

Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Paulo César Ramos de Oliveira

**Dinâmica de nitrogênio no solo submetido a
diferentes sistemas de manejo
em Paragominas - PA**

Belém
2015

Paulo César Ramos de Oliveira

**Dinâmica do nitrogênio no solo submetido a diferentes
sistemas de manejo em Paragominas - PA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.
Orientador: Prof. Dr. Manoel Tavares de Paula
Coorientador: Jamil Chaar El-Husney.

Belém
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP),
Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

480 Oliveira, Paulo César Ramos de

Dinâmica do nitrogênio no solo submetido a diferentes sistemas de manejo em Paragominas – PA/ Paulo César Ramos de Oliveira; Orientador Manoel Tavares de Paula; Coorientador Jamil Chaar El-Husney. -- Belém, 2015.

41f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2015.

1. Solo – Manejo – Paragominas (PA). 2. Microorganismos. 3. Solos - Análise. I. Paula, Manoel Tavares de. II. El-Husney, Jamil Chaar. III. Título.

CDD 631.51

Paulo César Ramos de Oliveira

Dinâmica do nitrogênio no solo submetido a diferentes sistemas de manejo em Paragominas - PA

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.

Data da aprovação: 25/02/2015

Banca Examinadora:

_____ – Orientador.

Prof. Manoel Tavares de Paula

Doutor em Ciências Agrárias
Universidade do Estado do Pará

_____ - Membro 1.

Prof. Gideão Costa Santos

Doutor em Ciências Agrárias
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Campus Castanhal

_____ - Membro 2.

Roberta Macedo Cerqueira

Doutora em Biologia Vegetal
Universidade do Estado do Pará

_____ - Membro 3.

Prof. Altem Nascimento Pontes

Doutor em Física
Universidade do Estado do Pará

Ao Senhor Jesus, que com seu grande amor faz o impossível, tornar-se possível; aos meus pais, Cícero e Leonidia; à minha esposa Aurenice, aos meus filhos César Fabrício e Izaque Paulo, e aos meus irmãos Sergio Ramos, Silas Ramos, Rosenilda Cordeiro e Felipe Cordeiro maiores incentivadores na árdua caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Dr. Manoel Tavares de Paula pelos ensinamentos e apoio nos momentos difíceis durante o curso desse mestrado.

Ao Coorientador Dr. Jamil Chaar El-Husny, por ter possibilitado a realização das análises dessa pesquisa no Laboratório de Sistemas Sustentáveis da Embrapa Amazônia Oriental e pelos ensinamentos.

A todos os colegas de turma do Mestrado.

Ao amigo Pablo Neri pelo apoio na realização da coleta de campo e análises laboratoriais.

Aos amigos Francisco Carlos, Ernesto Pires e Ricardo Augusto Martins Cordeiro pelos conselhos e ajudas nas tarefas acadêmicas.

À universidade do Estado do Pará pelo apoio na realização do curso de Mestrado em Ciências Ambientais.

À Embrapa Amazônia Oriental pela abertura e apoio na condução do experimento.

Aos professores do curso de Mestrado em Ciências Ambientais da UEPA.

E não vos conformeis com este século,
mas transformais-vos pela renovação
da vossa mente, para que experimenteis qual seja
a boa, agradável e perfeita vontade de Deus.

Romanos: 12:2

RESUMO

Os sistemas de uso do solo e as plantas de cobertura afetam a dinâmica de nitrogênio do solo. O objetivo principal dessa pesquisa foi avaliar o efeito dos sistemas: floresta secundária (FS), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), milho plantio direto (MPD) e pastagem com capim mombaça (PCM) sobre a dinâmica das duas principais formas de N mineral, amônio e nitrato. O estudo foi conduzido sob Latossolo Amarelo no município de Paragominas, sudeste do estado do Pará, nas profundidades 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm no mês de junho considerado de transição entre os períodos chuvoso e seco. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições, configurando um fatorial de 4x4, sendo quatro os níveis de fator, sistemas de uso do solo e quatro os níveis de fator profundidade, com cinco repetições. As análises foram realizadas no Laboratório de Sistemas Sustentáveis (LASS) na sede da Embrapa Amazônia Oriental em Belém estado do Pará, onde foram efetuadas as determinações dos teores de amônio e nitrato, por meio da extração com solução de KCl 1,0 mol L⁻¹ e posterior leitura da solução com espectrofotômetro UV/VISÍVEL. Os resultados apontam que os teores de amônio foram sempre maiores que os teores de nitrato em todos os sistemas estudados e que o aumento da profundidade nos sistemas FS, ILPF e PCM não provocou redução nos teores de nitrato.

Palavras-chave: Manejo do solo. Matéria orgânica. Microrganismos

ABSTRACT

The land use systems and cover crops affect the dynamics of soil nitrogen. The main objective of this research was to evaluate the effect of the systems: secondary forest (FS), crop-livestock-forest integration (IAFP), corn tillage (MPD) and pasture with mombaça grass (PCM) on the dynamics of the two main forms of mineral nitrogen, ammonium and nitrate. The study was conducted under Oxisoil in the municipality of Paragominas, southeast of Pará, in the depths 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm in June considered of transition between the rainy periods and dry. The design was completely randomized with five replicates, setting up a 4x4 factorial, four of the factor levels, land use systems and four the depth factor levels, with five repetitions. Analyses were performed in Sustainable Systems Laboratory (LASS) at the headquarters of EMBRAPA Eastern Amazon state of Para in Belem, where the determinations were made of ammonium and nitrate concentrations, by extraction with KCl 1,0 mol L⁻¹ solution and later reading the solution with spectrophotometer UV / VISIBLE. The results show that the ammonium levels were always higher than the nitrate concentration in all systems studied and increasing depth in the FS systems, IAFP and PCM did not cause reduction in nitrate levels.

Key-words: Soil management. Organic matter. Microorganisms

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características químicas do solo da fazenda Vitória em Paragominas - PA	23
----------	---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Floresta secundária com 38 anos de regeneração	20
Figura 2	Sistema integração lavoura-pecuária-floresta	21
Figura 3	Cultura do milho em sistema plantio direto	22
Figura 4	Pastagem capim mombaça	23
Figura 5	Teores médios de nitrato das quatro profundidades em diferentes sistemas de manejo	24
Figura 6	Relação dos teores de nitrato entre profundidades e sistemas	25
Figura 7	Relação dos teores de nitrato entre as profundidades de cada sistema	26
Figura 8	Teores médios de amônio das quatro profundidades em diferentes sistemas de manejo	27
Figura 9	Relação dos teores de amônio entre profundidades e sistemas	28
Figura 10	Relação dos teores de amônio entre as profundidades de cada sistema.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cm	Centímetro
FS	Floresta secundária
FV	Fazenda Vitória
ILPF	Integração lavoura-pecuária-floresta
K	Potássio
KCl	Cloreto de Potássio
kg h ⁻¹	Quilograma por hectare
LASS	Laboratório de Sistemas Sustentáveis
m ²	Metro quadrado
MPD	Milho plantio direto
N	Nitrogênio
NH ₄ ⁺	Amônio
NO ₃ ⁻	Nitrato
N-P-K	Formulação de fertilizante contendo nitrogênio, fósforo e potássio
PCM	Pastagem capim mombaça
pH	Potencial hidrogeniônico
T h ⁻¹	Tonelada por hectare
Mg g ⁻¹	Micrograma por grama

