

UNIOESTE  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
NÍVEL MESTRADO

ELENARA PINTO DOS SANTOS

**LIXIVIAÇÃO DE NITRATO EM DOIS SOLOS DE GRANULOMETRIA  
DIFERENTES COM A APLICAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
AGOSTO/2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIOESTE  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
NÍVEL MESTRADO

**LIXIVIAÇÃO DE NITRATO EM DOIS SOLOS DE GRANULOMETRIA  
DIFERENTES COM A APLICAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo  
Lana Braccini

MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
AGOSTO/2005

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais uma etapa concluída da minha vida.

A minha família, pelo incentivo emocional e financeiro, mesmo que distante.

Aos professores do curso de mestrado que de uma forma ou de outra contribuíram pelo enriquecimento a mais adquirido.

A todos os colegas mestrandos, pela amizade, cumplicidade e apoio nos momentos decisivos, em particular ao colega Waldomiro Weis Filho pela calma, paciência e ajuda nos trabalhos experimentais.

A todos os funcionários do centro de ciências agrárias pela atenção e disponibilidade quando necessário, em especial a Noili pela amizade, paciência e auxílio em todas as etapas durante o curso.

Aos alunos que colaboraram na condução dos trabalhos, Silvano, Rodrigo e Loivo.

Em especial ao Professor Doutor Eduardo Bernardi Luchese pela oportunidade e à Professora Doutora Maria do Carmo Lana pelo aceite da orientação da pesquisa, compreensão e ajuda prestada.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Quantidade estimada de dejetos líquidos de suínos produzidos diariamente de acordo com o sistema de produção .....	4
Quadro 2. Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos. ....	5
Quadro 3. Conteúdo médio de nutrientes (NPK) dos dejetos de suínos, de acordo com o teor de sólidos. ....	6
Quadro 4. Características de dejetos líquidos de suínos em função de seu teor de matéria seca .....	7
Quadro 5. Caracterização química dos solos argiloso(NVef) e arenoso (LVd) utilizados no experimento, nos horizontes A e B .....	18
Quadro 6. Caracterização física dos solos argiloso (NVef) e arenoso (LVd), segundo método da pipeta .....	18
Quadro 7. Teores do nitrogênio dos solos, argiloso (NVef) e arenoso(LVd), com a correção da umidade .....	19
Quadro 8 Composição química dos dejetos de suínos, dejetos frescos e efluentes do biodigestor, utilizados no experimento .....	22
Quadro 9. Produção de biomassa seca da parte aérea do primeiro e segundo ciclo vegetativo do capim mombaça em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd).....	30
Quadro 10. Teor e conteúdo de nitrogênio na biomassa seca da parte aérea em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) .....	36
Quadro 11. Concentração de nitrogênio mineral em diferentes camadas de solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) em função da aplicação dos dejetos ..	44
Quadro 12. Concentração de amônio em diferentes camadas de solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) em função da aplicação dos dejetos.....	47
Quadro 13. Concentração de nitrato em diferentes camadas de solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) em função da aplicação dos dejetos.....	48
Quadro 14. Concentração de $\text{NO}_3^-$ no lixiviado após o primeiro (a) e o segundo ciclo vegetativo de capim mombaça em função da aplicação dos dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) .....	57

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. (a) Produção de biomassa seca da parte aérea de capim mombaça do primeiro (a) e segundo ciclo vegetativo (b) em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd).. ..... 32
- Figura 1. (b) Produção de biomassa seca da parte aérea de capim mombaça do primeiro (a) e segundo ciclo vegetativo (b) em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd)..... 33
- Figura 2. Teor e conteúdo de nitrogênio na parte aérea de capim mombaça do primeiro ciclo vegetativo em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) ..... 39
- Figura 3. Teor e conteúdo de nitrogênio na parte aérea de capim mombaça do segundo ciclo vegetativo em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd). ..... 40
- Figura 4. Concentração de nitrogênio mineral nas profundidades de 40 cm (a), 60 cm (b) e de 0-60 cm (c) em função da aplicação dos dejetos nos solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd). ..... 45
- Figura 5. Concentração de nitrato nas profundidades de 40 cm (a) e de 60 cm em função da aplicação dos dejetos (b) e dos solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) (c)..... 53
- Figura 6. Concentração de nitrato total na profundidade de 0 - 60 cm (a) e de nitrogênio total (nitrato + amônio) (b) em função da aplicação dos dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) (c). ..... 54

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 PRODUÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS.....	4
2.2 COMPOSIÇÃO DOS DEJETOS .....	5
2.3 POTENCIAL COM FERTILIZANTE.....	7
2.4 POTENCIAL COMO CONTAMINANTE .....	10
2.5 IMPORTÂNCIA E COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO.....	12
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO .....	16
3.2 AMOSTRAS DE SOLOS UTILIZADAS .....	16
3.3 DEJETOS UTILIZADOS E DOSES .....	20
3.4 CALAGEM.....	23
3.5 PREPARAÇÃO DOS VASOS .....	23
3.6 TRATAMENTOS .....	24
3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24
3.8 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	25
3.9 ANÁLISE .....	27
3.9.1 No Solo.....	27
3.9.2 Na Planta.....	27
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
4.1 RESPOSTAS DAS APLICAÇÕES DOS DEJETOS SUÍNOS .....	30
4.2 COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO NO SOLO.....	41
<b>CONCLUSÕES</b> .....	58
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	59

## RESUMO

SANTOS, Pinto Elenara dos. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, agosto de 2005. Lixiviação de nitrato pela aplicação de dejetos suínos em dois solos com granulometria diferentes.

