

**FESURV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**TEORES RESIDUAIS DE NITROGÊNIO NO SOLO COM
SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS**

SILVIA RENATA PEREIRA GRANZZOTTO

Engenheira Ambiental

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2011**

SILVIA RENATA PEREIRA GRANZZOTTO

**TEORES RESIDUAIS DE NITROGÊNIO NO SOLO COM
SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS**

Artigo apresentado à Fesurv – Universidade
de Rio Verde, como parte das exigências da
Faculdade de Engenharia Ambiental, para
obtenção do título de *Engenheiro Ambiental*

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da FESURV**

Granzotto, Silvia Renata Pereira

Teores residuais de nitrogênio no solo com sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos. / Silvia Renata Pereira Granzotto. – Rio Verde – GO.: FESURV, 2011. 23f.: 29,7cm.

Monografia (artigo) Apresentada à Universidade de Rio Verde – GO – FESURV, Faculdade de Engenharia Ambiental, 2011.
Orientação: Prof^a. Dr^a. June Faria Scherrer Menezes.

SILVIA RENATA PEREIRA GRANZZOTTO

**TEORES RESIDUAIS DE NITROGÊNIO NO SOLO COM
SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS**

Artigo apresentado à Fesurv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências da Faculdade de Engenharia Ambiental, para obtenção do título de *Engenheiro Ambiental*

APROVADA: 01 de dezembro de 2011

Prof^a. Dr^a June Faria Scherrer Menezes
(Orientadora)

Prof Ms Álisson Vanin
(Membro da banca)

Prof^a Ms Adenilza Borges do Carmo
(Membro da banca)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, à minha família, aos meus pais, à minha orientadora e meus amigos, pois me incentivaram muito, dando força e garra para vencer as dificuldades ao longo do caminho.

AGRADECIMENTOS

Finalmente, esta é a oportunidade de agradecer, à importância da participação das pessoas que de alguma forma me incentivaram durante todo o trajeto até a conclusão de graduação em Engenharia Ambiental.

Primeiramente a Deus, pela oportunidade de participar da minha vida de forma construtiva, na busca de conhecimento e transformar o mundo num ambiente melhor para as futuras gerações.

À minha filha Camila Gabriele Granzotto, a qual me refiro como minha princesa, por estar e permanecer exatamente junto a mim durante esses quatro anos, me incentivando a ser uma pessoa cada vez melhor. Por me mostrar com um simples olhar a confiança em mim me dizendo que eu seria vencedora.

Ao meu amado esposo, pelo apoio e companheirismo, pelo incentivo de jamais desistir diante as adversidades da vida, pelos gestos de carinho e por me estender as mãos sempre que o mundo parecia parar.

Aos meus pais, Maria Valdelice Mateus Pereira e Martins Pereira e meus irmãos Fernando Martins Pereira e Leandro Mizael Pereira pelo exemplo de família, de humildade, por me ensinar a conquistar meus sonhos com dignidade, por acreditarem em mim.

Aos meus amigos Aildo Rodrigues de Miranda e Luzia Rodrigues de Miranda, pelo exemplo de superação e pelo apoio.

À minha orientadora June Faria Scherrer Menezes pelo exemplo de profissionalismo ético na pesquisa, por compartilhar seus conhecimentos e pelo incentivo neste trabalho.

Aos meus amigos Vilcianny Luiza de Oliveira, Hugo Santiago, Odilon Pereira Neto, Wanderson Rego, Maria Cristina Gomes, Heloíza Menezes de Freitas, Nathália Medeiros que com orgulho chamo-os de companheiros, pela cumplicidade e participação nesta etapa de nossas vidas. Em especial, à minha amiga Fernanda Alves Pereira, por me ensinar que nossas dificuldades não nos impossibilitam de alcançar nossos objetivos.

Aos docentes da Universidade de Rio Verde, por compartilhar seus conhecimentos.

"E agora , eis o que diz o Senhor: Nada temas, pois eu te resgato, eu te chamo pelo nome, és meu. Se tiveres de atravessar a água, estarei contigo. E os rios não te submergirão, se caminhares pelo fogo, não te queimarás, e a chama não te consumirá. Pois eu sou o Senhor, teu DEUS, O Santo de Israel, teu Salvador. Porque és precioso a meus olhos, porque eu te aprecio e te amo, permuta reinos por ti, entrego nações em troca de ti. Estejas tranquilo, pois estou contigo e nunca o abandonarei."

Isaias 43, 1-5

BIOGRAFIA

SILVIA RENATA PEREIRA GRANZZOTTO, filha de Martins Pereira e Maria Valdelice Mateus Pereira, nasceu no 01 de junho de 1980, em Andirá, Paraná. Em 2008, ingressou no Curso de Engenharia Ambiental, graduando-se em dezembro de 2011.

Teores residuais de nitrogênio no solo com sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos

Silvia Renata Pereira Granzotto

O uso de dejetos líquidos de suínos na agricultura tem se demonstrado viável em virtude de seu potencial como fertilizante, embora não se têm definidas as doses adequadas e a frequência com que devem ser adicionados ao meio. No entanto, estudos sobre os efeitos desses resíduos no solo e no ambiente, devem ser priorizados, levando em conta o seu potencial poluidor, principalmente por nitrogênio. O presente trabalho foi conduzido num sistema de ensaio experimental na Fazenda Fontes do Saber na Universidade de Rio Verde, com o objetivo de avaliar os teores residuais de amônio e nitrato no solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos em seis profundidades do solo, variando de 0 a 120 cm, em três tratamentos: 25 m³ ha⁻¹ e 100 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos e adubação mineral (NPK) após o cultivo de soja da safra 2010/2011. Os resultados foram obtidos mediante análises laboratoriais, utilizando-se método de Kjeldahl conforme a metodologia de Silva et al (2009). Os resultados dos teores de nitrato e amônio nas diferentes profundidades do perfil do solo em função dos tratamentos foram analisados estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa SAEG. Os resultados mostraram que houve diferença para os teores de nitrato no solo de 0 – 120 cm de profundidade na dose de 100 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos das demais adubações; e não houve diferença estatística nas determinações de amônio. Os maiores teores de nitrogênio total foram obtidos nas camadas abaixo de 60 cm de profundidade, o que indica que o uso em quantidades elevadas de dejetos na agricultura faz com que o nitrato tende a descer para camadas mais profundas e representar risco potencial de contaminação ao longo do tempo.