SUMÁRIO

	RESUMO	7
	ABSTRACT	8
	LISTA DE TABELAS	9
	LISTA DE FIGURAS	10
	LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
1	INTRODUÇÃO GERAL	13
2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	16
	RESUMO	18
	ABSTRACT	18
	INTRODUÇÃO	19
	MATERIAL E MÉTODOS	20
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
	CONCLUSÕES	30
	LITERATURA CITADA	31
4	CONCLUSÃO GERAL	34
	ANEXO - NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS.	35

1. INTRODUÇÃO GERAL

O aumento da demanda por produtos agropecuários no mundo, associado às condições favoráveis de clima e grande disponibilidade de água e solo na Amazônia, resultou na inevitável expansão da fronteira agrícola para a região (ÂNGELO; SÁ, 2008). Segundo Silva et al. (2013), o uso do solo na Amazônia Legal nas áreas sobre floresta provocou até o ano de 2012 uma perda de 751,34 mil km² ou 18,08% dos 4.155.555 km² da vegetação original.

A exploração das espécies florestais madeireiras com expressividade econômica é a primeira etapa do processo associado à redução das áreas de floresta, em seguida geralmente utiliza-se o fogo para realizar a limpeza da área e na terceira etapa, ocorre à introdução das culturas de plantio. De acordo com Coutinho et al. (2014) até o ano de 2012 as áreas de pastagens e as culturas anuais ocupavam 442,4 e 42,346 mil km² respectivamente, do acumulado desmatado até 2012.

As alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo têm sido relacionadas com diferentes formas de uso da terra (VICENTE, 2010). Ainda de acordo com este autor, vários estudos têm demonstrado associação entre diferentes sistemas de manejo do solo, modificações nos valores de pH e no teor de macro e micronutrientes, bem como, significativas alterações no conteúdo de C.

Dentre os elementos essenciais ao pleno desenvolvimento das plantas, o nitrogênio apresenta lugar de destaque, pois participa ativamente do desenvolvimento de novas células e tecidos, além disso, atua na formação da clorofila, célula responsável pela captação da energia solar (ANDRADE, 2006). Esse fator, associado a grande demanda de nitrogênio pelos vegetais e os baixos teores desse nutriente nos solos tropicais, fazem com que ele seja considerado um dos elementos mais limitantes para alcançar altas produtividades na maioria dos sistemas agrícolas (ARAÚJO; MELO, 2010). Segundo Aragão et al., (2012) o N é um dos elementos mais sensíveis às alterações das condições do solo, como consequência dos inúmeros

processos químicos, físicos e biológicos que controlam sua perda e disponibilidade.

O nitrogênio é um elemento muito dinâmico nos sistemas florestais e agrícolas, sendo esta dinâmica influenciada por fatores climáticos, pelas propriedades do solo e pelo conjunto de práticas utilizadas no seu manejo (ROJAS,2009). Na produção agrícola, o estoque de N do solo é resultado do balanço entre o aporte de N via planta e adubo, das perdas gasosas, pela lixiviação e por exportação na colheita. Estes processos encontram-se condicionados pelo solo, clima e sistema de manejo utilizado (SAIJU et al., 2007).

O N do solo está sujeito a processos simultâneos de mineralização e imobilização, a mineralização resulta no aumento de N mineral e a imobilização microbiana consiste na assimilação do N mineral pela população microbiana. Quando a mineralização é superior à imobilização ocorre incremento no teor de N mineral no solo, resultando em mineralização líquida, e, em caso contrário ocorre imobilização líquida (ALMEIDA et al., 2009).

A biomassa microbiana do solo é responsável pela parte lábil de C e nutrientes, ciclagem de nutrientes, decomposição de matéria orgânica, fluxo de energia, sendo muito sensível às mudanças que ocorrem no solo. De acordo com Coser et al., (2007) quanto maior o N da biomassa microbiana e N total do solo, melhor é qualidade da matéria orgânica.

O N mineral do solo encontra-se principalmente na forma de amônio e nitrato. O nitrato é pouco retido no solo, devido à baixa energia de adsorção aos argilominerálias, podendo ser facilmente lixiviado. O amônio permanece no complexo trocável do solo, podendo ser absorvido pelas plantas ou oxidado a nitrato (POLETTTO et al., 2010). A predominância do amônio em relação ao nitrato na solução do solo foi observada em ambientes com baixo pH. A taxa de nitrificação é próxima a zero em solos com excesso de água e em solos com temperatura inferiores a 5 °C ou superiores a 40 °C, a faixa de temperatura mais favorável para processos de nitrificação está entre 25 e 33 °C (MOREIRA; SIQUEIRA, 2009).

As variações nas concentrações de amônio e nitrato também estão associadas ao aporte de N pelas plantas que ocupam o sistema, as doses de fertilizantes, a remoção pelas culturas e as variações climáticas.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliara dinâmica do nitrogênio nas formas de nitrato e amônio nos solos de diferentes sistemas de manejo no município de Paragominas, região sudeste do estado do Pará.

2. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

- ALMEIDA, D.; KLAUBERG FILHO, O.; FELIPE, A. F.; ALMEIDA, H. C. Carbono, Nitrogênio e Fósforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção orgânica de maçã no Sul do Brasil. **Bragantina**, v. 68, n. 4, p. 1069-1077. 2009.
- ANDRADE, A. C. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição especial, p. 1643-1651, 2006.
- ÂNGELO, H.; SÁ, S. P. P. O desflorestamento na Amazônia brasileira. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n 3, p. 217-227, 2008.
- ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R.; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS, M. T.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores da qualidade do solo sob alternativas de recuperação de solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazônia**, v. 42, p. 11-18. 2012.
- ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Biomassa microbiana em sistemas orgânicos. **Ciência Rural**[online], v. 40, n. 11, p. 2419-2426. 2010.
- COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; AMABILE, R. F.; RIBEIRO JUNIOR, A. W. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de serrado com aplicação de fertilizantes nitrogenados. **PAB**, v, 42, n. 3, p. 339-347. 2007.
- COUTINHO, A. C.; ALMEIDA, C.; VENTURIERE, A; ESQUERDO J. C. D. M.; SILVA, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal**. Brasília: Embrapa/INPE, 2013. v. 1. 108p.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2ed. Lavras: UFLA, 2009. 729 p. Cap. 7: Transformações bioquímicas e ciclos dos elementos no solo.
- POLETO, N.; GROHS, D. S.; MUNDSTOCK, C. M. Flutuação diária e estacional de nitrato e amônio em um Latossolo Amarelo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 41, p. 1619-1626, 2010.
- ROJAS, C. A. L. **Dinâmica de nitrogênio no sistema Latossolo-milho sob plantio direto e preparo convencional, plantas de cobertura de inverno e adubação nitrogenada**. 2009. 190 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SILVA, M.; NASCIMENTO, C. P.; COUTINHO, A. C.; ALMEIDA, C.; VENTURIERE, A.; ESQUERDO, J. C. D. M. A transformação do espaço amazônico e seus reflexos na condição atual da cobertura e uso da terra. **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, p. 231-250. 2013.