Orientação: Professora Dra. Maria do Carmo Lanna.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas forrageiras e o que mais influência a produção de matéria seca em plantas de capim mombaça cv. *Panicum maximum* tendo sua dinâmica variável no sistema solo-planta alterada pelas condições climáticas, o tipo de adubação e solo. Com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação dos resíduos da suinocultura na produção de biomassa de capim mombaça em dois ciclos vegetativos e a possibilidade de contaminação das camadas subsuperficiais do solo e da água por nitrato, foram conduzidos em casa de vegetação, ensaios de lixiviação. Os dois solos, um LATOSSOLO Vermelho distrófico típico e o outro um NITOSSOLO Vermelho eutroférico foram acondicionados em colunas de PVC. O dejetos fresco e o efluente de biodigestor foram incorporados na camada de 20 cm dos solos e aplicação em superfície por 40 dias no primeiro e segundo ciclo respectivamente, com as doses de 0, 50, 100, 150 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, e irrigação em períodos intermitentes conforme as necessidades das plantas, em função das condições climáticas no período do verão. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2x2x5 com quatro repetições, sendo, 2 solos, 2 tipos de dejetos, 5 doses perfazendo 80 tratamentos. As variáveis analisadas consistiu, da produção de biomassa e concentração de nitrogênio da parte aérea do capim mombaça e a concentração de N mineral, nitrato + nitrito e amônio nas profundidades de 20, 40 e 60 cm dos solos em cada vaso. Os resultados demonstraram o aumento da produção de biomassa com tendência linear, nos dois ciclos vegetativos com o incremento das doses adicionadas, com a maior produção no NVef após a rebrota. O teor de nitrogênio aos 40 dias diferenciou-se entre os tratamentos, com pequeno decréscimo da concentração com o efluente do biodigestor sendo que, após a rebrota a concentração da média geral entre os solos foi superior com o LVd. Para o conteúdo de nitrogênio apresentou comportamento linear com a aplicação as doses crescentes com o efluente do biodigestor no LVd nos primeiros 40 dias, sendo que após a rebrota mostrou desempenho inverso, com a maior concentração do conteúdo de nitrogênio com o NVef, não diferindo entre os tipos de dejetos utilizados. A translocação descendente de nitrato nos solos ocorreu de forma linear, com a acumulação da concentração, no NVef e maior contribuição do dejetos fresco. As concentrações da lixiviação de nitrato das soluções eluídas dos vasos, no primeiro ciclo vegetativo, foram superiores no LVd com 15,62% e 15,01% nos tratamentos com efluente do biodigestor e dejetos fresco respectivamente. No segundo ciclo a concentração de nitrato nos lixiviados, foi superior no NVef indicando 13,98% e 11,43% com a aplicação de dejetos fresco e efluente do biodigestor respectivamente, evidenciando o potencial de contaminação nos solos e cursos d'água.

Palavras-chaves: nitrogênio, lixiviação, dejetos suínos.

## ABSTRACT

The technological model developed in Paraná State is mostly based at the quality of the final product. This way, it is essential the knowledge of the coffee quality potential by every coffee producer region in order to reach profit and make the culture of planting the grain in the state even stronger.

The objective of this paper is to characterize the coffee produced in the region of Jesuítas, Paraná county, and identify the physical-chemical and sensory qualities associated to the production of special coffees, as well as the critical points which block the development of such quality. 46 samples were collected in Jesuítas, all from the 2002/2003 harvest, and they were physically (classification, defect counting, grain size and apparent density), chemically (caffeine content, chlorogenic acids, tannin, total sugars, proteins, lipoids, trigonelline and title holding acidity) and sensorially qualified (drink and drinking description). Later, the characteristics were correlated and portions were joint and characterized. All the coffee samples from Jesuítas (2002/2003 harvest) presents, physically, few defects, not only in percentage values, but also in variability. Among them, only spicy, green, and broken grains were found. Significant values of big and well formed grains for the sieve number 16 or higher were found, which is an appreciated characteristic. Concerning the sensory analysis named "cup test", it can be assumed that the formation of the grain and the adopted practices of handing the product, on the harvest and after it, have guaranteed a drink considered Hard or Just Soft, qualities appreciated by the coffee market. The coffee can be described as full bodied and very few acid. On the chemical composition of the grains, medium to high concentration of lipoids were analyzed, as well as high concentration of proteins and normal concentration of total sugar, tannin and chlorogenic acids. Trigonelline was considered normal under Brazilian coffee standards.

Key Words: *Coffea Arabica*, Sensorial analysis, drink chemical characterization, organoleptic properties.

## INTRODUÇÃO

O termo dejetos de suínos é utilizado para designar um conjunto de elementos que conferem a este algumas características peculiares, como a variação da sua composição, a alta carga poluidora especialmente por nitratos, fósforo e outros elementos minerais ou orgânicos e, a poluição do ar, pelas emissões de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{H}_2\text{S}$ .

A atual expansão da suinocultura é acompanhada como conseqüência, generalizada da poluição hídrica, como a destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente a água, necessitando de enfoque ambiental próprio.

O potencial de contaminação ambiental pela lixiviação do nitrato tem motivado pesquisas de caráter agro-ecológico no mundo inteiro a partir da década de 80. Nos países do Reino Unido, o aumento do teor de nitrato na água causou grande discussão sobre os seus efeitos na saúde e no ambiente, estimulando um grande programa de pesquisas. Tendências similares alavancaram, a pesquisa na Europa e na América do Norte.

O tratamento dos dejetos de suínos reagrupa um conjunto de ações de transformação por diferentes meios (físico-químico e biológico) com a finalidade de modificar a sua composição química e consistência física, visando a redução dos riscos de poluição e a viabilização como fertilizante agrícola, trazendo ganhos econômicos ao produtor rural. Para isso, é fundamental a técnica de manejo e

adubação, considerando a composição química dos dejetos, a área a ser utilizada, a fertilidade e o tipo de solo e as exigências da cultura a ser implantada.

O nitrogênio é um dos macronutrientes de mais baixa disponibilidade nos solos tropicais, limitando o crescimento e a produção das culturas. Contudo a literatura relata a utilização dos dejetos suínos como insumos de adubação, transformando-os em potencial produtivo devido a presença em sua composição de fontes de nutrientes capazes de recuperar as características físicas, químicas e biológicas de um solo.