Palavras-chave: impacto ambiental, monitoramento, resíduos orgânicos

Residual levels of nitrogen in the soil with successive applications of pig slurry

This study was conducted in a experimental test system at Fazenda Fontes do Saber at Universidade de Rio Verde, to evaluate the residual levels of ammonium and nitrate in the soil after repeated applications of pig slurry in six soil depths ranging from 0 to 120 cm in three treatments: 25 m³ ha⁻¹ and 100 m³ ha⁻¹ of pig slurry and mineral fertilizer after soybean cultivation of the 2010/2011 harvest. The results were obtained by laboratory tests, using the Kjeldahl method according to the method of Silva et al (2009). The results of levels of nitrate and ammonium in the depths of the soil profile depending on the treatments, the data were statistically analyzed by Tukey test at 5% probability, the program SAEG. The results showed that there was difference in the concentration of nitrate at a dose of 100 m³ ha⁻¹ of liquid swine manure, and there was no statistical difference in the determination of ammonia. The highest concentration of total nitrogen were found in the layers below 60 cm depth, indicating that the use of high amounts of pig slurry in agriculture can leach the nitrate to deeper layers and represent potential risk of contamination along the time.

Key words: environmental impact, monitoring, organic waste

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade de grande importância social e econômica no Brasil. Em maio de 2010, a receita com exportações de carne suína aumentou 7,34%, passando de US\$ 117.990 milhões para US\$ 126.645 milhões em maio de 2011 (ABIPECS, 2011).

A região de Rio Verde - Goiás é caracterizada por seu desenvolvimento industrial acelerado nesta última década, principalmente pela instalação de agroindústria alimentícia com produção e industrialização de cortes de aves e suínos, sendo referência mundial em seu segmento. Segundo dados do IBGE, de 1998 a 2010 o município de Rio Verde apresentou taxa geométrica de crescimento – TGC de 21,40 % na produção de suínos. Os dados na íntegra na época da instalação de uma agroindústria, em 2000 eram 91.000 cabeças de suínos no ano, em 2002 este valor dobrou com a produção de 220.000 cabeças de suínos. No último ano, o município de Rio Verde alcançou a produção de 718.000 cabeças de suínos (Sepin, 2011).

Todo esse sucesso foi proveniente de grandes transformações com inovações tecnológicas que resultaram em aumento de produtividade e custo de produção reduzido (Bordin et al, 2011).

De acordo com Oliveira (2003) citado por Souza (2008), os órgãos ambientais consideram essa atividade potencialmente causadora de degradação ambiental devido ao elevado número de contaminantes em seus efluentes, em que sua ação combinada ou individual representa fonte de degradação do ar, recursos hídricos e do solo.

O volume de dejetos de suínos produzidos depende do sistema de confinamento como a concepção das edificações, alimentação, sistema de limpeza e manejo. A média de consumo de um suíno é 2,4 kg de ração e 5 litros de água/dia, sendo apenas 30 % desse total convertido pelo organismo em crescimento e ganho de peso, os 70 % restantes são expelidos em forma de fezes e urina (Mamede, 1980; Prando, 2004). O fator alimentação, água desperdiçada nos bebedouros e volume de água na higienização das instalações dos animais são essenciais para determinar a quantidade total de dejetos produzidos (Konzen, 1998; Prando, 2004).

A geração de média diária de dejetos líquidos de suínos (DLS) é considerada de acordo com a idade, o sexo e o sistema de confinamento dos animais estipulando uma média de 8,6 litros de DLS ao dia (Santos, 2008). A disposição do volume de dejetos produzidos diariamente tem se tornado um grande desafio que envolve aspectos

sanitários, econômicos e técnicos que viabilizem a produção (Menezes et al, 2011).

Uma forma de reaproveitar a quantidade de efluente gerado foi sua aplicação no solo em substituição total ou parcial de adubação mineral, maximizando a produtividade e minimizando os valores onerosos dos adubos químico-minerais (Santos, 2008).

Os dejetos de suínos são ricos em nutrientes (principalmente N, P e K), os quais são necessários para enriquecimento do solo e essencial para as plantas. Entretanto, seu uso excessivo no solo pode causar impactos ambientais como a eutrofização do solo. Um dos problemas ainda maiores é quando esses nutrientes são lixiviados para corpos d'água e os elevados teores de P (fósforo) estimulam o crescimento de plantas aquáticas, diminuindo o teor de oxigênio no solo, eutrofizam o mesmo causando danos ainda maiores (Von Sperling, 2005).

Parte do DLS pode ser aplicada em áreas de pastagem, melhorando os níveis de fertilidade do solo e possibilitando a redução de custos com fertilizantes químicos. Por outro lado, Menezes et al, (2011) afirmam que o dejetos aplicado no solo é uma importante fonte de fósforo (P) e nitrogênio (N), este último principalmente na forma de amônio (NH_4^+), que se transportado pelo escoamento superficial até corpos hídricos ou lixiviado até o lençol freático pode causar problemas de eutrofização e contaminação das águas. Outro fator não menos importante é de saturar o solo com nitrogênio, além de outros nutrientes (P, K, Mg, Ca, S) e metais pesados (Cu e Zn) presentes nesse tipo de efluente e causar desbalanços nutricionais às plantas e possivelmente agravar efeitos à saúde humana (Conama 357 (2005), Conama 375 (2006), Menezes et al, 2011).