SAINJU, U.M.; SINGH, B. P. WHITEHEAD, W. F. Accumulation and crop uptake of soil mineral nitrogen as influenced by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, p. 1622-1631, 2007.

VICENTE, G. C. M. P. **Atributos microbiológicos, granulométricos e de fertilidade na avaliação de solo na Região Oeste Paulista**. 2010. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

3. ARTIGO

Nitrato e amônio em diferentes sistemas de manejo, no município de Paragominas estado do Pará

Resumo - As mudanças no sistema de uso e manejo do solo alteram a disponibilidade de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-). Na Amazônia são poucos os trabalhos que avaliam os impactos ocasionados pelas mudanças de uso do solo na dinâmica de NH_4^+ e NO_3^- , aumentando as incertezas da variabilidade de seus teores nas diferentes profundidades do perfil do solo. Diante disso, esta pesquisa objetivou avaliar a dinâmica de NH_4^+ e NO_3^- nas profundidades 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm dos sistemas: floresta secundária (FS) sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), milho plantio direto (MPD) e pastagem capim mombaça (PCM) sob Latossolo Amarelo no município de Paragominas, mesorregião sudeste do estado do Pará. Os resultados encontrados demonstram que o maior teor de NH_4^+ foi encontrado na profundidade de 0 a 5 cm do sistema FS, e todos os sistemas apresentaram diferença significativa entre as profundidades dos respectivos sistemas. O teor de nitrato foi superior na profundidade de 10 a 20 cm no sistema MPD, este sistema também foi o único que demonstrou diferença significativa nos teores das diferentes profundidades estudadas dentro de cada sistema.

Palavras-chave: Integração lavoura-pecuária-floresta, Amazônia, bioquímica do solo

Nitrate and ammonium in different management systems in Paragominas municipality of the state of Pará

Abstract: The Changes in the use system and soil management alter the availability of ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-). In the Amazon are few studies that evaluate the impacts caused by land use changes in the dynamics of NH_4^+ and NO_3^- , increasing the uncertainty of the variability of their content in different depths of the soil profile. Therefore, this study aimed to evaluate the dynamics of NH_4^+ and NO_3^- in depths 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm of secondary forest systems (FS) system integrated crop-livestock-forest (IAFP), corn tillage (MPD) and pasture grass mombaça (PCM) under Oxisol in the municipality of Paragominas, mesoregion Pará State Southeast. The results show that the highest NH_4^+ content was found at the depth 0-5 cm FS system and all systems were significantly different between depths of their systems. The nitrate content was higher at a depth of 10 to 20 cm in MPD system, this system was also demonstrated that the only significant difference in the levels of different depths studied within each system.

Key-words: Integrated crop-livestock-forest, Amazon, biochemistry of soil

INTRODUÇÃO

Dentre os elementos essenciais ao pleno desenvolvimento das plantas, o nitrogênio apresenta lugar de destaque, pois participa ativamente do desenvolvimento de novas células e tecidos, além disso, participa da formação da clorofila, célula responsável pela captação da energia solar (Aragão et al., 2012). Esse fator associado a grande demanda de nitrogênio pelos vegetais e os baixos teores desse nutriente nos solos tropicais, faz com que ele seja considerado um dos nutrientes mais limitantes para alcançar altas produtividades na maioria dos sistemas de cultivo (Araújo & Melo, 2010).

O N do solo está condicionado a processos de mineralização e imobilização, sendo os íons NH_4^+ e NO_3^- as formas predominantes de N mineral disponíveis às plantas, e a concentração desses íons ao longo do perfil do solo é variável. A mineralização resulta no aumento do N mineral e a imobilização microbiana consiste na assimilação do N mineral pela população microbiana. Quando a mineralização é superior à imobilização, ocorre incremento no teor de N mineral do solo, resultando em mineralização líquida, e, em caso contrário ocorre imobilização líquida (Almeida et al., 2009).

O íon NO_3^- é o último elemento formado no ciclo biológico do N no solo e é a forma preferencial de absorção de N pela maioria das plantas cultivadas. Ele é pouco retido no solo, principalmente devido à sua baixa energia de adsorção aos argilominerálias e a matéria orgânica, podendo ser assim, lixiviado para as camadas mais profundas do perfil do solo. O íon NH_4^+ , por ser um cátion, não é facilmente lixiviado e, quando mineralizado, permanece no complexo trocável do solo, podendo ser absorvido pelas plantas ou oxidado para NO_3^- (Polletto et al., 2010).

Na solução do solo, a predominância do NH_4^+ em relação ao NO_3^- é observada, em geral, em ambientes com baixo pH, baixa temperatura e alta umidade, com acúmulo de compostos fenólicos e anaerobiose que inibem a nitrificação (Espíndola et al., 2001). Assim, os valores de N mineral são sujeitos ao estado de condições em que se encontram os fatores que controlam as taxas de amonificação, nitrificação e desnitrificação nos diferentes sistemas de manejo, épocas do ano e até entre as diferentes profundidades dentro do próprio sistema.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi analisar a dinâmica do nitrogênio nas formas de amônio e nitrato nos sistemas: floresta secundária em avançado estágio de

regeneração (FS), sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), milho em plantio direto (MPD) e pastagem capim mombaça (PCM) sob Latossolo Amarelo no município de Paragominas sudeste do estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Vitória (FV), município de Paragominas, localizado na mesorregião sudeste do estado do Pará, delimitada pelas coordenadas 2° 59' 58, 37'' S e 47° 21' 21, 29'' W. De acordo com a classificação climática de Köppen, adaptado por Martorano et al. (2011) é do Tipo climático A, com temperaturas médias mensais variando entre 25,3 e 26,4 °C. O período mais chuvoso ocorre entre os meses de dezembro a maio com médias mensais entre 150 e 400 mm, já a menor oferta pluviométrica ocorre entre os meses de agosto a novembro.

A pesquisa foi realizada em quatro sistemas de manejo, conforme a descrição:

Floresta secundária (FS): a floresta original foi substituída por pastagem com gramínea *Panicum maximum* (mombaça) em 1969, até o ano de 1976 a área foi queimada três vezes para fins de limpeza e a partir desse mesmo ano se iniciou o pousio da área, configurando atualmente uma floresta secundária com 38 anos (Figura 1). Durante o período em que o solo foi ocupado por pastagem não houve registro da aplicação de fertilizantes (Moreira & Siqueira, 2006).



