo induzidas pelo homem. Neste estudo essa afirmação pode ser verificada com os altos estoques de carbono lábil na floresta nativa no período chuvoso (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de Carbono Orgânico Total (COT), Nitrogênio Total (NT), Carbono Lábil (CL) e Nitrogênio Lábil do Solo (NL) nos períodos seco e chuvoso sob diferentes profundidades do solo e sistemas de manejo, sete anos após a implantação, em região de Floresta Estacional Semidecidual, Roraima, Brasil.

Áreas de estudo	COT	NT	CL	NL
	(g C kg ⁻¹ solo)	(g N kg ⁻¹ solo)	(mg C kg solo ⁻¹)	(mg N kg solo ⁻¹)
Período Seco				
iLP	6,87 a	0,18 a	50,92 c	12,15 a
iLPF	7,40 a	0,17 a	72,10 b	11,96 a
PAST	5,96 b	0,14 a	109,90 a	8,40 a
FN	6,50 b	0,16 a	82,42 b	14,66 a
Profundidade do solo (cm)				
0 - 10	7,48 a	0,16 a	79,45 a	12,74 a
10 - 20	5,88 b	0,16 a	78,22 a	12,37 a
CV (%)	11,43	12,95	17,02	46,62
Período Chuvoso				
iLP	4,68 a	0,15 a	33,13 b	20,61 a
iLPF	5,95 a	0,14 a	40,04 b	14,35 a
PAST	5,79 a	0,14 a	51,83 b	19,69 a
FN	6,52 a	0,12 a	70,74 a	18,45 a
Profundidade do solo (cm)				
0 - 10	5,79 a	0,14 a	53,46 a	16,62 a
10 - 20	5,69 a	0,13 a	44,41 a	19,84 a
CV (%)	22,90	17,67	38,89	32,43

iLP: integração Lavoura-Pecuária, iLPF: integração Lavoura-Pecuária-Floresta, PAST: pastagem extensiva e FN: floresta nativa. Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O nitrogênio lábil do solo não sofreu alteração quanto aos sistemas de uso do solo tampouca das profundidades em ambos os períodos estudados (Tabela 3). É sugerido que a qualidade e a quantidade de carbono orgânico total afetem a dinâmica do nitrogênio lábil no solo (HART et al., 1994), porém, este não foi observado no presente trabalho.

CONCLUSÕES

1. A granulometria revela um ARGISSOLO AMARELO Distrófico de textura média a argilosa, com os valores de argila aumentando em profundidade em todas as áreas estudadas.
2. Os maiores teores de carbono orgânico estão nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta, especialmente na camada de 0 – 10 cm, no período seco.
3. O maior teor de carbono lábil está presente no solo de área de pastagem no período seco e na floresta nativa no chuvoso.
4. O nitrogênio não sofre alteração com as áreas de estudo e profundidades do solo.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo financiamento da pesquisa, à EMBRAPA Roraima e ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Embrapa, Brasília, 130 p., 2012.
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, M. L. A.; SILVA, V.P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, P. H.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.46, n.10, p.1;12, 2011.
- BARBOSA, R. I.; FEARNESIDE, P. M. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 30, n. 4, p.601-601, 2000.

- CARDOSO, E. L., SILVA, M. L. N., SILVA, C. A., CURI, N., FREITAS, D. A. F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 1028-1035, 2010.
- CONAB (Acomp. safra bras. Grãos), v. 4 - Safra 2016/17, nº 3 - Terceiro levantamento, dezembro 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_13_09_06_46_perspectivas_da_agropecuaria_2016-17_digital.pdf. Acesso em: 24 dez. 2016.
- COSTA JR, C.; PICCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M.; 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.33, n.1, p.1-12, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, Embrapa, 353p, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v. 38, n. 2, p: 109-112. 2014.
- HART, S.C.; NASON, G.E.; MYROLD, D.D.; PERRY, D.A. Dynamics of gross nitrogen transformations in an old growth forest: the carbon connection. **Ecology**, Califórnia, v.75, n.3, p.880 891, 1994.
- LAPOLA, D.M.; MARTINELLI, L.A.; PERES, C.A.; OMETTO, J.P.H.B.; FERREIRA, M.E.; NOBRE, C.A.; AGUIAR, A.P.D.; BUSTAMANTE, M.M.C.; CARDOSO, M.F.; COSTA, M.H.; JOLY, C.A.; LEITE, C.C.; MOUTINHO, P.; SAMPAIO, G.; STRASSBURG, B.B.N.; VIEIRA, I.C.G. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, London, v. 4, n.2, p. 27-35, 2014.
- LEITE, L. F. C., ARRUDA, F. P., COSTA, C. N., FERREIRA, J. S., HOLANDA NETO, M. R. Qualidade química do solo e dinâmica de carbono sob monocultivo e consórcio de macaúba e pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1257-1263, 2013.
- LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 41, p. 20-28, 2011.
- MOURA, L. N. A., LACERDA, M. P. C., RAMOS, M. L. G. Qualidade de Organossolo sob diferentes usos antrópicos em áreas de preservação permanente no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 33-39, 2013.
- PAUSTIAN, K.; ANDRÉN, O.; JANZEN, H.H.; LAL, R.; SMITH, P.; TIAN, G.; TIESSEN, H.; Van NOORDWIJK, M. & WOOMER, P. Agricultural soils as a sink to mitigate CO2 emissions. **Soil Use Management**. London, v.13, n.2, p:230-244, 1997.
- PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agrofloreais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 2, p. 40-47, 2013.
- SILVA, E.F.; LOURENTE, E.R.P.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M.; FERREIRA, A.K.T.; FUJII, G.C. Frações lábeis e recalitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p:1321-1331, 2011.
- SPARLING, G ; VOJVODI-VUKOVI, M.; SCHIPPER, L. A. Hot water soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: the relationship with microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Aarhus v.30, n. 4, p: 1469-1472, 1998.
- VICENTE, G. C. M. P.; ARAÚJO, F. F. Uso de indicadores microbiológicos e de fertilidade do solo em áreas de pastagens. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 137-146, 2013.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chronic tritration method. **Soil Science**, Philadelphia, v. 37, n. 3, p.29-38, 1934.
- XAUD, M. R., EPIPHANIO, J. C. N. Análise da Dinâmica das Conversões de Uso e Cobertura da Terra na Região Sudeste de Roraima – Amazônia. **Revista agro@mbiente online**, Boa Vista, v. 9, n. 4, p. 465-475, 2015.