Segundo Alaburda e Nishihara (1998), em águas profundas ou em poços, o nitrato pode atingir altas concentrações. Bactérias ou íons ferrosos presentes no solo podem reduzir o nitrato a amônia, que no processo de desinfecção por cloro, possui baixo poder bactericida na formação da cloramina. Quando consumido através das águas de abastecimento associa-se a dois efeitos sobre a saúde humana: em crianças, a indução à metemoglobinemia; e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas. O pH ótimo para a reação de nitrosaminação é entre 2,5 a 3,5, faixa semelhante à encontrada no estômago humano após a ingestão de alimentos (Alaburda e Nishihara, 1998).

A legislação federal vigente, expressa na Portaria 36/90, não estabelece limites para as concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrogênio albuminóide e nitrito. Entretanto, a Organização Mundial da Saúde (OMS), a partir de estudos sobre a ocorrência de metemoglobinemia em crianças que consumiam águas de poços, estabeleceu como

limite o teor de 10 mg L^{-1} de nitrato (WHO, 1993; Daniel, 2008 e Campos, 2011). O valor máximo permitido para amônio (NH_4^+) é de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ (Gonçalves et al, 2005).

Visando uma finalidade mais expressiva e em busca de mitigar os impactos e problemas decorrentes desta fonte geradora de nutrientes que são os efluentes provenientes da suinocultura, têm sido desenvolvidas práticas de manejo e adubação orgânica intensiva, visto que, se bem administrados, os nutrientes presentes nestes efluentes são benéficos a agricultura, melhorando a qualidade estrutural do solo e suas características físicas, químicas e biológicas (Bordin et. al., 2011).

Se por um lado os dejetos de suínos contêm elementos químicos que podem promover o desenvolvimento das plantas, também podem, pelo outro, causar danos ambientais. A única forma de se evitar o desequilíbrio químico do solo e os danos ambientais advindos do excesso de nutrientes provenientes dos dejetos é limitar as quantidades de dejetos a ser aplicado, às quantidades de nutrientes extraídas pelas plantas (Corrêa et al, 2011).

Em função disso, deve-se estar atento a qual quantidade de dejetos que se pode adicionar ao solo, e em quanto tempo, sem que haja conseqüências negativas ao solo de maneira que os sistemas adubados com esses resíduos sejam auto-sustentáveis. Estas conseqüências podem ser por desequilíbrio iônico, fitotoxicidade às plantas, poluição da atmosfera por volatilização e contaminação das águas de superfície e de subsuperfície por lixiviação.

Comprometidos na busca de meios sustentáveis de descarte de DLS sem degradar os recursos naturais, este trabalho objetivou avaliar os teores residuais de nitrogênio no solo com sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos após cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Fontes do Saber, localizada na Universidade de Rio Verde, onde existe uma área destinada ao projeto “Monitoramento ambiental com o uso de dejetos líquidos de suínos na agricultura” em parceria com a Fesurv, Brasil Foods – BRF e Embrapa solos. Em Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa, com 4% de declividade, a área vem sendo monitorada anualmente desde 2000 e este é o décimo primeiro ano de análise do solo com cultivo sucessivo, uma safra de soja e outra de milho, adubados com DLS. A área possui nove lisímetros instalados, que são constituídos de estrutura metálica que simula um solo controlado.

Estes lisímetros possuem medidas de 1,80 m de profundidade por 3,60 m de comprimento e 2,00 m de largura, revestido com uma manta de PVC de 800 micras de espessura. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com 3 tratamentos e 3 repetições, totalizando 9 parcelas.

A aplicação dos dejetos líquidos de suínos foi na superfície do solo, pelo método de aspersão, realizada no dia 10/11/2010, três dias antes da semeadura da cultura de soja. O fertilizante mineral foi aplicado na ocasião do plantio da soja. Foram aplicadas diferentes dosagens de DLS: 25 m³ ha⁻¹, e 100 m³ ha⁻¹ e um tratamento mineral (NPK 350 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-18). O teor de nitrogênio no dejetos foi de 1,37 kg m⁻³. Após a colheita da soja, em 16/03/2011, amostrou-se o solo de cada parcela experimental nas profundidades 0 a 10 cm; 10 a 20 cm; 20 a 40 cm; 40 a 60 cm; 60 a 90 cm e 90 a 120 cm, totalizando 54 amostras.

A metodologia utilizada foi a descrita por Silva et al (2009), para determinação de nitrato e amônio.

O procedimento para determinação de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻) envolve a destilação por arraste de vapores das soluções contendo essas formas de nitrogênio mineral, MgO e liga de Devarda. Em meio alcalino forte, criado pela adição de MgO, o NH₄⁺ é convertido em amônia (NH₃), que é arrastada por vapores, condensada e depositada em solução avermelhada de ácido bórico. O uso da liga de Devarda tem por finalidade reduzir o nitrato a amônio, que é convertido em NH₃, conforme descrito. A quantificação de N nas formas de amônio e nitrato se dá indiretamente por titulação (H₂SO₄ 0,005 mol/L), via restituição do ácido bórico utilizado na formação de borato de amônio, composto que confere a cor verde-azulada à solução condensada.

Para a extração segue-se o procedimento:

- Pesar 10 g de TFSA (peneira de 2 mm) em erlenmeyer de 125 mL;
- Adicionar 100 ml de solução de cloreto de potássio 1 mol L⁻¹;
- Agitar por 1 hora;
- Deixar em repouso por 1 hora. Caso não seja possível a análise de amônio e nitrato num período de 24 horas subsequente à extração, é conveniente que se proceda à filtração da solução de solo e KCl em filtro Whatman n° 42, com posterior armazenamento do extrato em refrigerador a 4 °C, até que a destilação possa ser efetuada.