Figura 1: Floresta secundária com 38 anos de regeneração. Fazenda Vitória, Paragominas – PA

Em trabalho realizado por Moutinho (1998) quando a regeneração florestal dessa área possuía aproximadamente 17 anos de idade, o peso da biomassa vegetal viva encontrado foi de 51 T h⁻¹. Levando-se em consideração que esta área de floresta

secundária é adjacente a uma área coberta com vegetação nativa, o processo sucessional torna-se acelerado, culminando com o rápido aumento na quantidade de biomassa vegetal viva, favorecendo consequentemente uma grande deposição de liteira no solo.

Sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): esta área possui 12,15 hectares e de acordo com El-Husny (2010) a sua formação se deu a partir da substituição da floresta em 1969 por capim *Panicum maximum* (mombaça); em 1975 essa gramínea foi substituída por *Brachiaria humidicola* (quicuio); no ano de 2000 foi introduzida na área a *Brachiaria brizantha* (braquiarião); em 2005 o braquiarião foi substituído por *Oryza sativa* (arroz); em 2006 a área permaneceu em pousio; 2007 novamente foi cultivado o arroz; em 2008 a área foi ocupada com *Zea mays* (milho) e *Brachiaria ruziziensis* (ruziziensis) e em 2009 foi formado o sistema integração lavoura-pecuária-floresta (Figura 2) com 900 mudas de *Eucalyptus urophylla* (eucalipto), 675 mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e 540 mudas de *Khaya ivorensis* (mogno africano), *Brachiaria ruziziensis* e *Zea mays*. Essa configuração permaneceu até 2011 em 2012 a *Brachiaria ruziziensis* foi substituída por *Brachiaria brizantha*, no ano de 2013 e até o final do primeiro semestre de 2014 não foi cultivado milho na área.



Figura 2: Sistema integração lavoura-pecuária-floresta. Fazenda Vitória, Paragominas – PA

A aplicação de fertilizantes na área ocorreu no ano de 2007 durante o cultivo do arroz com 200 kg h⁻¹ de N-P-K (08-28-6) no plantio e 100 kg h⁻¹ de N-P-K (20-00-20) em cobertura, em 2008 o plantio de milho recebeu 438 kg h⁻¹ N-P-K (08-28-16) na adubação de plantio e 250 kg h⁻¹ de N-P-K (20-00-20) na cobertura.

Em 2009 durante a formação do sistema ILPF foram adicionados 300 gramas de fosfato natural reativo de ARAD em cada cova que recebeu uma muda de essência florestal. Além disso, esse agroecossistema também recebeu 400 kg h⁻¹ de N-P-K (08-28-16) na adubação de plantio e 250 kg h⁻¹ de N-P-K (20-00-20) na cobertura para

potencializar a produção da cultura do milho e da pastagem. Nos anos de 2010, 2011 e 2012 a adubação adicionada ao sistema foi à mesma destinada à cultura do milho e da pastagem no ano de 2009. No ano de 2013 e no primeiro semestre de 2014 não houve adição de fertilizante no sistema.

Milho plantio direto (MPD): área possui dimensionado de 5 hectares e o seguinte registro de ocupação, em 2004 pastagem em vias de degradação com braquiária, 2005 plantio de arroz, 2006 pousio, 2007 plantio de arroz, com aplicação de 200 kg.h⁻¹ N-P-K (08-28-16), no plantio e 100 kg h⁻¹ N-P-K 2 (0-00-20), em cobertura. A partir de 2008, a área passou a ser cultivada com milho (Figura 3) duas vezes ao ano, com safra e safrinha. A adubação a partir de 2008 foi de 430 kg h⁻¹ N-P-K (08-28-16) no plantio, e 250 kg h⁻¹ de N-P-K (20-00-20) e em cobertura, aplicado apenas durante o cultivo da safra, as plantas de milho da safrinha não foram adubadas. No ano de execução desta pesquisa em 2014 o milho plantado foi o híbrido Pionner 30F80.



Figura 3: Cultura de milho em sistema plantio direto. Fazenda Vitória, Paragominas – PA

Pastagem capim mombaça (PCM): pastagem de 2 hectares cultivada com capim mombaça (Figura 4) apresentando como antecedentes, 2002 pastagem em vias de degradação com *Brachiaria brizantha* (braquiarião), 2003 e 2004 plantio de arroz, 2005 plantio de milho associado ao plantio de capim mombaça. A partir de 2006 a área permaneceu ocupada unicamente com mombaça. Nos anos de 2008 e 2011 a área recebeu 100 kg h⁻¹ de N-P-K (10-30-10).



Figura 4: Pastagem capim mombaça. Fazenda Vitória, Paragominas – PA

Neste trabalho, realizaram-se análises dos teores de nitrato e amônio nas profundidades 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm dos quatro sistemas descritos acima. As coletas de solo correram no ano de 2014, no mês de junho considerado de transição entre os períodos chuvoso e seco no município de Paragominas.

O solo da fazenda Vitória é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico coeso, de textura argilosa, com relevo plano e suavemente ondulado (Chaves, 2014). A Tabela 1 apresenta as características químicas do solo da área de estudo.

Tabela 1: Características químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm, fazenda Vitória em Paragominas - PA

Sistema	pH	MOS	N	P	K	Ca	Mg	Al	CTC efetiva
	H ₂ Og/kg.....mg/dm ³cmol/dm ³					
FS	4,75	17,24	0,31	0,75	24	1,2	0,7	0,6	2,7
ILPF	5,48	26,19	0,29	1	27	1,1	0,45	0,7	2,8
MPD	5,08	24,8	0,37	2	33	2,15	0,5	0,3	3,1
PCM	5,6	20,5	0,31	1	22	1,85	0,48	0,8	3,1

As amostras foram coletadas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições, configurando um fatorial de 4x4, sendo quatro os níveis de fator sistemas de uso do solo e quatro os níveis de fator profundidade, com cinco repetições, totalizando 80 amostras. Em cada sistema foram estabelecidas 5 parcelas de 6 m x 12 m (72 m²), as quais corresponderam a 5 repetições. De cada parcela foram retiradas 4 amostras simples de solo que formaram uma amostra composta, a qual corresponde uma repetição, sendo este procedimento feito a cada profundidade. A comparação entre as médias das variáveis estudadas foram feitas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Sistemas Sustentáveis (LASS) na sede da Embrapa Amazônia Oriental em Belém estado do Pará, onde foram

feitas as determinações dos teores de amônio e nitrato, por meio da extração com solução de KCl 1,0 mol.L⁻¹ e posterior leitura da solução com espectrofotômetro UV/VISIVEL (Mendonça & Matos, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relacionados aos teores médios de nitrato nos quatro sistemas de manejo para todas as profundidades estudadas (Figura 5) demonstram que nos sistemas FS e MPD foram encontrados os maiores teores, sendo que não apresentaram diferença significativa entre si, entretanto apresentaram-se superiores aos valores ocorridos nos solos cultivados com PCM e com ILPF, os quais não diferiram significativamente entre si.

