

Nitrogênio e fósforo nas águas proveniente de área de algodoeiro em dois sistemas de cultivos

Oscarlina Lucia dos Santos Weber¹, Soely Ovidio de Miranda²,
Claudia Cardoso dos Santos¹, Ricardo Santos Silva Amorim¹, Robert de Oliveira Moreira¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá-MT, Brasil. E-mail: oscarlinaweber@gmail.com; santosclaudiac@hotmail.com; rsamorim@ufmt.br; robertmoreira@gmx.com

² Companhia Matogrossense de Mineração, Av. Gonçalves Antunes de Barros, 2970, Planalto, CEP 78050-300, Cuiabá-MT, Brasil. E-mail: soelymiranda@yahoo.com.br

RESUMO

O nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes que restauram a fertilidade dos solos, porém, em excesso, são os responsáveis pelo processo de eutrofização das águas. Desse modo, objetivou-se avaliar a concentração de nitrogênio e fósforo em águas percoladas e de escoamento superficial num Latossolo Vermelho cultivado com algodão em plantio convencional (PC) e em cultivo mínimo (CM). O experimento foi realizado na microbacia do córrego da Ilha no município de Campo Verde-MT. Foram instaladas duas parcelas cujas dimensões foram de 3,5 m x 11 m, sendo colocada no final da parcela uma caixa para armazenamento de águas pluviais. Foram coletadas amostras de água (no período das safras de 2005 e 2006) do escoamento superficial, lisímetros, água da solução do solo e de poços de monitoramento. Foram determinadas as concentrações de nitrogênio em forma de nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) e fósforo na forma de fosfato (PO_4^{2-}) em ambos os sistemas de manejo PC e CM. No PC houve maior concentração de NO_3^- na água percolada e na água da solução do solo na maior profundidade estudada (1,30 m), sendo no sistema de manejo conservacionista (CM) encontrado menor aporte de nutrientes (N e P).

Palavras-chave: água do solo, lixiviação, sistemas agrícolas

Nitrogen and phosphorus in water from cultivated area of cotton in two cropping systems

ABSTRACT

Nitrogen and phosphorus are the main nutrients that restore soil fertility, however, in excess, it is the main responsible for the process of eutrophication of water. Thus, this study aimed to evaluate the nitrogen and phosphorus levels in percolated water and runoff in an Oxisol cultivated with cotton in conventional tillage (PC) and minimum tillage (CM). The experiment was conducted on the Island Stream watershed in Campo Verde municipality, MT, Brazil. There were installed plots whose dimensions were 3.5 m x 11 m, being placed at the end portion of a box for storing rainwater. Water samples were collected (in the period of harvests of 2005 and 2006) in the, lysimeters, water the soil solution and monitoring wells. There was determined the concentrations of nitrogen in form of nitrite (NO_2^-) and nitrate (NO_3^-) and phosphorus in the form phosphate (PO_4^{2-}) in both PC and CM management systems. In the PC there was a higher concentration of NO_3^- in the percolated water and water from the soil solution in the most studied depth (1.30 m), and the conservation management system (CM) were found lower supply of nutrients (N and P).

Key words: soil water, leaching, farming systems

Introdução

Nos sistemas agrícolas, o cultivo intenso com utilização de agroquímicos no solo, sem manutenção da matéria orgânica, pode resultar em perdas de água e de solo de modo a comprometer a qualidade dos corpos hídricos pelos erosivos (Silva et al., 2013; Inoue et al., 2014;), essas perdas resultam em contaminação, que em áreas de agricultura é uma das grandes preocupações da atualidade, visto que, essa atividade contribui para o acúmulo de nutrientes e metais, agentes responsáveis pela contaminação e eutrofização dos mananciais hídricos, oferecendo risco tanto à qualidade da água quanto à vida os seres vivos.