Para determinação de amônio:

- Pipetar 30 mL do sobrenadante límpido. Adicionar em tubos de digestão;
- Adicionar 0,2 g de óxido de magnésio p. a.;
- Proceder à destilação da alíquota de 30 mL em destilador de arraste de vapores (Método de Kjeldahl);

- Coletar o condensado em erlenmeyer de 125 mL, contendo 5 mL de solução indicadora de ácido bórico a 2 %. O volume do condensado no erlenmeyer de ácido bórico deve atingir 50 mL (mais ou menos 3 minutos de destilação).

Para determinação de nitrato:

- Nessa fase, utiliza-se a mesma alíquota de 30 mL destilada anteriormente. A essa quantidade de extrato adiciona-se 0,2 g de liga de Devarda;
- Proceder novamente à destilação dessa solução em destilador de arraste de vapores, em novo erlenmeyer com ácido bórico, até que o volume do condensado nesse recipiente atinja 50 mL.

Os reagentes utilizados:

- Solução de cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ - Dissolver 74,5 g de KCl, com baixíssimas concentrações de nitrogênio, em 1 L de água destilada;
- Solução de ácido bórico a 2 % - Pesar 40 g de ácido bórico p. a. em um béquer de 2 L, adicionar 1,6 L de água destilada, aquecer e agitar até a dissolução do ácido bórico. Adicionar 200 mL de solução indicadora, preparada pela dissolução de 0,132 g de verde-de-bromocresol e 0,066 g de vermelho de metila em 1 L de etanol 95%. Esfriar a solução e, em balão volumétrico, completar o volume, até 2 L, com etanol 95%;
- Óxido de magnésio p. a. – liga de Devarda p. a.;
- Solução de ácido sulfúrico 0,005 mol/L – Obtida pela dissolução, em água, de 10 vezes de solução de H₂SO₄ 0,05 mol/L. Nessa etapa, faz-se necessária a determinação correta da concentração do H₂SO₄, com o uso de solução títrol de NaOH 0,1 mol L⁻¹.
- Indicador verde-de-bromocresol p. a. – Indicador vermelho-de-metila p. a.

Para os valores foi realizado o cálculo:

- Teor de nitrogênio no solo – O cálculo do teor de N no solo é obtido pela expressão:

$$\text{N-NH}_4^+ \text{ ou N-NO}_3^- \text{ (mg kg}^{-1} \text{ solo)} = A \times B \times C \times D$$

Em que:

A = 3,3333, obtido da divisão de 100 (quantidade de ml de KCl 1 mol L⁻¹ usada na extração) por 30 (alíquota em mL usada na determinação de amônio e nitrato).

B = volume (ml) de H₂SO₄ 0,05 mol L⁻¹ gasto na titulação.

C = 0,070, decorrente do fato de que cada 1 mL de H₂SO₄ 0,05 mol L⁻¹ gasto na titulação equivale à presença de 0,070 mg de N-NH₄⁺ ou N-NO₃⁻

D = 100, pois é a relação entre os 1.000 g de solo usadas na unidade e os 10 g de solo usadas na extração.

Os equipamentos utilizados para as análises:

- Destilador;
- Agitador de mesa horizontal com garras para erlenmeyer de 125 mL;
- Garras para tubos de destilação;
- Balança de precisão;
- Tubos de digestão.

Durante a etapa de calibração do método, pode-se usar solução padrão de 50 µg mL⁻¹ de N-NH₄⁺ e 50 µg mL⁻¹ de N-NO₃⁻, preparada pela adição de 0,236 g de sulfato de amônio e 0,361 g de nitrato de potássio por litro de solução. O método descrito mostra-se mais adequado na determinação de concentrações de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ superiores a 5 mg kg⁻¹ solo. É conveniente que se proceda à determinação dos teores de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ (branco) na solução extratora de KCl, principalmente naquelas preparadas com o uso de reagentes de baixa qualidade. Após a etapa de extração, as formas de amônio e nitrato presentes no extrato de KCl podem ser determinadas também pelo método colorimétrico e cromatográfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior teor de amônio (N-NH₄) no solo foi determinado nas parcelas que houve aplicação de 25 m³ ha⁻¹ de DLS (Figura 1), atingindo 12,14 mg dm⁻³.

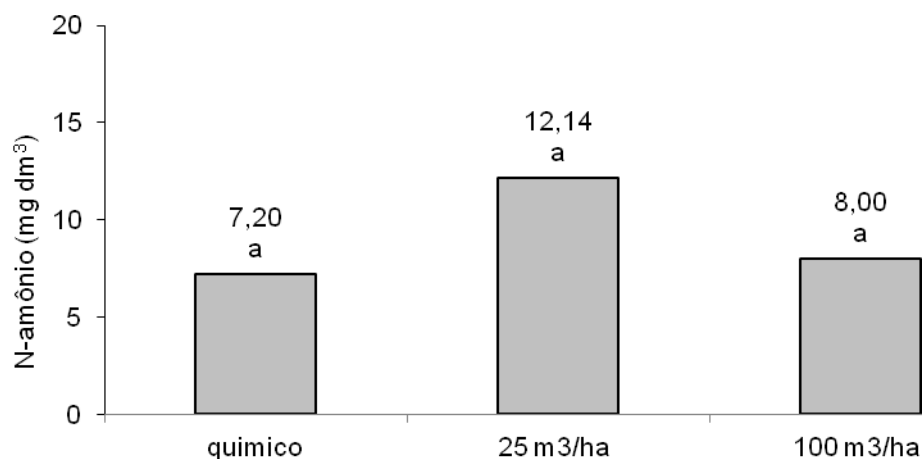


Figura 1. Teores médios de amônio residual no perfil do solo até 120 cm de profundidade em função das adubações. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

É comum encontrar quantidades baixas de amônio no solo após a colheita, pois grande parte do amônio é transformado em nitrato no processo de mineralização (Souza e Lobato, 2002)

Os maiores teores de amônio foram identificados entre 40 a 90 cm de profundidade (Figura 2) com média de 15,2 mg dm⁻³. Estatisticamente os resultados não diferiram entre si nas demais dosagens.