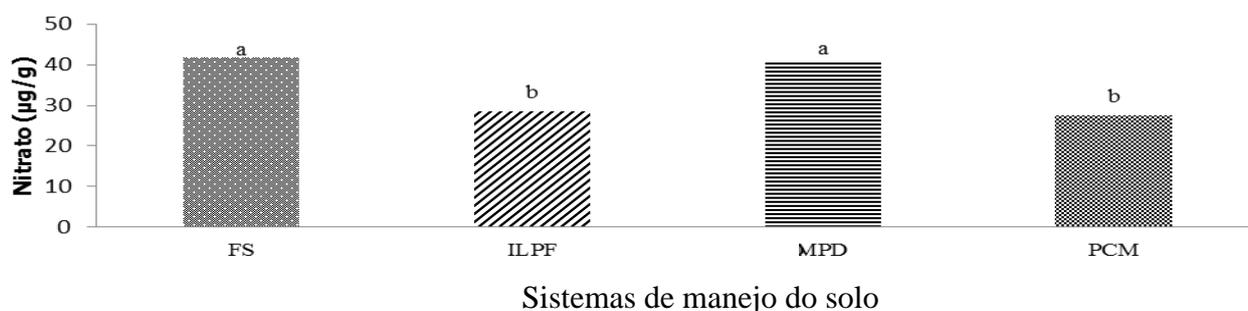


Figura 5: Teores médios de nitrato das quatro profundidades em diferentes sistemas de manejo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A quantidade de nitrato observado no sistema FS é resultante da maior quantidade de matéria orgânica em decomposição, associado ao solo com um ambiente favorável ao aumento dos estoques de N. De acordo com Santiago et al. (2013) a maior quantidade da microbiota do solo em sistemas florestais colabora para reduzir a lixiviação de NO₃⁻.

O teor de nitrato observado no solo cultivado com MPD demonstra uma melhor condição para o processo de nitrificação, atribuída às adubações realizadas com fertilizantes químicos por ocasião do plantio e também em cobertura. Essa situação pode estar relacionada ao exposto por Alfaia et al. (2008), segundo o qual, em Latossolo e Argissolo onde as taxas de nitrificação eram baixas, a adição de ureia, promoveu incremento nos teores de nitrato.

Com relação aos valores reduzidos de nitrato dos sistemas ILPF e PCM quando comparados aos teores encontrados nos solos dos sistemas FS e MPD, podem ser

atribuídos aos reduzidos valores do potencial de nitrificação encontrados nestes solos. Ocasionalmente, pela existência de poucos microrganismos nitrificadores nestas condições ou pela alta atividade respiratória do sistema radicular das gramíneas (Carmo et al., 2005).

Entre as profundidades e os sistemas (Figura 6), a FS apresentou os maiores teores de nitrato na profundidade de 0 a 5 cm, sendo igual estatisticamente ao sistema MPD e superior aos teores encontrados no ILPF e PCM, os quais não foram diferentes estatisticamente entre si e nem quando comparados com o sistema MPD.

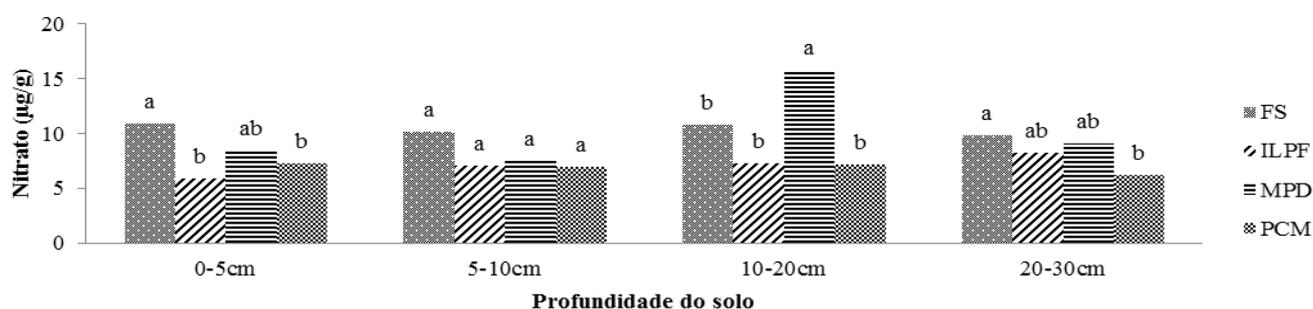


Figura 6: Relação dos teores de nitrato entre profundidades e sistemas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Isso demonstra que na profundidade 0 a 5 cm no sistema FS está havendo uma maior mineralização do N total do solo e/ou do N do resíduo vegetal e/ou da nitrificação do amônio, esta condição possivelmente está associada a maior quantidade de matéria orgânica na camada superficial desse sistema, o que favorece a atividade e os níveis da população de microrganismos nitrificadores (Rangel-Vasconcelos et al., 2005).

Por outro lado, o menor teor de nitrato nos solos cultivados sob ILPF e PCM observados no presente estudo pode estar relacionado aos resultados alcançados por Carmo et al. (2005) e ao exposto por (Cantarela, 2007). De acordo com esses autores a nitrificação pode diminuir em solos cultivados com algumas gramíneas forrageiras, pois demonstraram que extratos de gramíneas forrageiras e exsudatos de raízes indicaram capacidade de inibir temporariamente a nitrificação.

Para a profundidade de 5 a 10 cm, o sistema FS foi o que apresentou o maior valor, porém não houve diferença significativa entre os demais sistemas. Isso demonstra que nesta profundidade a taxa de nitrificação para todos os sistemas estudados ocorreu de forma similar, possivelmente por conta da quantidade de biomassa microbiana, estoque

de N orgânico e N mineralizável apresentarem quantidades similares para essa profundidade.

Na profundidade 10 a 20 cm, o teor de nitrato encontrado no MPD se mostrou estatisticamente maior que os valores apresentados pelos outros sistemas, que não apresentaram diferença significativa entre si. A superioridade do teor de nitrato no MPD se deve provavelmente ao efeito da aplicação de ureia, que de acordo com Moreno et al. (2007) favorece o aumento das taxas de nitrificação, em virtude da temporária elevação do pH, ocasionada pela ação da enzima uréase que promove hidrólise dos fertilizantes nitrogenados a base de ureia.

A profundidade de 20 a 30 cm apresentou os teores mais elevados de nitrato no sistema FS, em comparação aos encontrados no PCM, e semelhante quando comparados aos valores do ILPF e MPD, sendo que esses não diferiram dos teores do PCM. O teor de nitrato do sistema FS apresentou o maior teor, possivelmente pela quantidade de matéria orgânica em decomposição, oriunda das raízes das espécies florestais. Já o reduzido teor no sistema PCM pode ser atribuído ao reduzido valor do potencial de nitrificação encontrado nesse solo que pode, provavelmente, decorrer da existência de poucos microrganismos nitrificadores nessas condições ou pela alta atividade respiratória do sistema radicular das gramíneas (Polletto et al., 2008).