Por outro lado, a adição de nutrientes via adubação é uma prática importante quando realizada adequadamente de forma a proporcionar melhorias na fertilidade dos solos e por consequência aumentar a produtividade das culturas. No cultivo das espécies o algodoeiro é susceptível ao ataque de pragas, tornando-se necessário para o combate o uso de agroquímicos em todo o ciclo da cultura. No Estado de Mato Grosso, desde a metade da década de 90, o algodão se tornou uma alternativa para rotação com a soja, desse modo, as frequentes adubações e o controle químico, aliado aos frágeis sistemas de cultivo adotados (plantio convencional e cultivo mínimo) podem resultar em perda de nutrientes e de solo, em eventos de chuva intensos. Nesse contexto, esses dois sistemas de cultivo são práticas corrente em áreas sob cultivo de algodão em Mato Grosso, haja vista que, o manejo de pragas, especialmente o bicudo, força o produtor a destruir os restos culturais expondo assim, o solo ao processo erosivo.

No solo o estoque de nutrientes é definido pelo balanço entre a adição e perda, nesse processo o íon nitrato detém maior potencial de percolação quando comparado ao fosfato (Nunes et al., 2011). A emissão antrópica de nutrientes (N e P) para muitos ecossistemas aquáticos vêm superando de forma quantitativa as emissões naturais, oriundas da lixiviação de solos e da deposição atmosférica, e alterando sua composição, induzindo a eutrofização e a contaminação da biota (Molisani et al., 2013).

Dessa forma, trabalhos de pesquisa que foquem a dinâmica dos nutrientes, que avaliem os sistemas de manejo adotados nas diferentes áreas produtivas são relevantes, pois fornecem informações técnico/científicas que poderão balizar a cadeia produtiva. Face ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda de água, concentração de nitrogênio e fósforo em águas percoladas e de escoamento num Latossolo Vermelho cultivado com algodão sob os sistemas de plantio, convencional e cultivo mínimo.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na microbacia do córrego da Ilha, localizada no município de Campo Verde - MT (Figura 1).

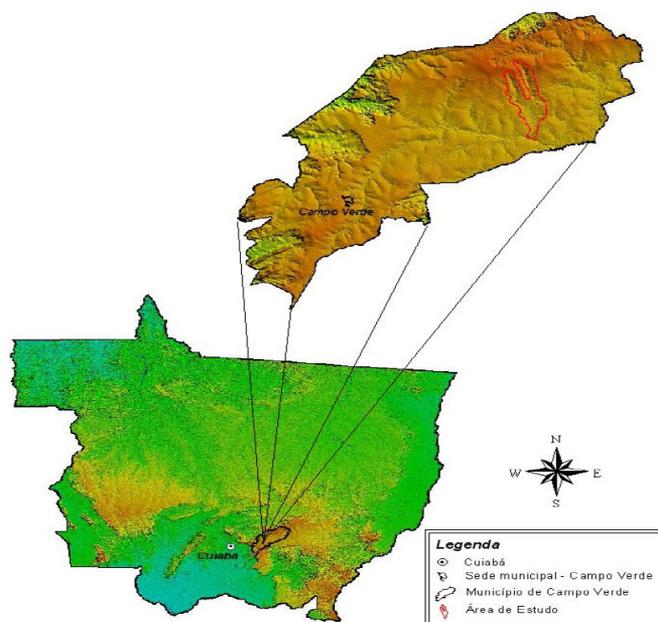


Figura 1. Localização da área de estudo, microbacia do córrego da Ilha, Campo Verde-MT

Foram instaladas parcelas experimentais para o monitoramento do escoamento superficial e das perdas de água e de nutrientes, sob condições de chuva natural nas safras dos anos agrícolas de 2005 e 2006. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger a região é caracterizada pelo tipo climático Aw, temperatura média anual entre 18 a 24°C com precipitação pluvial anual variando de 1500 a 2500 mm (Alvares et al., 2013).

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico com textura argilosa conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo - SiBCS (Embrapa, 2006), com características químicas conforme descrição na Tabela 1.

Foi realizado um levantamento prévio da cobertura pedológica das vertentes associadas à microbacia do Córrego da Ilha e a elaboração da topossequência permitindo assim, o entendimento das relações entre os tipos pedológicos e a declividade do terreno, bem como o funcionamento hídrico relacionado a infiltração e escoamento superficial e subsuperficial das águas de chuva nas diferentes posições da vertente até o aquífero freático.