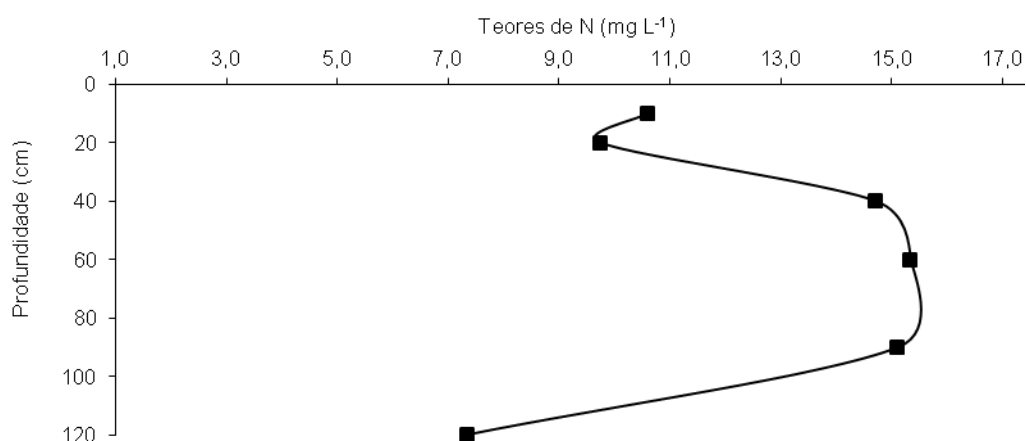


Figura 2. Teores de amônio no perfil do solo, em várias profundidades, em função da aplicação de 25 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos.

Na dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS foi possível observar que os maiores teores de amônio foram determinados na profundidade de 60 cm, conferindo um valor de $11,2 \text{ mg dm}^{-3}$ (Figura 3). Apresentando o mesmo comportamento da dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS.

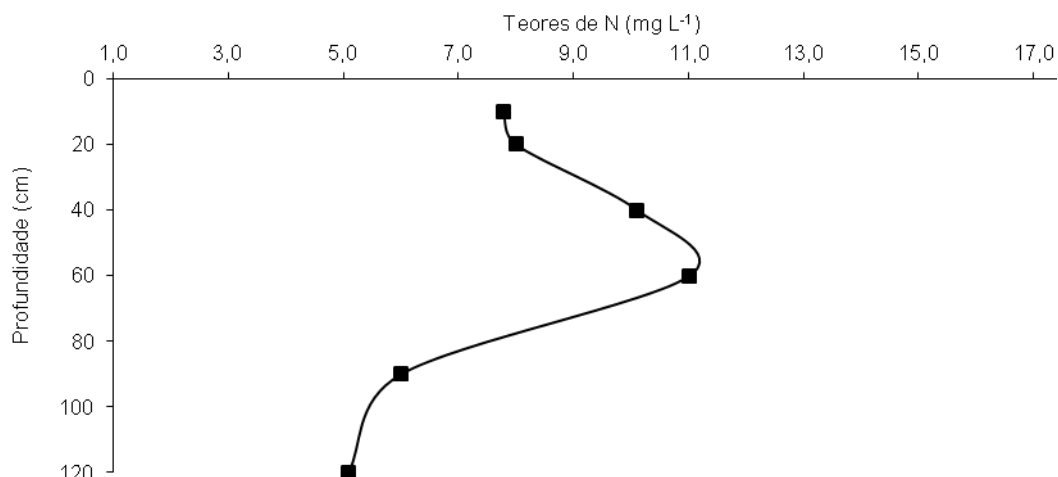


Figura 3. Teores de amônio no perfil do solo, em várias profundidades, em função da aplicação de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos.

Os teores de amônio da adubação mineral apresentaram semelhança aos tratamentos com dejetos (Figura 4), sendo que os maiores teores de amônio desta adubação foram detectados na profundidade de 60 - 90 cm.

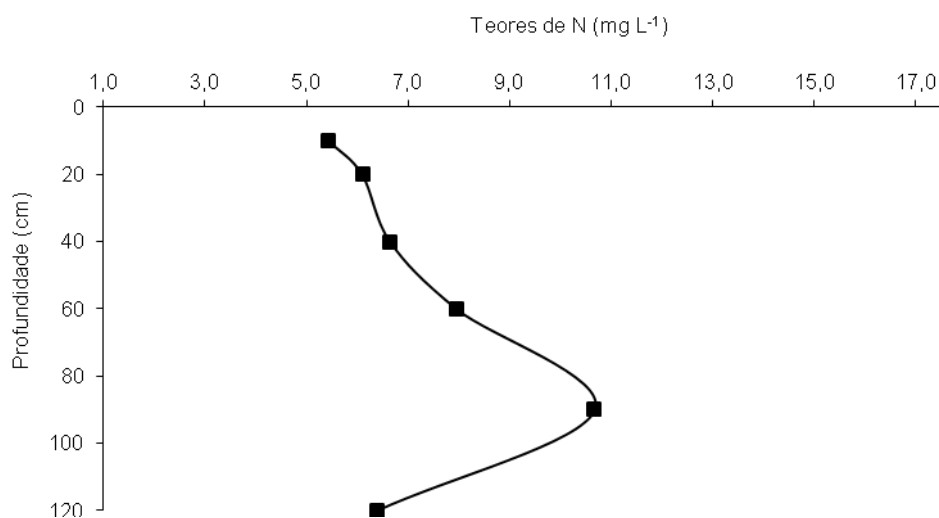


Figura 4. Teores de amônio no perfil do solo, em várias profundidades, em função da adubação mineral.