No Brasil, as menores doses de nitrogênio aplicadas podem explicar, ao menos em parte, a menor preocupação na avaliação dos impactos da fertilização nitrogenada no ambiente. Entretanto, o aumento das doses de N em sistemas altamente produtivos, e o uso de dejetos animais, merecem atenção quanto ao seu impacto no ambiente.

A proporção de nitrogênio orgânico e amoniacal nos dejetos de suínos pode variar em função do seu estado natural (fresco), porém, após a mistura entre fezes e urinas formando o dejetos líquido, o nitrogênio contido na urina é transformado rapidamente em nitrogênio amoniacal.

As transformações do nitrogênio envolvem diversos grupos microbianos em simbiose para a oxidação de  $\text{NH}_3$  até  $\text{NO}_3^-$ , redução de  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$  e desnitrificação. Estas interações em diferentes níveis do ecossistema, influenciam a disponibilidade ou a imobilização do nitrogênio. Dos resultados dessas alterações, a formação de nitrato merece atenção, pois quando em concentrações elevadas, ele é considerado tóxico quando ingerido pelos animais e pelo homem, uma vez que é reduzido a nitrito no organismo, causando problemas respiratórios.

Buscando reduzir os impactos ambientais e auxiliar na sustentabilidade das propriedades rurais, busca-se em vários estudos a melhor utilização deste dejetos como fertilizante nas próprias propriedades onde são produzidos. Muitos tratamentos, com relação ao manejo dos dejetos estão sendo empregados (biodigestor, esterqueiras pré-estabilização, decantadores com lagoas de purificação com aguapés).

O dejetos suíno é utilizado principalmente para adubação em gramíneas, em função de sua maior concentração de nitrogênio, quando em relação aos outros nutrientes. Porém, esse nutriente, quando presente em concentrações elevadas no solo, devido a característica de baixa adsorção aos colóides do solo (por ser um ânion), é facilmente lixiviado através do solo, para regiões abaixo das raízes, sendo perdido, e podendo contaminar águas subsuperficiais.

A maioria dos cultivares de capim-colonião, requerem solos de média a alta fertilidade para um bom e rápido estabelecimento, bem como, para cobertura total do solo. Considerando o fato, de que as plantas apresentam uma tendência de responder diferentemente às formas minerais de nitrogênio e como o nitrato é considerado altamente dinâmico no solo, este trabalho tem como objetivo, avaliar a produção de biomassa seca e concentração de nitrogênio em plantas de capim mombaça (*Panicum maximum* cv.Mombaça) e a lixiviação do nitrogênio em dois solos de granulometrias diferentes em função da aplicação de dejetos suínos.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PRODUÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS

Dentre os adubos orgânicos de maior importância para o uso nas fertilizações de propriedades rurais, estão os de origem animal, principalmente quando os mesmos são produzidos na própria propriedade, tornando o sistema produtivo mais sustentável.

A quantidade total de dejetos produzidos por um suíno em determinada fase de seu desenvolvimento, é um dado fundamental para o planejamento das instalações de coleta e estocagem, e definição dos equipamentos a serem utilizados para o transporte e distribuição do mesmo na lavoura. As quantidades de fezes e urinas são afetadas por fatores zootécnicos, ambientais e dietéticos.

Quadro 1. Quantidade estimada de dejetos líquidos de suínos produzidos diariamente de acordo com o sistema de produção

Tipos sistema de produção	Quantidade diária de dejetos
Ciclo completo	85 litros / matriz
Unidade produção leitões	45 litros / matriz
Terminador	9,0 litros / cabeça

O conteúdo de água é um dos fatores que mais afeta as características físico-químicas e a quantidade total de dejetos, cujos valores de produção total dos

dejetos de suínos somente poderão ser avaliados corretamente quando se considerar também o seu grau de diluição, (DARTOTA, 1998).

O volume de dejetos produzidos pelos suínos, de uma forma geral, pode ser estimado usando-se os dados da tabela 2, porém os valores contidos na tabela foram obtidos pela análise somente do esterco mais urina, sem levar em consideração a diluição causada pela água normalmente perdida pelos bebedouros e de limpeza das baias, (OLIVEIRA, 1993).

Quadro 2. Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.

Categoria	Esterco (Kg/dia)	Esterco+ Urina (Kg/dia)	Dejetos Líquidos ( litros/dia)
suínos 25 a 100 Kg	2,30	4,90	7,00
porcas gestação	3,60	11,00	16,00
porcas lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
leitões na creche	0,35	0,95	1,40
<b>média</b>	<b>2,35</b>	<b>5,80</b>	<b>8,60</b>

Fonte: Adaptado de Oliveira (1993)

## 2.2 COMPOSIÇÃO DOS DEJETOS

A composição dos esterco é variável, sendo influenciada por vários fatores como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, o tratamento dado à matéria-prima-esterco, entre outros (KIEHL,1985).

Segundo DARTORA et al.(1998), a utilização dos dejetos como adubo orgânico exige instalações, equipamentos e manejo adequado para torná-lo economicamente competitivo com o fertilizante mineral. Para essa análise, deve-se

considerar a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK ) nos dejetos e o custo de distribuição que por sua vez está relacionado com a distância entre o depósito e a lavoura, velocidade de deslocamento (depende da topografia e condições do terreno), volume anual aplicado e o custo horário do trator mais o sistema de distribuição.

A maior parte dos criatórios suínolas produzem dejetos líquidos com sólidos que variam de 1,7% a 3,0%. Os dejetos coletados em sistemas de lâminas de água e canaletas variam em conteúdo sólido de 1,7% a 2,6% e os da criação sobre cama chegam a atingir a 78,5%. Outros processos criatórios e métodos de coleta líquida produzem dejetos que atingem de 3 a 4,5% de sólidos (KONZEN 2003).