Para a realização deste estudo foi escolhido um talhão comercial para implantação de duas parcelas experimentais, uma com plantio convencional e outra com cultivo mínimo. A área foi previamente preparada no caso do PC, passando por arações e gradagens com incorporação dos restos culturais, enquanto no CM, o solo foi mantido praticamente imobilizado.

As unidades experimentais foram constituídas de duas parcelas com 11 m de comprimento e 3,5 m de largura, delimitadas por chapas galvanizadas, cravadas 0,10 m no solo, providas de um sistema coletor de enxurrada na sua extremidade inferior (Figura 2).

Tabela 1. Características químicas do solo da área de estudo, Campo Verde-MT

Profundidade (m)	pH (KCl)	Teor de argila (%)	H+Al		Ca + Mg	K	P	COT ¹ g kg ⁻¹	V %
			(cmolc dm ⁻³)						
0,30	4,49	46	5,5	42,82	2,4	39,97	9,91	22,19	87,69
1,30	5,86	54,3	2,05	10,16	0,55	9,52	0,13	7,6	79,07

¹ = carbono orgânico total.

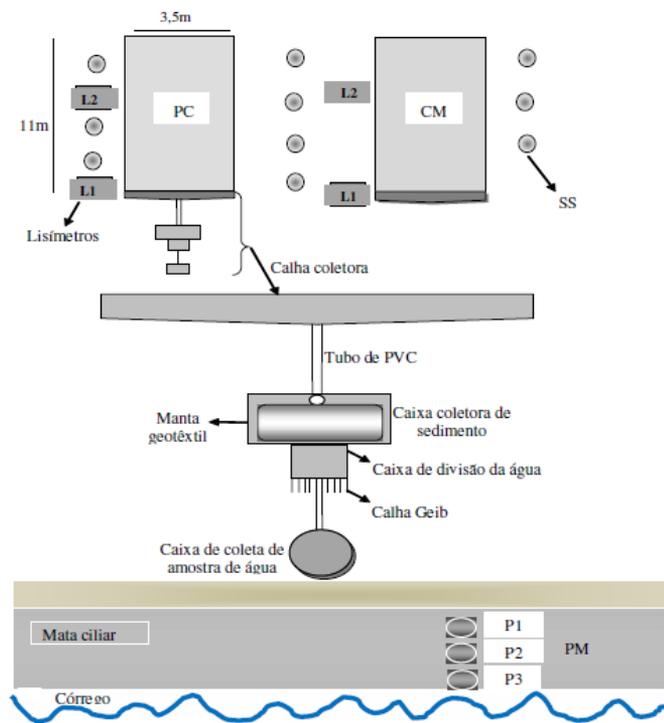


Figura 2. Esquema do sistema coletor de água no plantio convencional e cultivo mínimo

As adubações com macronutrientes e micronutrientes foram aplicadas nas seguintes fontes e quantidades nas safras de 2005: 91,20; 225,60 e 127,27 kg ha⁻¹, respectivamente para cloreto de potássio, superfosfato simples granulado + zinco. Na safra de 2006 foram aplicados 17; 200; 51; 286 e 196 kg ha⁻¹, para boro, cloreto de potássio, sulfato de amônio farelado, sulfato de amônio granulado e ureia, respectivamente.

O coletor de água foi constituído de uma calha coletora conectada através de um tubo de PVC (100 mm) a uma estrutura de coleta posicionada na extremidade inferior da área experimental consistindo de uma caixa retangular construída de chapa galvanizada, contendo um sistema de filtragem (manta geotêxtil). Essa caixa apresentava uma saída composta por um divisor tipo “Geib”, provido de nove aberturas, sendo que a abertura central era conectada a uma caixa que armazenava o volume de escoamento que passava pela fração de 1/9 do divisor.

O escoamento superficial foi conduzido através de tubos de PVC para uma estrutura de coleta posicionada na extremidade de menor cota da área experimental. Com esse volume e com a razão da abertura central de coleta determinou-se o volume total do escoamento superficial, que foi armazenado em caixa coletora de 1000 L (Figuras 3A. e B.).