Em relação à avaliação dos sistemas de uso do solo e suas respectivas profundidades avaliadas (Figura 7), os sistemas FS, ILPF e PCM não apresentaram diferença significativa entre as profundidades, demonstrando que o estoque de nitrato é o mesmo independente da profundidade. Resultado semelhante foi encontrado por El-Husny (2010) na mesma área com solo coletado no mês de julho de 2009.

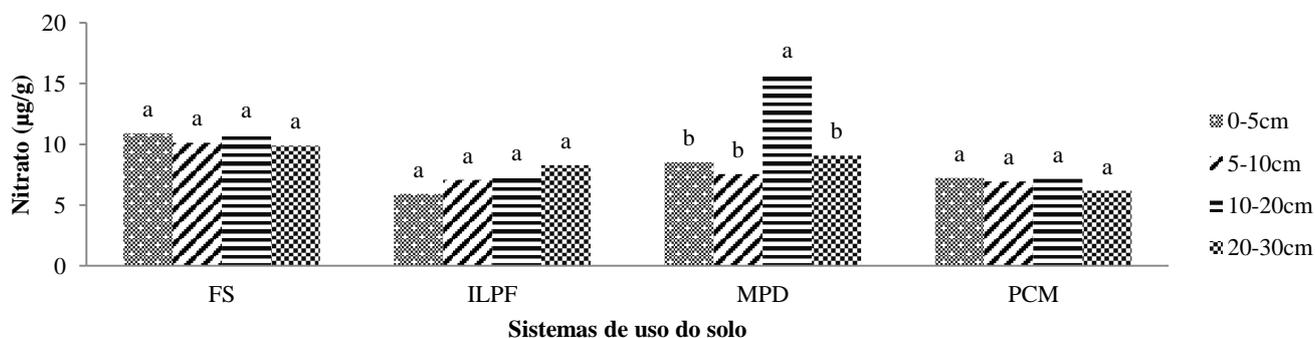


Figura 7: Relação dos teores de nitrato entre as profundidades de cada sistema. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No sistema MPD o maior teor foi registrado na profundidade de 10 a 20 cm, sendo diferente significativamente das demais profundidades que não apresentaram diferença estatística significativa entre si. A presença de maior concentração de nitrato na profundidade de 10 a 20 cm pode estar associada à aplicação de adubo nitrogenado a base de ureia aplicada durante a semeadura do milho e menor retenção do íon NO_3^- nos primeiros 10 cm de profundidade.

Levando-se em consideração os resultados relacionados aos teores médios de amônio dos quatro sistemas de uso da terra para todas as profundidades estudadas, não houve diferença estatística significativa entre os sistemas (Figura 8) apontando uma condição de grande similaridade quando se considera o perfil do solo até essa profundidade.

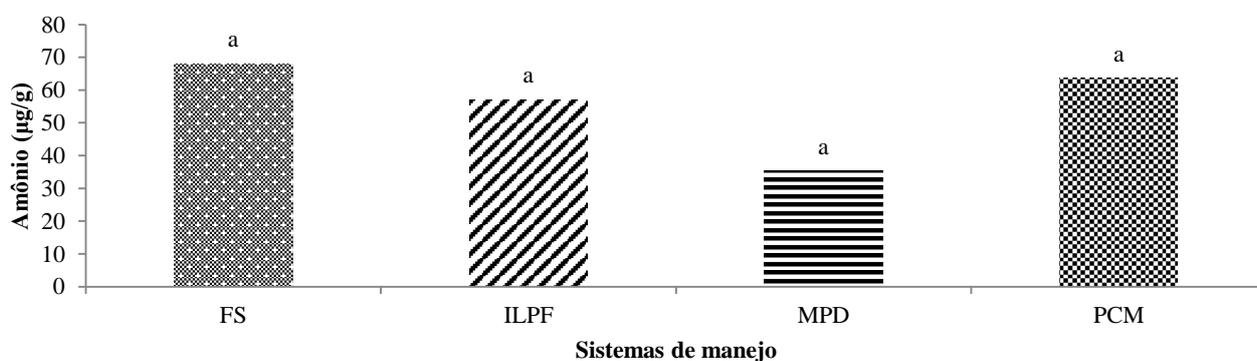


Figura 8: Teores médios de amônio das quatro profundidades em diferentes sistemas de manejo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No entanto, quando se analisa os resultados por faixas de profundidade (Figura 9) o sistema FS apresentou os maiores valores de 0 a 5 cm, sendo estatisticamente superior aos teores de amônio quando comparados com os demais sistemas. Os sistemas ILPF e PCM apresentaram valores semelhantes, sendo que o sistema ILPF não diferiu estatisticamente do sistema MPD. O maior teor de amônio no sistema FS ocorre devido a maior produção e acúmulo de matéria orgânica, maior teor de umidade e menor temperatura no solo, quando comparado aos demais sistemas. Segundo Sainju et al. (2007), o estoque de N mineralizado no solo de um sistema florestal é dependente do balanço entre o aporte de N via plantas e das perdas por lixiviação e gasosas e/ou da exportação do nutriente via extração madeireira e como o amônio é o primeiro elemento formado no ciclo biológico do N no solo, há uma tendência natural de maior concentração

na superfície do solo, dessa forma de N quando comparados aos demais sistemas que produzem menos matéria orgânica.

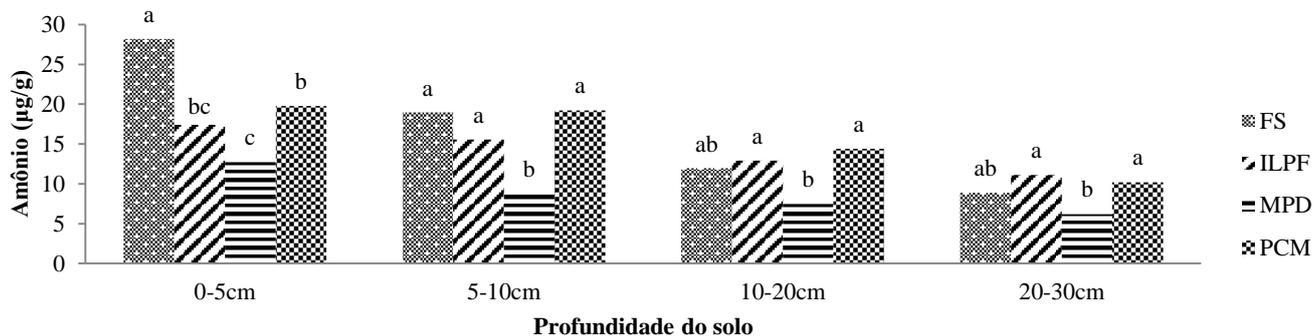


Figura 9: Relação dos teores de amônio entre profundidades e sistemas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Considerando-se a produção de matéria orgânica entre os sistemas estudados, pode-se afirmar que o sistema MPD é o que ocupa a segunda colocação, ficando apenas atrás do sistema FS. Além disso, os sistemas cultivados com técnicas de plantio direto são caracterizados por apresentarem maior proteção física da matéria orgânica no interior dos agregados, o que diminui o acesso dos microrganismos aos substratos orgânicos limitando sua mineralização, principalmente até a formação do ânion nitrito. Dessa forma era esperado que os teores de amônio fossem superiores aos sistemas que possuem pastagem, no entanto, nesse estudo isso não ocorreu, possivelmente pela adição de ureia, por ocasião das adubações de plantio e de cobertura durante o cultivo do milho, pois a aplicação de adubo nitrogenado à base de ureia em solos com baixo pH tende a promover de acordo com Polletto et al. (2008) um momentâneo aumento do pH do solo favorecendo o processo de nitrificação.