Quadro 3. Conteúdo médio de nutrientes (NPK) dos dejetos de suínos, de acordo com o teor de sólidos.

Nutrientes	Sólidos	Kg m <sup>-3</sup> ou kg t <sup>-1</sup>					
		0,72%	1,63%	2,09%	2,54%	3,46%	4,37%
Nitrogênio		1,29	1,91	2,21	2,52	3,13	3,75
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,83	1,45	1,75	2,06	2,68	3,29
K <sub>2</sub> O		0,88	1,13	1,25	1,38	1,63	1,88
NPK		3,00	4,49	5,21	5,96	7,44	8,92

Fonte: Miranda et al. (1999). (Embrapa Suínos e Aves, Enater- SC, Epagrii- SC).

Segundo SCHERER et al. (1995), devido às características dos dejetos suínos, para uma maior precisão na recomendação de uso dos mesmos como fertilizantes dever-se-ia efetuar uma análise da composição de nutrientes para cada depósito do referido produto.

O nitrogênio excretado pelos suínos corresponde a parte do N alimentar que não ficou retido no animal sob a forma de proteína corporal (suíno em crescimento) ou exportada do animal na forma de leite (porcas em lactação). Do N ingerido via alimentação pode-se afirmar que ele excreta em média o equivalente a 15 à 20% nas fezes e de 45 à 50% na urina, ou seja um total de 60 à 70% da quantidade de N ingerida (KONZEN, 2003).

Quadro 4. Características de dejetos líquidos de suínos em função de seu teor de matéria seca

Grau de diluição	M. S. (%)	DBO <sub>5</sub> * ( mg/l)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Concentrado	5 - 6	40.000	0,49	0,48	0,31
semiconcentrado	4 - 5	33.000	0,44	0,41	0,28
semidiluído	3 - 4	27.000	0,37	0,31	0,23
diluído	2- 3	21.000	0,31	0,23	0,19
Muito diluído	< 3	15.000	0,26	0,14	0,16

\* DBO<sub>5</sub> Demanda bioquímica de oxigênio

Fonte: DARTORA et.al. (1998)

### 2.3 POTENCIAL COM FERTILIZANTE

O aumento da eficiência de uso dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas envolve o entendimento da dinâmica do N no solo em diferentes situações de manejo do solo e de plantas. O conhecimento do fluxo do nitrogênio (N) é de fundamental importância para o manejo correto dos dejetos nas granjas produtoras de suínos, tanto para o uso agrícola como na previsão do potencial de risco de poluição dos mananciais de água em função dos excedentes de N em granja de produção (KONZEN, 2003).

Segundo DARTORA (1998) a utilização dos dejetos como adubo orgânico exige instalações, equipamentos e manejo adequados para torná-lo economicamente competitivo com o fertilizante mineral. Para essa análise, deve-se considerar a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) nos dejetos e o custo de distribuição, bem como a disponibilidade da área, tipo de solo, distância de mananciais e dose de aplicada. Entretanto, a adubação orgânica proporciona melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas dos solos, que são difíceis de serem avaliadas.

A busca de otimização do sistema de recomendação é constante, neste sentido, há grande potencial da inclusão de parâmetros de solo e de planta como indicadores complementares da disponibilidade de N no solo, principalmente em sistemas altamente produtivos e com aplicação de altas doses de nitrogênio, é o que preconizam (RAMBO, L. et al., 2004) que dentre os parâmetros de solo destacam-se os testes de nitrato, os quais indicam a quantidade de nitrogênio disponível e são denominados testes de intensidade. No entanto, em solos que recebem esterco animal ou fonte de nitrogênio amoniacal, a determinação do íon amônio também pode ser útil, visto que este íon pode ser adsorvido ao complexo de troca do solo ou nitrificado.

A lixiviação é caracterizada pelo movimento de íons para camadas mais profundas do solo podendo atingir o lençol freático. Por isso, no caso do  $\text{N-NO}_3^-$ , a quantidade de dejetos aplicados bem como as precipitações são fatores que afetam as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução do solo (BASSO, 2003).

Visando avaliar a eficiência e a frequência de utilização de esterco líquido de suínos na produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes em pastagem natural, DURIGON et al. (2002) estudaram a aplicação de 0, 20 e 40  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  em

intervalos de 45 a 60 dias, demonstrando que na dose de  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  proporcionou maior incremento na produção de matéria seca, tendo superado a dose de  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  em 40%, ao final do estudo e com atenção especial as condições climáticas.

Com o objetivo de avaliar as perdas de N, BASSO (2003), em solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico, foi aplicado 0, 40 e  $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de dejetos líquidos de suínos, e as maiores perdas de nitrogênio por lixiviação ocorreram nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas. No primeiro e segundo ano de cultivo da aveia preta, a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução do solo foi superior a  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , aos 22 e 25 dias após a aplicação do dejetos, respectivamente e somente com aplicação de  $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

BATAGLIA, et al.,(1983) estudou o comportamento de diversos resíduos orgânico como fonte de nitrogênio, em comparação com fertilizantes inorgânicos, usando o capim-braquiária, demonstraram que a eficiência de absorção de nitrogênio foi maior nos resíduos onde sua liberação foi rápida, e a presença de plantas diminuiu acentuadamente os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  do solo e pouco efeito sobre o  $\text{N-NH}_4^+$ , N total e C orgânico.

A produtividade com o uso de doses crescentes de dejetos de suínos (45, 90, 135 e  $189 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), em aplicação exclusiva em solo de cerrado, atingiu os níveis que variam de 5.180 a  $7.650 \text{ kg há}^{-1}$  de milho. A produtividade da testemunha e da adubação química completa, foram de 1.600 e  $3.800 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, indicando solos de baixa fertilidade natural e tímida resposta à adubação química (KONZEN, 2003).