O registro da precipitação bem como sua distribuição temporal, foi feito por meio de um pluviógrafo do tipo pulso. As coletas de água foram realizadas em intervalos de aproximadamente 15 dias, que coincidiram com ciclo da cultura do algodão e com o período chuvoso da região. A lâmina de escoamento superficial foi obtida pela relação entre o volume total escoado e a área da parcela experimental conforme a Eq. 1:

$$L_{esc} = \frac{V_{esc}}{A}$$

em que: L_{esc} = lâmina total de escoamento superficial, mm; V_{esc} = volume total de escoamento superficial, L; e A = Área da parcela experimental, m².

Foram implantados, ao lado de cada parcela experimental, dois lisímetros de seção quadrada de 0,23 m de largura e 0,50 m de altura, denominados (L1 e L2), a parte inferior do lisímetro foi preenchida com areia e cascalho, previamente esterilizados, para permitir a coleta da água percolada no perfil do solo. O L1 foi instalado próximo a calha coletora de água e o L2 na parte central externa da parcela, cravado 0,30 m abaixo da superfície do solo, de modo a permitir a circulação de máquinas agrícolas. Após a instalação dos lisímetros procedeu-se a abertura de uma pequena trincheira no solo para facilitar a conexão dos lisímetros a garrafas coletoras de capacidade dois litros, para a coleta da água percolada.

Os coletores de solução de solo, num total de dez foram dispostos ao lado das parcelas experimentais. Esses coletores foram confeccionados com tubo de PVC e cápsula porosa de cerâmica na extremidade inferior. A outra extremidade foi vedada, com um pequeno orifício por onde passavam dois tubos capilares usados para sucção da água. Os coletores foram instalados no solo nas profundidades de 0,30 e 1,30 m.

A.



B.



Figura 3. Vista da parcela experimental (A) e do sistema coletor de água (B) na área experimental

Os poços de monitoramento denominados P1, P2 e P3 estavam dispostos em sequência entre o corpo d'água e o final da área de plantio, após as parcelas experimentais. A distância entre P1 e a área de cultivo foi de 12 m, entre P1 e P2, cinco metros e entre P2 e P3 três metros. O poço de monitoramento foi constituído de tubo de PVC com o fundo lacrado e ranhuras nos últimos 0,60 m para permitir a entrada de água. O espaço vazio ao redor do tubo foi preenchido com areia inerte para servir de pré-filtro até a altura de 0,60 m, e o restante foi completado com o próprio solo retirado da perfuração. Para facilitar a coleta e evitar contaminação foi deixada uma porção acima do solo de 0,30 – 0,40 m do tubo de PVC, a qual foi fechada com tampão removível.

Para instalação dos poços de monitoramento foi aberto um furo manualmente usando trado tipo holandês, até ultrapassar o nível d'água ou até onde a resistência do material permitiu. Para o monitoramento da água e a avaliação da concentração dos elementos químicos foram coletadas amostras de água nos seguintes compartimentos: coletor de solução do solo, água proveniente do escoamento superficial, lisímetros e poços de monitoramento. Para a retirada da água percolada nos lisímetros utilizou-se de uma bomba de sucção. Foram realizadas 41 (quarenta e uma) coletas, no período correspondente à safra do algodão de 2005 e 2006.

Antes das coletas de água nos poços de monitoramento, a profundidade do nível d'água foi aferida através de um medidor elétrico, para avaliar a oscilação do nível freático em decorrência da chuva que incidiu nas datas de coletas (Figura 4). As amostras de água foram retiradas dos poços de monitoramento através de um coletor de aço inox sendo transferida para frascos de plástico de 300 ml devidamente tampados e conservadas sob gelo até a chegada ao laboratório para análises.