Esse resultado demonstra ainda que o solo sob a FS possivelmente está em uma condição de mineralização líquida, alcançada quando a mineralização da matéria orgânica é superior à assimilação do N mineral pela população microbiana, pois de acordo com Ferreira (2009), quando em um sistema a demanda da população microbiana é satisfeita, a concentração de nitrogênio mineralizado consegue aumentar no solo.

Na profundidade de 5 a 10 cm os sistemas FS, ILPF e PCM não apresentaram diferença significativa, porém foram superiores estatisticamente aos valores encontrados no sistema MPD. Nas profundidades de 10 a 20 cm e 20 a 30 cm os teores de amônio também não foram significativamente diferentes para os sistemas FS, ILPF e PCM, no entanto, somente os sistemas ILPF e PCM apresentaram diferença estatística em relação

ao MPD. Esses resultados corroboram com o entendimento de que o teor de amônio. No sistema MPD sofre grande influência da aplicação de fertilizante nitrogenado à base de ureia, fator que favorece a nitrificação do sistema, provocando quedas na concentração do nitrogênio amoniacal.

Em relação à avaliação dos teores de amônio nas quatro profundidades dentro de cada sistema (Figura 10), o sistema FS apresentou declínio nos teores com o aumento da profundidade, sendo os valores encontrados de 0 a 5 cm, superior estatisticamente aos teores das profundidades 5 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, as duas últimas profundidades não diferiram entre si.

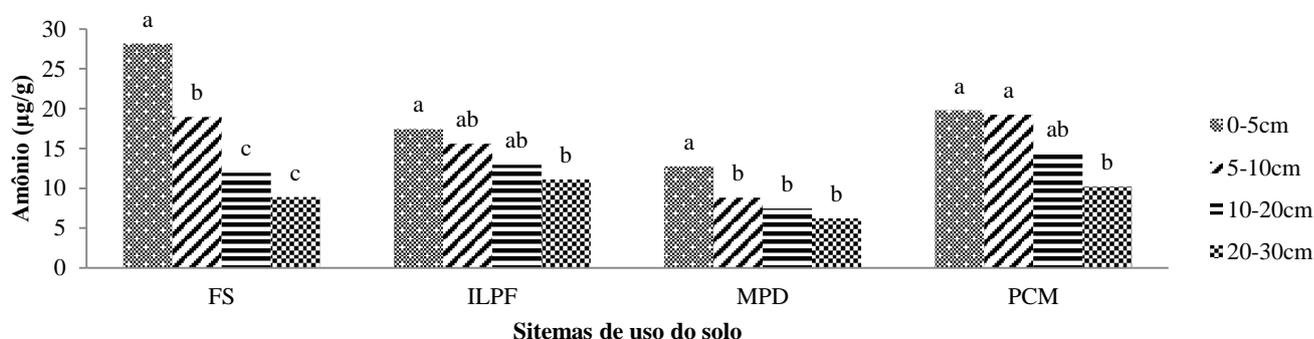


Figura 10: Relação dos teores de amônio entre as profundidades de cada sistema. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Resultados semelhantes também foram encontrados em pesquisa realizada por El-Husny (2010) no ano de 2009, onde o teor de amônio no mês de julho na mesma área de floresta foi de $24,87 \mu\text{g g}^{-1}$ para 0 a 5 cm, $17,01 \mu\text{g g}^{-1}$ para 5 a 10 cm, $8,1 \mu\text{g g}^{-1}$ para 10 a 20 cm e $7,28 \mu\text{g g}^{-1}$ para 20 a 30 cm. Isso pode ser explicado pela redução de matéria orgânica com o aumento da profundidade e pela absorção de grande parte do nitrogênio na forma amoniacal nos primeiros 5 cm do solo, onde se concentram as radículas da vegetação, responsáveis pela absorção da maior parte dos nutrientes nos sistemas florestais. De acordo com Silva et al. (2011), os solos sob floresta de terra firme na Amazônia, devido sua natureza pobre em nutrientes, bem como sua capacidade troca catiônica, atua apenas promovendo uma resistência a lixiviação dos nutrientes, suficiente para que os mesmos sejam eficientemente assimilados pela vegetação.

No sistema ILPF o teor de amônio foi maior na profundidade de 0 a 5 cm, sendo diferente estatisticamente apenas da profundidade de 20 a 30 cm que apresentou o menor valor, e esse não demonstrou diferença significativa para as profundidades de 5 a 10 cm

e 10 a 20 cm. O maior teor de amônio nas profundidades 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, podem ser atribuídos a influência da decomposição dos dejetos do rebanho bovino e das raízes do capim *Brachiaria brizantha* que concentram maior densidade na profundidade de 10 a 20 cm. Em experimento realizado por Costa et al. (2008) com aplicação de adubos nitrogenados em pastagem com capim *Brachiaria brizantha* verificou a mesma combinação de resultados para essas profundidades.

No sistema MPD a diferença significativa foi verificada entre a profundidade de 0 a 5 cm e as demais profundidades, as quais não diferiram entre si. Esse resultado possivelmente está relacionado à maior concentração de matéria orgânica, N da biomassa microbiana, atividade enzimática e N total na camada superficial desse sistema, pois a matéria orgânica aumenta a capacidade de troca de cátions e, conseqüentemente, a adsorção amônio trocável, e, conjuntamente com outras variáveis incrementam o potencial de mineralização (Parron, 2003).

Para o sistema PCM não houve diferença estatística significativa entre as profundidades 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 15 cm e nem entre 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, porém houve diferença significativa entre as profundidades 0 a 5 cm e 5 a 10 cm com a profundidade 20 a 30 cm. Isso possivelmente deve estar ocorrendo por conta do menor acúmulo de matéria orgânica na profundidade de 20 a 30 cm.

CONCLUSÕES

1. De maneira geral, as concentrações de nitrato e amônio foram maiores no sistema FS;
2. O aumento da profundidade nos sistemas FS, ILPF e PCM não provocou redução nos teores de nitrato. Com exceção do sistema MPD que apresentou maior valor na profundidade 10-20 cm;
3. A concentração de amônio no solo diminuiu com o aumento da profundidade;
4. A grande quantidade de liteira produzida no sistema FS foi responsável pelo maior teor de amônio encontrado na profundidade 0 a 5 cm do sistema FS.