O enriquecimento do solo que recebeu esterco líquidos de suínos é confirmado em estudo de QUEIROZ et al. (2004) onde os nutrientes P, K, Na e Zn acumularam no solo, na profundidade de 0 a 0,20 m, com o aumento na soma de

bases, CTC e alumínio trocável e decréscimo do pH e da saturação por bases, sendo recomendável um monitoramento das características químicas do solo, ao longo do seu perfil e das águas subterrâneas para que se avaliem riscos de contaminação ambiental.

## 2.4 POTENCIAL COMO CONTAMINANTE

A aplicação de esterco de suínos não deve ser vista com uma mera aplicação de nutrientes ao solo, pois requer uma combinação harmoniosa dos princípios da ciência do solo, saúde pública, hidrologia e economia (DURIGON et al. 2002)

As concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução do solo nos maiores picos de perda podem significar a contaminação de águas subsuperficiais, não devendo exceder a concentração de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , nível crítico na água de rio de classe I, (CETSAM,1991)

A lixiviação de nitrato parece não ser um problema ambiental em lavouras com três aplicação anuais de  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de dejetos líquidos de suínos, e sua concentração na solução do solo dependente da quantidade de dejetos aplicada (BASSO,2003).

A lixiviação é caracterizada pelo movimento de íons para camadas mais profundas do solo podendo atingir o lençol freático. Por isso, no caso do  $\text{N-NO}_3^-$ , a quantidade de dejetos aplicada bem como as precipitações são fatores que afetam as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução do solo.

Pesquisas conduzidas em Rio Verde, GO em parceria com a Embrapa/Fesurv/Perdigão mostra que, tanto o nitrogênio orgânico quanto o químico

percolam para as camadas profundas do perfil, oferecendo risco ambiental mais acentuado. As doses equivalentes às necessidades da cultura, certamente minimizarão o risco ambiental. O conhecimento dessas movimentações de elementos no solo, onde se utilizam dejetos de suínos como fertilizante, visualiza possíveis desbalanços e efeitos nocivos nas camadas mais profundas do solo, ao mesmo tempo que possibilita estabelecer estratégias para corrigir rumos nos sistemas de utilização dos dejetos como fertilizante na produção agropastoril (KONZEN, 2003).

No solo, o nitrogênio existe predominantemente em formas orgânicas, em uma enorme variedade de compostos ou radicais, que refletem a diversidade de compostos orgânicos existentes em plantas e em microorganismos do solo (RAIJ,1991).

Segundo CHEVERRY et al.(1986) citado por Fey (2003) as perdas por lixiviação podem atingir 20 a 40% do nitrogênio mineral, presente no dejetos aplicado. Estas perdas dependem do tipo de solo, quantidade de N aplicada, época do ano e clima.

As quantidades percoladas de  $N-NO_3^-$  podem representar, em algumas situações, mais de 70% para as camadas subsuperficiais, onde se situa a maior parte das raízes absorventes em plantas de cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al.,2001).

Segundo LUCHESE et al. (2001), quando da incorporação de material de origem orgânica ao solo, este sofre uma série de alterações, que, fundamentalmente, encontra-se dependente de atividade dos microorganismos. Estes processos alteram os resíduos, culminando com a formação de nitratos, em diversas etapas de reações.

A magnitude das reações do N no solo varia com as condições climáticas, características do solo, tipo de preparo, forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados. ERNANI, et al. (2002) avaliaram o efeito da forma de aplicação de nitrogênio e de resíduos de aveia preta na lixiviação e imobilização do N num Nitossolo Vermelho, demonstrando uma variação na lixiviação do N de 25 a 70%, sendo maior nos tratamentos com pH 5,5 do que com pH 7,0 e quando aplicado sobre a superfície do solo, o que favorece a absorção do N pelas plantas.

Em solos onde predominam argilas de carga permanente, a capacidade de retenção de nitrato é quase nula. Por outro lado, solos nos quais predominam minerais de carga variável podem apresentar considerável capacidade de retenção de nitrato (DYNIA & CAMARGO 1999).

## 2.5 IMPORTÂNCIA E COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO

As formas preferenciais de absorção de N pelas plantas são o amônio e o nitrato, e as plantas absorvem tanto o amônio como o nitrato dependendo da proporção em que estes se encontram no solo e da eficiência de absorção, TEDESCO et. al. (1995).

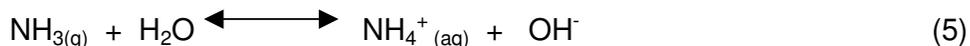
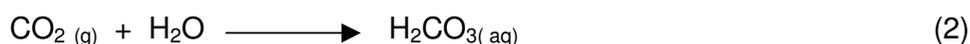
A busca de otimização do sistema de recomendação é constante, neste sentido, há grande potencial da inclusão de parâmetros de solo e de planta como indicadores complementares da disponibilidade de N no solo, principalmente em sistemas altamente produtivos e com aplicação de altas doses de N.

O nitrogênio é absorvido nas raízes sob a forma de  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$ , sendo então incorporado em aminoácidos na própria raiz ou na parte aérea. A taxa e a

quantidade de nitrogênio absorvido e assimilado durante o ciclo da planta dependem da presença de carregadores específicos na membrana plasmática, da atividade das enzimas envolvidas no seu ciclo, da disponibilidade de energia necessárias para os processos de absorção e assimilação e do estágio de desenvolvimento da planta (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

Segundo LUCHESE et al. (2002), a forma predominante que a planta absorve é o nitrato. Devido ao processo de nitrificação no solo, o nitrato, por ter cargas negativas, não se encontra protegido pela fase sólida do solo e pode ser facilmente perdido por lixiviação, penetrar profundamente nos solos e, contaminar o lençol freático.