Para a determinação dos nutrientes nas amostras água de escoamento superficial, do lisímetro, coletor de solução do solo e do poço de monitoramento procedeu-se à sua filtração em membrana porosa de 0,45 μm e as leituras realizadas em um cromatógrafo iônico Dionex Modelo ICS 90. A análise dos teores de NO_2^- , NO_3^- e de PO_4^{2-} na água e nos volumes de água

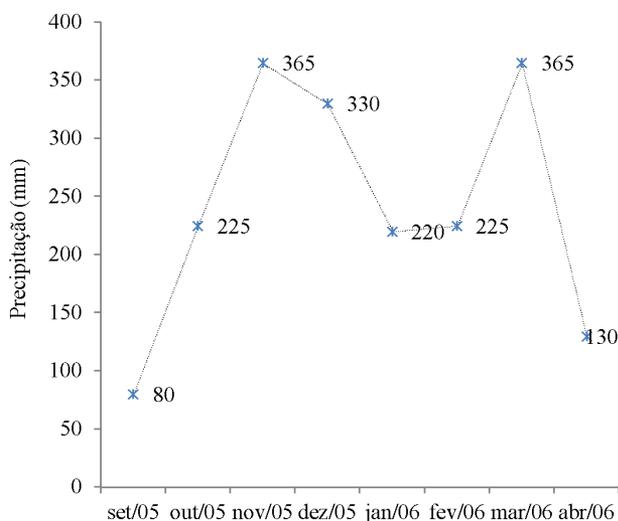


Figura 4. Precipitação entre o início e o final da safra 2005/2006, Campo Verde-MT

escoada foi de acordo com a metodologia descrita no Standard Methods (1999).

Os resultados das análises dos nutrientes nas águas em todos os compartimentos do solo receberam tratamento estatístico pelo software Statistic, sendo comparadas as médias pelo teste t pareado a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Ao analisar as concentrações dos nutrientes na água de escoamento superficial, não houve diferença na concentração de NO_3^- em ambos os sistemas, o NO_2^- e o PO_4^{2-} foram encontrados apenas no PC (Figura 5). Na água de escoamento superficial a concentração do PO_4^{2-} foi maior (0,1532 mg L^{-1}) que o valor máximo estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, para P total de 0,020 mg L^{-1} (Brasil, 2005).

No sistema PC a concentração de PO_4^{2-} é superior aos valores máximos permitidos pelo Conama 357/2005 (Brasil, 2005) e aos valores encontrados por Pinto et al. (2012) entre < 0,02 e 0,16 mg L^{-1} ao avaliar a qualidade da água de cinco nascentes com diferentes usos de solos em seu entorno.

As concentrações de NO_2^- e NO_3^- em ambos os sistemas estão abaixo dos valores considerados pelo Conama (Brasil, 2005) como limite de 1 e 10 $\text{mg L}^{-1}\text{N}$, respectivamente. Na água dos lisímetros os ânions NO_2^- e PO_4^{2-} não foram detectados e para o NO_3^- as concentrações foram de 30,03 e 7,09 mg L^{-1} , respectivamente nos sistemas de preparo do solo PC e CM na profundidade de 0,60 m. Essa diferença nas concentrações de N, possivelmente ocorreu confirmando o efeito benéfico do CM na redução de perda de N no sistema agrícola, por ser um sistema conservacionista.

Na água da solução do solo os valores de NO_3^- no sistema PC na profundidade de 0,30 e 1,30 m foram respectivamente de 50,96a e 3,76b; no CM de 35,04a e 2,37b. Em ambas as profundidades nos dois sistemas as concentrações de NO_3^- não diferenciaram, porém, entre as profundidades houve maiores concentrações na profundidade de 0,30 m, isso também pode ser atribuído às características do solo como alto teor de argila