Prando (2004) comparando os resultados dos três primeiros anos de uso de dejetos líquidos de suínos na mesma área do experimento com as mesmas doses utilizadas observou que os teores de amônio no perfil do solo foram baixos e que não apresentavam risco de contaminação.

Para Di e Cameron (2002), um dos grandes problemas ambientais em sistemas intensivos de produção agrícola em muitos países de clima temperado é a lixiviação de N-NO_3^- em longo prazo, que pode comprometer a sustentabilidade da produção agrícola devido à contaminação das fontes de água.

Os teores residuais médios de nitrato no perfil do solo, até 120 cm, variaram conforme a adubação, sendo que a dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS foi a que apresentou os maiores teores, correspondendo a $144,7 \text{ mg dm}^{-3}$ de nitrato. Estes valores foram 255% superior à adubação mineral (Figura 5).

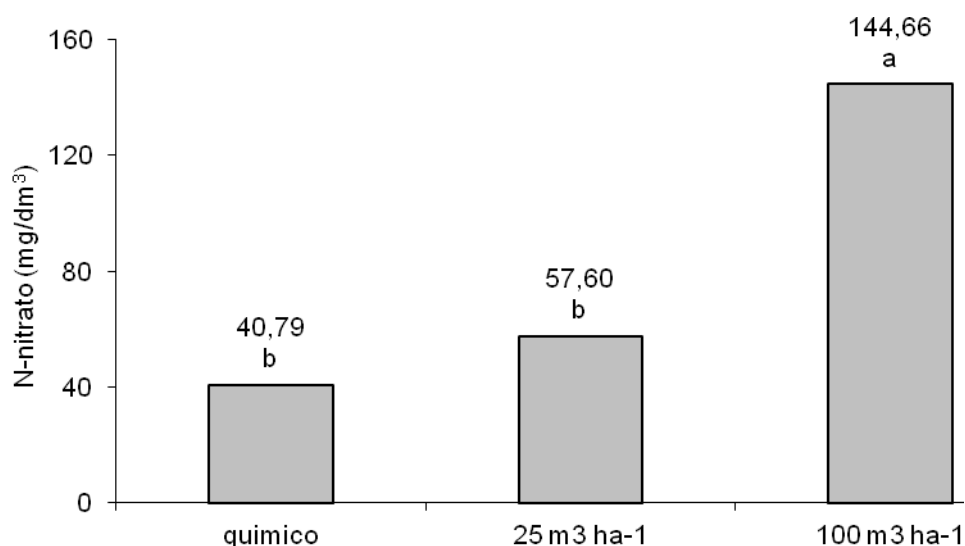


Figura 5. Teores médios de nitrato residual no perfil do solo até 120 cm de profundidade em função das adubações. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Quanto maior a dose de DLS, maior a quantidade de N aplicada e consequentemente maiores serão os residuais de N no solo (Figura 5).

Com o uso de fertilizante mineral observou-se baixo teor de N quando comparado à adubação na maior dose de DLS, pois nesta adubação não se adicionou nenhuma fonte de N. O N é obtido pela cultura da soja, cerca de 240 kg ha^{-1} , através da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (Oliveira Júnior et al, 2010). Segundo Alves et al

(2006) citados por Oliveira Júnior et al (2010), a quantidade de N residual no solo após a FBN é de $17,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de N, na camada de 0-20 cm de profundidade. Teores maiores a este foram determinados no presente tratamento com adubação mineral, de $40,8 \text{ mg dm}^{-3}$ de N, na camada de 0-120 cm (Figura 5).

Em 2001, na mesma área experimental, Barbosa apresentou que os teores médios de nitrato no solo foram: $11,83 \text{ mg dm}^{-3}$ na adubação química; $19,13 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e $20,33 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS nas camadas abaixo de 60 cm de profundidade no solo.

No ano seguinte Delefrate (2003), na mesma área experimental deste trabalho, apresentou os teores de nitrato sendo $13,77 \text{ mg dm}^{-3}$ na adubação química; $25,67 \text{ mg dm}^{-3}$ com a dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e $28,60 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS. Teores superiores aos teores obtidos em 2001 por Barbosa. Estes resultados também foram determinados nas camadas abaixo de 60 cm de profundidade no solo, e mostravam uma tendência de acúmulo de nitrato nas camadas mais profundas após quatro anos de uso sucessivo de dejetos.

Prando (2004) determinou que os maiores teores de nitrato nas camadas abaixo de 60 cm de profundidade no solo foram: $26,56 \text{ mg dm}^{-3}$ na adubação química; $29,78 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS e $17,37 \text{ mg dm}^{-3}$ na dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS. A autora concluiu em seu trabalho que houve variação estatisticamente significativa entre os tratamentos.

Analisando a distribuição de nitrato no perfil do solo na dose de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS verificou-se que o maior teor de nitrato foi detectado na profundidade de 90 cm, equivalente a $101,7 \text{ mg dm}^{-3}$ (Figura 6).