Já o amônio, por ser cátion, permanece no solo na forma trocável, adsorvido pelas cargas negativas da substituição isomórfica e cargas dependentes do pH e, neste equilíbrio, disponíveis para as plantas, LUCHESE et al. (2002). Estes processos ocorrem conforme as etapas a seguir:



A proporção de nitrogênio orgânico e amoniacal nos dejetos de suínos pode variar em função do seu estado natural (fresco), ele varia de meio a meio (50 à 50%) para um dejetos após a excreção pelos suínos (algumas horas) para  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{3}{4}$  em dejetos de mais de três dias. Entretanto, após a mistura entre fezes e urinas formando o dejetos líquido, o nitrogênio contido na urina é transformado rapidamente em nitrogênio amoniacal. A repartição média das diferentes formas do nitrogênio entre as fases líquida e sólida do esterco é a seguinte: na fase líquida o N<sub>amoniacal</sub> ( $\text{NH}_4^+$ ) representa entre 75 à 85% e o orgânico entre 10 à 5%, na fração sólida o N<sub>orgânico</sub> representa de 15 à 10% (KONZEN, 2003).

Sob chuvas excessivas, ele se movimentava no sentido descendente. Sob condições extremamente secas, ele se movimentava no sentido ascendente com a umidade do solo, causando acúmulo na superfície.

Segundo GUEDES (1974) citado por FEY (2003), a concentração de íons é fator de aumento da movimentação de nitrato, principalmente concorrendo com  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ou  $\text{PO}_4^{3-}$  que é mais facilmente adsorvido que o íon nitrato.

Para FEY (2003) aplicação de efluentes de dejetos suínos em solo arenoso e argiloso mostrou-se positiva no aumento da biomassa das plantas com translocação de nitratos em ambos os solos, em maior concentração na camada de 40 – 60 cm, entre os tipos de dejetos e doses. O nitrogênio permaneceu em sua maior concentração na forma de ânion para o tratamento com dejetos fresco ( $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), já para o cátion a maior concentração ocorreu no tratamento com dejetos pré-estabilizado na dose de  $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

A lixiviação de nitratos e dos metais K, Ca, Mg, Cu, Cd, Cr, Ni, Pb e Zn em Latossolo Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distrófico foi avaliada por ANJOS et al. 2000) repetidamente tratados com biossólido, em doses médias de  $78 \text{ Mg ha}^{-1}$ ,

proporcionaram aumento da condutividade elétrica dos solos e das quantidades lixiviadas de  $K > Mg > Ca$ , sendo que para o nitrato atingiu valores de até  $96 \text{ mg L}^{-1}$ , o que indica que a quantidade de bio-sólido a ser aplicada no solo agrícola depende do teor do N contido no resíduo.

Para SILVEIRA et al., (1985) trabalhou com plantas de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq) submetidos a 100 ppm de N, distribuídos em diferentes proporções de  $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ , observaram que o nitrato representou cerca de 80% das formas nitrogenadas de exsudação xilemática, e o amônio variou de 7 a 15%, sendo que a glutamina constituiu a principal forma orgânica de transporte do nitrogênio.

A dose a ser aplicada depende da concentração dos nutrientes, tipo de solo, planta e proximidade do lençol freático, (DARTOTA et al., 1998). Estes autores destacam, que a pesquisa ainda não possui dados definitivos, e que há necessidade de mais pesquisa para verificar-se o comportamento dos nutrientes no solo e níveis de nitrato na água, visando ter-se mais segurança na indicação de doses de esterco para diferentes tipos de solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O presente estudo foi realizado em casa de vegetação, localizada na Estação Experimental, estrutura pertencente ao *campus* da UNIOESTE, de Marechal Cândido Rondon – PR. O clima da região é subtropical úmido e a temperatura média anual de 18°C com precipitação média de 1800 mm/ano. A altitude do local do experimento é de 420m e as coordenadas geográficas são: Longitude 54°01'W e Latitude 24°31'S.

### 3.2 AMOSTRAS DE SOLOS UTILIZADAS

Os solos foram coletados na região oeste e noroeste do Paraná, buscando-se solos com características bem distintas em relação aos teores de argila e areia. O experimento foi desenvolvido em solo de textura muito argilosa, classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico típico, NVEf, (EMBRAPA,1999) coletado no município de Marechal Cândido Rondon, nas profundidades de 0 a 30 cm e 30 a 80 cm caracterizando os horizontes A e B respectivamente. Um segundo solo foi coletado no município de Umuarama de textura média arenosa, classificado como Latossolo Vermelho distrófico, LVd, (EMBRAPA,1999) nas profundidades de 0 a 17

cm e 34 a 62 cm, caracterizando os horizontes A e B respectivamente, ambos os solos eram de áreas de pastagem. Os solos separados isoladamente foram secos ao ar e peneirados em uma peneira de 8 mm, para o sistema de vaso. Amostras de aproximadamente 1 Kg dos horizontes A e B, de cada tipo de solo, foram submetidas a análises químicas e físicas de rotina no Laboratório de Solos, da UNIOESTE, campus de Marechal Cândido Rondon, conforme os quadros 5 e 6.

QUADRO 5. Caracterização química dos solos argiloso(NVef) e arenoso (LVd) utilizados no experimento, nos horizontes A e B.

Solo	Hoz.	MO g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>3</sup>	PH CaCl <sub>2</sub>	H+Al -----	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB -----	CTC -----	V (%)	Cu -----	Mn mg dm <sup>3</sup> -----	Zn	Fe
Nve.	A	17,09	4,36	5,24	5,76	1,01	10,08	2,72	13,81	19,7	70,57	38,70	346,0	15,30	46,50
	B	15,72	1,05	5,55	4,61	0,70	9,43	2,67	12,89	17,4	73,52	42,40	177,0	4,60	80,70
LVd.	A	1,78	1,48	4,58	3,97	0,05	1,62	0,82	2,49	6,46	38,54	0,60	63,0	7,20	37,00
	B	0,67	0,39	4,59	2,74	0,01	2,00	0,12	2,13	4,87	43,74	1,40	278,0	4,20	29,00

QUADRO 6. Caracterização física dos solos argiloso (NVef) e arenoso (LVd), segundo método da pipeta.