LITERATURA CITADA

ALFAIA, S. S.; GROHS, D. S.; MUNDSTOCK, C. M. Flutuação diária estacional de nitrato e amônio em um Argissolo vermelho distrófico típico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32. p.1619-1626, 2008.

ALMEIDA, D.; KLAUBERG FILHO, O.; FELIPE, A. F.; ALMEIDA, H. C. Carbono, Nitrogênio e Fósforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção orgânica de maçã no Sul do Brasil. **Bragantina**, v. 68, n. 4, p. 1069-1077. 2009.

ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R.; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS, M. T.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores da qualidade do solo sob alternativas de recuperação de solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazônia**, v. 42, p. 11-18. 2012.

ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Biomassa microbiana em sistemas orgânicos. **Ciência Rural**[online], v. 40, n. 11, p. 2419-2426. 2010.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.375-470.

CARMO, J. B.; ANDRADE, C. A.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. Disponibilidade nitrogênio e fluxos de N₂O a partir de solo sob pastagem após aplicação de herbicida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29,p.735-746, 2005.

CHAVES, S. S. F. **Dinâmica do carbono no solo sob diferentes usos da terra em Paragominas** – PA. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba, SP.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E. C. Doses e fontes de nitrênio em pastagem de capim-marandu. I – alterações nas características químicas do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 32, n. 4, p. 1591-1599. 2008.

EL-HUSNEY, J. C. **Avaliação de indicadores de qualidade de um Latossolo Amarelo em sistema de integração lavoura-pecuária no município de Paragominas, estado do**

Pará. 2010. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, Belém.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.; GUERRA, J.G.M. & SILVA, E.M.R. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistemas. **Floresta Amb.** 8:104- 113, 2001.

MARTORANO, L. G.; EL-HUSNY, J.C.; MONTEIRO, D.C.A.; ALVES, L.W.R.; FERNANDES, P.C.C.; LIMA, R.B.M.; CHAVES, S.S.F. Avaliações agrometeorologias para subsidiar estratégias de decisão em cultivos de soja no município de Paragominas, Pará. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 32., 2011, Piracicaba. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 59-62.

MENDONÇA, E. S.; MATOS E. S. **Matéria orgânica do solo; métodos de análise.** ed. UFV. Viçosa, MG. 2005. 107p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 792 p.

MORENO, M.G.; LOPEZ, M. D. L.; OLIVEIRA, F. C. Eficácia de los sistemas agroflorestales em el control de lalixiviación de nitrato. Actade la III Reúñion sobre sistemas agroflorestales. **Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.** 22:113-118. 2007.

MOUTINHO, P. R. S. **O papel das saúvas na sucessão florestal em pastagens abandonadas na Amazônia.** 1998. 112 f. Tese (Doutorado em Ecológica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

PARRON, L. N. **Mineralização de nitrogênio e biomassa microbiana em solos e Mata de Galeria: efeito do gradiente topográfico.** Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2003.

POLETTI, N.; GROHS, D. S.; MUNDSTOCK, C. M. Flutuação diária e estacional de nitrato e amônio em um Latossolo Amarelo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 41, p. 1619-1626, 2010.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; ZARIN, D. J.; CARVALHO, J. C. R.; SANTOS, M. M. L. S.; VASCONCELOS, S. S.; OLIVEIRA, F. A. 2005. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana de um solo sob vegetação secundária de diferentes idades na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), 44, p. 49-63, 2005.

SAINJU, U.M.; SINGH, B. P. WHITEHEAD, W. F. Accumulation and crop uptake of soil mineral nitrogen as influence by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, p. 1622-1631, 2007.

SANTIAGO, W. R.; VASCONCELOS, S. S.; KATO, O. R.; BISPO, C. J. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; CASTELLANI, D. C. Nitrogênio mineral e microbiano do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental. **Acta. Amazônia**, 43(4), p. 395-406, 2013.

SILVA, F. W. R.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; MOTTA, M. B.; MACEDO, R. S. Caracterização química e mineralógica de solos antrópicos (terra preta de índio) na Amazônia central. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** (online), v. 35 n. 3, p. 673-681. 2011.

YAGI, R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Mineralização potencial e líquida de nitrogênio em solos. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** (online), v. 33 n. 2, p. 385-394. 2009.

4. CONCLUSÃO GERAL

A avaliação da dinâmica de amônio e nitrato nos quatro sistemas de manejos estudados demonstra uma forte influência dos resíduos vegetais sobre a concentração do nitrogênio nas duas formas supracitadas.

É necessária a realização de pesquisas que considerem outros parâmetros, tais como C e N da biomassa microbiana do solo, a fim de apontar com melhor acurácia, quais dos sistemas estudados apresenta melhor estado de conservação.

ANEXO

**NORMAS DA REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (RBCA -
UFRPE)**

(ISSN- online: 1981-0997) – Qualis B2 - Interdisciplinar

Diretrizes para Autores

Objetivo e Polícia Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aquicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Artigos referentes a experiências conduzidas em nível de campo só serão aceitos para eventual publicação, quando os mesmos apresentarem dados de, no mínimo, dois anos agrícolas de avaliação.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

Composição sequencial do artigo

- a.** Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b.** Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 6 (seis) autores;**
- c.** Resumo: no máximo com 15 linhas;
- d.** Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- e.** Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;

- f. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g. Key-words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura; i. Material e Métodos;
- j. Resultados e Discussão;
- k. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l. Agradecimentos (facultativo);
- m. Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

- a. **Idioma:** Português, Inglês e Espanhol
- b. **Processador:** Word for Windows;
- c. **Texto:** fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. **Espaçamento:** duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. **Parágrafo:** 0,5 cm;
- f. **Página:** Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;
- g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;
- i. **Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)**
 - Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;
 - As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela

primeira vez. Exemplo de citações no texto: (Figura 1); (Tabela 1). Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas.

Exemplos de citações no texto

a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire, 2007).

b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).

c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo **25 citações bibliográficas**. A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO* com menos de 10 anos.

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. Livros

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B.; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

b. Capítulo de livros

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim, C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. Revistas

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital ObjectIdentifiers).

Quando o artigo tiver a url.

Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007. <<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de *Myracrodruonurundeuva*Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>>.

d. Dissertações e teses

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

e. WWW (World Wide Web) e FTP (File TransferProtocol)

Burka, L.P. A hipertexthistoryofmulti-userdimensions; MUD history. <<http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key-words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;
- 11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; l/s = L.s⁻¹; 27°C = 27 °C; 0,14 m³/min/m = 0,14 m³.min⁻¹.m⁻¹; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm.d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2-61,5 (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%).

Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

13) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, sequência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou <http://www.agraria.pro.br>.

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail agrarias@prppg.ufrpe.br, editorgeral@agraria.pro.br ou secretaria@agraria.pro.br