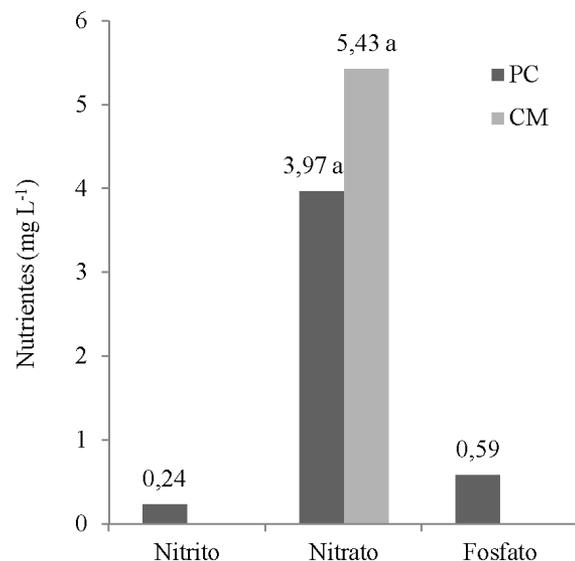


Figura 5. Nutrientes na água do escoamento superficial dos sistemas de cultivo convencional e mínimo no cultivo do algodão

(< 45%), alta CTC, sendo menos propensas as perdas de nutrientes por lixiviação.

Nas duas profundidades dos sistemas de PC e CM, na água de solução do solo, as concentrações de NO_3^- variaram entre 0,10 e 0,12 mg L^{-1} (Figura 6), desse modo, observa-se que todos os valores de NO_3^- e PO_4^{-2} estão abaixo dos valores considerados nocivos para a qualidade da água, em decorrência das atividades antrópicas (Menezes et al., 2009; Araújo et al., 2011).

Pinheiro et al. (2012) estudando concentrações e cargas de nitrato e fosfato em água de córrego verificaram que os valores da carga desses nutrientes foram superiores ao de escoamento superficial, sendo que no presente estudo os valores de concentração de nitrato nos lisímetros (7,09 e 30,03 mg L^{-1}) foram inferiores aos valores da água da solução do solo (35,04 e 50,96 mg L^{-1}), demonstrando que na profundidade de 0,30 m, sendo a camada agricultável, as concentrações de nitrato foram superiores, devido a algumas características como pH que foi relativamente menor que na camada mais profunda (1,30 m), matéria orgânica do solo (pela incorporação de restos culturais) e alto teor de argila no solo possibilitando assim maiores concentrações de nitrato na água da solução do solo na camada superficial.

As concentrações de NO_2^- e de PO_4^{-2} não foram detectadas nas águas dos poços de monitoramento (Figura 7), sendo que os valores de nitrato também estiveram abaixo dos valores

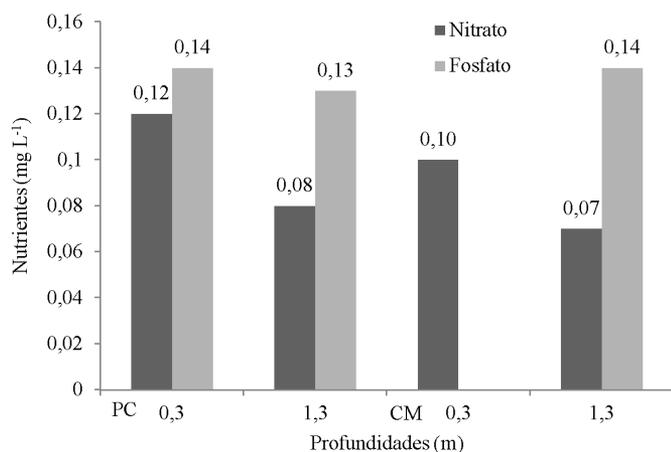


Figura 6. Nutrientes na água de solução do solo nos sistemas de PC e CM nas profundidades de 0,30 e 1,30 m

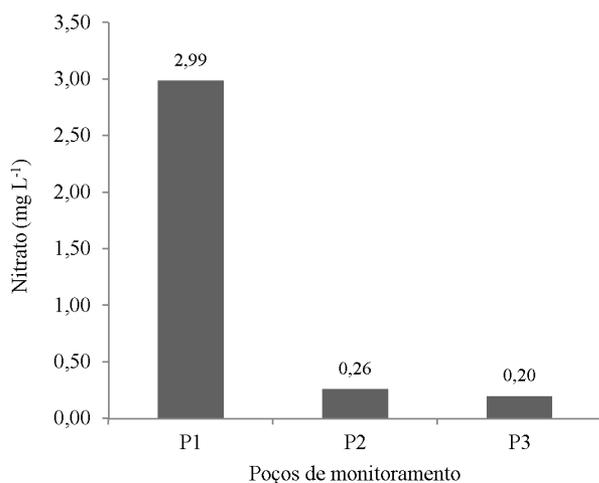


Figura 7. Nitrato nas águas dos poços de monitoramento

utilizados como referência dos padrões de qualidade dos corpos de águas subterrâneas (10 mg L^{-1} N) e não excederam os valores estabelecidos pela legislação ambiental resolução Conama resolução 396/2008 (Brasil, 2008).