Solo	Horiz.	Argila	Areia %	Silte	Densidade (g cm <sup>3</sup> )	
					Aparente <sup>(1)</sup>	Real <sup>(2)</sup>
NVef	A	60,12	8,72	31,15	1,23	3,04
	B	71,18	7,80	21,02	1,11	2,98
LVd	A	15,40	81,26	3,35	1,40	2,83
	B	20,50	74,45	5,05	1,39	2,65

(1)  
(2)

As análises químicas de rotina foram determinadas de acordo com IAPAR, (1992). Durante a coleta dos solos, foram removidas amostras de aproximadamente 1 Kg, as quais foram armazenadas em sacos plásticos e caixas térmicas na presença de gelo e encaminhadas ao laboratório, congeladas para a determinação do nitrogênio. Os teores das formas de nitrogênio e a determinação da umidade de cada amostra das profundidades avaliadas, de acordo com a metodologia de TEDESCO et al. (1995).

QUADRO 7. Teores do nitrogênio dos solos, argiloso (NVef) e arenoso(LVd), com a correção da umidade

Solo	Horiz.	$\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3 + \text{NO}_2^-$	$\text{N-NH}_4^+$	$\text{N-NO}_3 + \text{NO}_2^-$	U
		----- mg kg <sup>-1</sup> -----			( % )
NVef	A	43,92	21,96	19,21	26,38
	B	28,05	28,05	17,39	28,35
LVd	A	0,00	11,22	0,00	10,49
	B	11,65	10,09	0,00	12,19

### 3.3 DEJETOS UTILIZADOS E DOSES

Os dejetos de suínos foram coletados na região oeste do Paraná, buscando materiais submetidos a diferentes manejos, que são: esterco fresco e efluente de biodigestor. Os materiais foram coletados diretamente nas propriedades. O dejetos fresco foi coletado no município de Marechal Cândido Rondon, em um tanque de

estabilização, apresentando um tempo de fermentação de 7 dias e provém de uma granja que trabalha com sistema de 110 matrizes e 150 leitões por mês mais 150 na maternidade, com leitões de até 25 kg em 12,10 ha de área total. O efluente do tratamento com biodigestor foi coletado no município de Quatro Pontes em uma granja que mantém 1.700 matrizes em sistema de UPL (Unidade Produtora de Leitões), cuja produção é de 3.400 leitões mês. A biomassa utilizada no carregamento dos biodigestores é constituída basicamente de fezes e urina dos animais, restos de ração, água dos bebedouros e da limpeza das baias, com um tempo de retenção de 30 dias. No momento da coleta, os esterco foram homogeneizados no local, coletados e acondicionados em garrafas plásticas de 2.000 cm<sup>3</sup>, fechadas com tampa, e encaminhados para o laboratório e submetidos a análise. Foram determinados os teores de N, P, K, micronutrientes, matéria seca, metais poluentes, N-total, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de acordo com a metodologia de TEDESCO et. al. (1995), os quais são apresentados na quadro 4.

Estes materiais foram incorporados nos dois solos, proporcionais a área de terra existente na camada de 0 a 20 cm, sob as diferentes doses: 0; 50; 100; 150 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, equivalendo a aplicação de 88,355, 176,71, 265,065 e 353,42 cm<sup>3</sup> / vaso.

Estes mesmos tratamentos foram repetidos após o primeiro corte da forrageira, com a aplicação em superfície. Posteriormente efetuou-se a análise foliar dos teores de nitrogênio na biomassa da parte aérea.

QUADRO 8. Composição química dos dejetos de suínos, dejetos fresco e efluente do biodigestor, utilizados no experimento

Dejeto	MS (%)	P Mg dm <sup>-3</sup>	Ca ----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Mg	K	Cu	Zn	Fe	Mn	N (%)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ----- mg g <sup>-1</sup> -----	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Fresco	4,00	7375	1912,5	387,5	232,5	39,5	118	379,7	27,2	3,83	0,511	0,098
Biodig.	2,5	1225	575	75,0	225	11,0	17,2	23,0	2,5	4,69	0,448	0,112

### 3.4 CALAGEM

O calcário foi aplicado no mês de outubro de 2004, no solo LVd. A quantidade aplicada foi estimada para elevar a saturação de bases a 70%, na forma de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgO P.A.}$  .

### 3.5 PREPARAÇÃO DOS VASOS

Os vasos utilizados constituíram de tubos de PVC, com diâmetro de 15 cm e comprimento de 65 cm, perfazendo um total de  $10.602,9 \text{ cm}^3$  de volume. Cada tubo foi fechado numa extremidade com lona plástica e conectado a uma garrafa plástica de 250 ml para coleta do lixiviado. Na extremidade inferior de cada camada de solo, efetuou-se uma perfuração circular com diâmetro de 5 cm, em lados opostos do tubo totalizando 6 orifícios, os quais foram vedados com tecido do tipo filó e fita adesiva, até o final do experimento, quando estes foram removidos e retirados amostras de solo para posterior análise.

No final dos tubos foi adicionado aproximadamente 100 g de pedra cascalho, para facilitar a drenagem da água, e em seguida preenchidos com o solo, conforme a ordem das camadas coletadas em campo; ou seja, primeiramente adicionado na camada inferior do solo, 60 - 40 cm, em seguida a de 40 - 20 cm e por fim a camada superficial do solo de 0-20 cm, ambas com a quantidade em massa de solo determinadas de acordo com a densidade, para cada tipo de solo.

### 3.6 TRATAMENTOS

Os tratamentos constaram de dois tipos de dejetos suínos: esterco fresco e efluente do biodigestor, os quais foram adicionados e incorporados separadamente na camada superficial dos dois solos sob as dosagens de 0, 50, 100, 150 e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, em sacos plásticos e fechados, permanecendo durante uma semana para completa inoculação. A dose de 0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, constituiu da testemunha, enquanto a dose de 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> o limite de máxima aplicação. Estes mesmos tratamentos foram aplicados, em superfície, após o primeiro corte da forrageira.