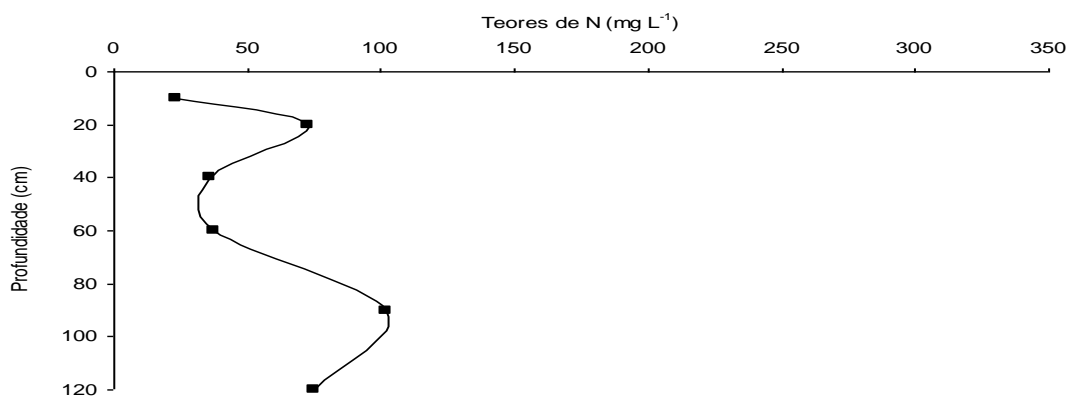


Figura 6. Teores de nitrato no perfil do solo, em várias profundidades, em função da aplicação de $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos.

Como o nitrato é um ânion, a tendência deste é lixiviar no perfil do solo para camadas mais profundas (Sousa e Lobato, 2002). Assim, altos teores de nitrato abaixo de 60 cm de profundidade não serão absorvidos pelas raízes de plantas das culturas subsequentes, o que acarretará em acúmulo no solo nestas profundidades.

Pela distribuição de nitrato no perfil do solo com a adubação mineral verificou-se que os teores de nitrato no solo foram semelhantes independentes das profundidades (Figura 7). O teor médio de nitrato no solo neste tratamento foi de $40,8 \text{ mg dm}^{-3}$. Este teor é devido o balanço de N após a FBN (Alves et al, 2006, citados por Oliveira Júnior et al, 2010).

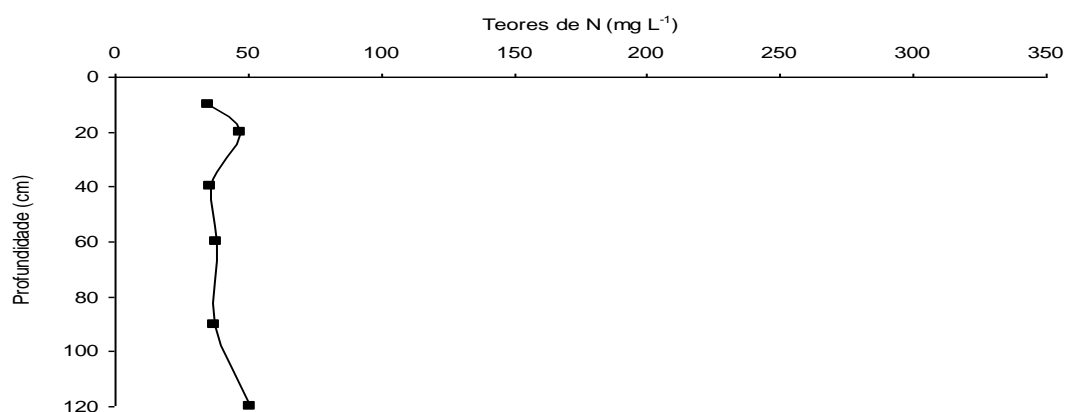


Figura 7. Teores de nitrato no perfil do solo, em várias profundidades, em função da adubação mineral.

Com a aplicação de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, a distribuição de nitrato no perfil do solo foi heterogênea, sendo que os maiores teores determinados foram obtidos nas camadas mais profundas, abaixo de 90 cm, correspondente a $309,3 \text{ mg dm}^{-3}$ de nitrato (Figura 8).

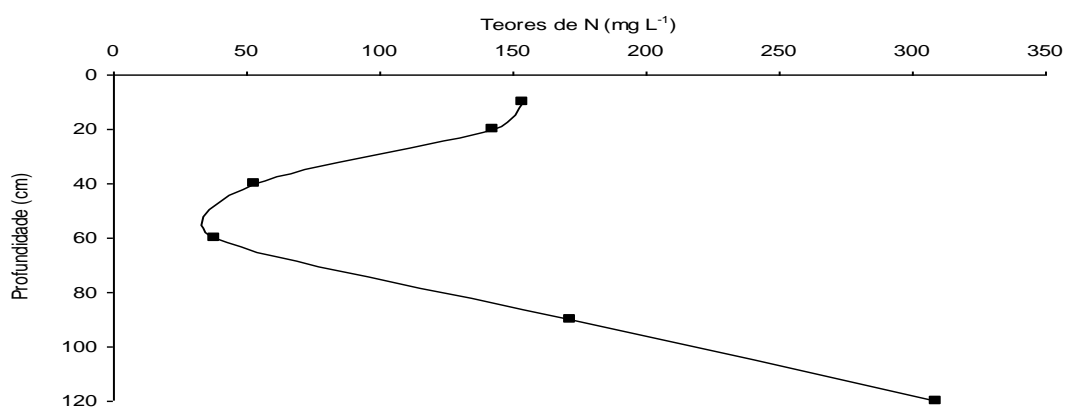


Figura 8. Teores de nitrato no perfil do solo, em várias profundidades, em função da aplicação de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos líquidos de suínos.

A quantidade de N aplicada neste tratamento foi de 137 kg ha⁻¹ de N. A principal forma do N nos dejetos é amoniacal, porém rapidamente este se mineraliza a nitrato, cerca de 30 dias após a aplicação (Sousa e Lobato, 2002). Altos teores de nitrato em profundidade eram esperados em profundidade nesta dose de DLS. Pelo fato do nitrato apresentar carga negativa e ser pouco retido no solo, é passível de ser lixiviado em profundidade no perfil do solo, principalmente após altas precipitações pluviométricas (Santos, 2008).