Nos poços de monitoramento não houve diferença nos valores de nitrato, sendo importante ressaltar que a concentração desse íon nesse compartimento do ambiente não mudou significativamente, contudo o que se deve ressaltar é sobre o acúmulo dessas cargas transportadas para águas subterrâneas, quando essas estão próximas ao ambiente com atividades agrícolas.

Conclusões

Na água de escoamento superficial as concentrações de nutrientes não variaram nos sistemas estudados;

Nos lisímetros a concentração de nitrato foi maior no PC;

Na água da solução do solo não houve diferença das concentrações de nitrato entre os sistemas apenas entre as profundidades;

Nos poços de monitoramento, no sistema de cultivo mínimo do algodão as concentrações de nitrato e fosfato foram menores que no plantio convencional, sendo seus acúmulos, fortes indicadores dos seus aportes via água.

Literatura Citada

- American Public Health Association - ASHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1999. 1325p. <http://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf>. 05 Mai. 2016.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>.
- Araújo, P.P.; Oliveira, F.A.; Cavalcante, I.N.; Queiroz, J.C.B.; Carneiro, B.S.; Felici, A. C.; Tancredi, N.S. Classificação hidroquímica e contaminação por nitrato no aquífero livre Barreiras na bacia do rio Capitão Pocinho região do médio rio Guamá na Amazônia oriental. Ambi-Agua, v. 6, n. 2, p.266-281, 2011. <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.199>>.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, n.53, 18 mar. 2005. Seção 1, p.58-63. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. 22 Mai. 2016.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Resolução n. 396, de 3 de abril 2008. Diário Oficial da União, n.66, 07 abr. 2008. Seção 1, p.64-68. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>>.

- cfm?codlegi=562>. 22 Mai. 2016.
- Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. 10 Abr. 2016.
- Inoue, M.H.; Possamai, A.C.S.; Mendes, K.F.; Ben, R.; Matos, A.K.A.; Santos, E.G. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cana-de-açúcar em solos contrastantes. *Bioscience Journal* v. 30, supplement 2, p. 659-665, 2014. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18272/15226>>. 12 Abr. 2016.
- Menezes, J.M.; Prado, R.B.; Junior, G.C.S.; Mansur, K.L.; Oliveira, E.S. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos - RJ. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 4, p. 687-698, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162009000400019>>.
- Molisani, M.M.; Esteves, F.A.; Lacerda, L.D.; Rezende, C.E. Emissões naturais e antrópicas de nitrogênio, fósforo e metais para a bacia do rio Macaé (Macaé, RJ, Brasil) sob influência das atividades de exploração de petróleo e gás na bacia de campos. *Quimica Nova*, v. 36, n. 1, 27-33, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000100006>>.
- 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*, v.35, n.4, p.1407-1419, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000400035>>.
- Pinheiro, A.; Kaufmann, V.; Schneiders, D.; Oliveira, D.A. de; Albano, R.M.R. Concentrações e cargas de nitrato e fosfato na Bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras, SC. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.1, p.86-93, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000100012>>.
- Pinto, L.V.A.; Roma, T.N. de; Balieiro, K.R.C.; Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *Cerne*, v. 18, n. 3, p. 495-505, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000300018>>.
- Silva, F.L.; Pierangeli, M.A.P.; Trautmann-Machado, R. J. Disponibilidade e lixiviação de nitrogênio em dois solos típicos de Pontes e Lacerda, MT, tratados com resíduo ruminal bovino. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 4, p. 1509-1522, 2013. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1509>>.