Teores altos de nitrato no solo em camadas mais profundas indicam a lixiviação de nitrato no perfil do solo em camadas que as raízes não têm acesso. Este fato indica que o N advindo do DLS que a cultura não conseguiu absorver pode futuramente ocasionar a contaminação de águas subterrâneas.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos neste estudo com aplicação de dejetos líquidos de suínos no período analisado conclui-se que:

1. Os maiores teores de amônio e nitrato estão presentes nas camadas abaixo de 60 cm de profundidade;
2. Os teores de amônio e nitrato estão lixiviando para as camadas mais profundas, o que significa atenção para a contaminação do lençol freático com uso de dejetos líquidos de suínos na agricultura;

LITERATURA CITADA

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. **Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços**. In: Revista de Saúde Pública, São Paulo, 32:160-5. 1998.

ATANÁZIO, R. B. **Teores de nitrogênio nas diferentes camadas do solo após sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos**. 2009. 26 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Fesurv – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2009.

BARBOSA, W. M. **Distribuição de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻) no perfil do solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos**. 2001. 30p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Fesurv – Universidade de Rio Verde, Rio Verde.

BORDIM, R. de A.; PEREIRA, C. A. D.; EBOLI, M.; ARTLHEIRO, R.; FREITAS, C. A produção de dejetos e o impacto ambiental da suinocultura. **Revista de Ciências Veterinária**. V 3, n 3, p2 , 2005.

CAMPOS, T. de S. Avaliação dos valores de nitrato em águas subterrâneas e sua correlação com atividades antrópicas no município de Águas Lindas de Goiás. **Revista Saúde**, V 20, n 86, p 7-12, s.d.

CONAMA. Resolução nº **357** de 17 de março de 2005, 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 53, 18 mar, 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2005>>. Acesso em: junho de 2011.

CONAMA. Resolução nº **375**, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 167, 30 ago. 2006. Seção 1, p. 141-143. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506/normas_01.htm>. Acesso em: junho de 2011.

CORRÊA, J. C.; NICOLOSO, R. da S.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. de M. **Critérios Técnicos para Recomendação de Biofertilizante de Origem Animal em Sistemas de Produção Agrícolas e Florestais**. In: Concórdia, SC, EMBRAPA, Comunicado técnico 486, ISSN 0100-8862, 2011, 8p.

DELEFRATE, W. S. **Nitrogênio acumulado no perfil do solo após fertilizações com dejetos líquidos de suínos e adubo mineral**. 2003, 24p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Fesurv – Universidade de Rio Verde, Rio Verde,...

DI. H. J.; CAMERON, K. C. Nitrate leaching and pasture production from different nitrogen sources on a shallow stoney soil under flood-irrigated dairy pastue. In: **Australian Journal of Soil Research**, v. 40. p 317 – 334, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE: **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em junho de 2011.

INHESTA, S. **ABIPECS: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Disponível em:

<<http://www.abipecs.org.br/news/369/99/Abipecs-exportacao-de-suinos-em-maio-sobe-7-3.html>>. Acesso em: junho de 2011.

KONZEN, E. A.; PEREIRA-FILHO, I. A.; BAHIA-FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. 2. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 1998. 31p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 25).

MAMEDE, R. A. **Consumo de água e relação água/ração para suínos em crescimento e terminação**. 1980. 23f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MENEZES, J. F. S.; PRONER, S. C. P.; BENITES, V. de M.; SILVA, G. P.; KONZEN, E. A.; DUTRA, R. A. **Estimativa da composição química de dejetos líquidos de suínos da região de Rio Verde-GO em função da densidade**. Rio Verde: FESURV, 2007. 28 p. (Boletim Técnico, 5).

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F.A. de. **Soja**. In: Prochonow, L.I; Casarin, V.; Stipp, S.R. (Editores) Boas Práticas para o uso eficiente de fertilizantes: culturas. 9 a 10 p. volume 3. 2010.

PARTATA, W. S. **Distribuição de amônio e nitrato no perfil do solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos e adubação química em diferentes estádios de desenvolvimento do milho**. 2002, 26p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Fesurv – Universidade de Rio Verde, Rio Verde

PRANDO, S. C. **Teor e distribuição de nitrogênio acumulado no perfil do solo com aplicações de dejetos líquidos de suínos e adubo orgânico**. 2004. 27f. Monografia (Graduação de Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí.

SANTOS, C. J. de L. **Dinâmica do nitrogênio no solo proveniente de dejetos líquidos de suínos na cultura da soja**. 2008. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde.

SANTOS, S. C.G. **Lixiviação de nitrogênio em um Latossolo Vermelho cultivado com soja e milho após aplicação de dejetos líquidos de suínos**. 2008. 82f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde, Rio Verde.

SEPLAN. **Goiás em dados**. Disponível em <<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>>. Acesso em outubro de 2011.

SILVA, F. C. da; ABREU, M. F. de; PÉREZ, D. V.; EIRA, P. A.; ABREU, C. A. de; RAIJ, B. V.; GIANELLO, C.; COELHO, A. M.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; SILVA, C. A.; CANTARELLA, H.; BARRETO, W. de O. **Nitrato e Amônio. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo.** In: Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilidade do solo. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2009. 180 a 183 p.

SOUZA, A. M. **Análise do nível de conhecimento dos alunos do Curso técnico em Agropecuária do CEFET – Januária MG, com relação às questões ambientais, geradas pelos dejetos de suínos.** 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). UFRRJ, Seropédica.

SOUSA, D.M.G de.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina: Embrapa cerrados, 2002.129-145p.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias;** vol. 1. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

THOMÉ FILHO, J.J. Características da água subterrânea na região de Rio Verde. In: Ciclo de palestras sobre dejetos de suínos - manejo e utilização no Sudoeste Goiano, 1, 1997, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: ESUCARV, 1997. p.34-68.

WHO, World Health Organization. **Guidelines for drinking water quality.** 2 ed. Geneva, 1993.