### 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os tratamentos constituíram em arranjo fatorial de 2x5x2, sendo dois tipos de solo, cinco doses e dois tipos de dejetos com 4 repetições por tratamento, perfazendo um total de 80 vasos. Os tratamentos com as dosagens de 0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, serviu de testemunha nas 4 repetições, com um delineamento experimental de blocos ao acaso.

Os resultados para o nitrogênio nas camadas do solo e parte aérea foram submetidos a análise de variância e análise de regressão com comparação de médias pelo teste de Tukey, considerando 5% de probabilidade.

### 3.8 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O término na montagem do experimento ocorre no dia 19 de dezembro de 2004. No dia seguinte teve-se o início na condução do experimento, sendo que em cada vaso, foram colocadas para germinar quantidade suficiente e aleatória de sementes de capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). Após a germinação realizou-se o primeiro desbaste, em 5 dias deixando 7 plantas por vaso. Um segundo desbaste ocorreu 3 dias após deixando 4 planta por vaso. O procedimento de dois desbaste, incidiu em função de se obter plantas de maior vigor e a possibilidade de ocorrência de pragas.

Durante todo o experimento, efetuou-se o monitoramento diário de ocorrência de pragas e doenças. Os vasos foram irrigados diariamente em períodos intermitentes conforme a necessidade, devido a ocorrência de elevadas temperaturas no interior da casa de vegetação durante todo o ciclo da planta.

Ao longo do período do primeiro ciclo vegetativo da forrageira, por efeito do volume de água usada na irrigação, se fez necessário a coleta do lixiviado nos frascos plásticas conectadas aos vasos, após os 15 dias do início da germinação. Foram medidos os volumes do lixiviado, conduzidos ao laboratório, congelados para posterior determinação do nitrogênio. Logo após os frascos plásticos foram novamente interligados aos vasos, até o término do primeiro ciclo, no qual igualmente efetuado os procedimentos descritos acima.

Após 40 dias foi realizado o primeiro corte da forrageira, aproximadamente 10 cm da superfície do solo, no qual as plantas foram colocadas em sacos de papel identificados e levados à estufa de circulação de ar para a secagem em temperatura de 60°C até atingirem peso constante. Posteriormente, as plantas foram moídas em

moinho de facas, com peneiras de malha de 1 mm, seguidas de acondicionamento em sacos de papel etiquetados para as análises.

Nesta mesma etapa, ocorreu a coleta das amostras de solo, por meio da remoção da fita adesiva e do tecido nos orifícios dos vasos nas camadas de solo. Foram retiradas aproximadamente 100g em cada camada de solo, adicionados em sacos plásticos identificados e acondicionadas em caixas térmicas com gelo e levadas imediatamente para o laboratório, e armazenadas em freezer a fim de impedir perdas por volatilização do nitrogênio, até a realização das análises. Da mesma forma que descrito acima, foi feito a coleta e medição dos volumes das soluções eluídas dos frascos conectados aos vasos, para posterior análise.

No dia seguinte ao primeiro corte foi realizada a aplicação em superfície dos tratamentos com os dejetos, com monitoramento diário da irrigação e controle de pragas e doenças. Após 40 dias, foi realizado o segundo corte da forrageira. Do mesmo modo, efetuou-se os procedimentos já descritos para os cortes da parte aérea, soluções lixiviadas e coleta das amostras dos solos por meio dos orifícios no outro lado dos vasos.

### 3.9 ANÁLISE

#### 3.9.1 No Solo

Foram analisadas as amostras dos solos em cada profundidade (20 cm, 40 cm e 60 cm) para cada vaso, totalizando 480 amostras para cada solo na determinação de N mineral,  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  e  $\text{NH}_4^+$ . Estas análises foram realizadas

utilizando-se o método Kjeldahl por destilação a vapor, descrito por TEDESCO (1995). Durante os procedimentos de análise, foram realizadas as determinações da umidade em cada camada do solo, com a finalidade de se efetuar a correção desse fator na determinação final do nitrogênio.

### 3.9.2 Na Planta

Os tecidos vegetais da forrageira de capim mombaça, consistiram na digestão peróxida sulfúrica, para leitura posterior de nitrogênio total pelo método Kjeldahl por destilação a vapor, segundo a metodologia descrita por (TEDESCO 1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESPOSTAS DAS APLICAÇÕES DOS DEJETOS SUÍNOS

Na avaliação de variância das médias entre os dois solos, houve resposta positiva na aplicação dos dejetos suínos, com acréscimo da produção de matéria seca nos dois ciclos avaliados, conforme quadro 9.

Quadro 9. Produção de biomassa seca da parte aérea do primeiro e segundo ciclo vegetativo do capim mombaça em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd)

	Dejeto Fresco	Efluente Biodigestor	
Solo	Biomassa seca I		Média
	----- g/vaso -----		
NVef	11,09 Aa	10,09 Aa	10,56
LVd	12,41 Aa	9,02 Ba	10,72
Média	11,75	9,56	
	Valor de F		
Dejeto x solo	5,31*		
Dose	89,81**		
C.V. (%)	21,74		
	Biomassa seca II		
NVef	21,77	21,70	21,74 a
LVd	15,81	17,42	16,62 b
Média	18,79	19,56	
	Valor de F		
Solo	41,89**		
Dose x solo	7,46**		
C.V. (%)	18,44		

Médias seguidas de letra maiúscula diferente, na coluna diferem estatisticamente entre os dejetos, pelo Teste de Tukey a 1%.

Médias seguidas de letra minúscula diferente, na linha diferem estatisticamente entre os solos, pelo Teste de Tukey a 1%.

(ns) Médias não significativas estatisticamente.

(\*) Médias significativas estatisticamente a 5% pelo Teste de Tukey.

(\*\*) Médias significativas estatisticamente a 1% pelo Teste de Tukey.

A avaliação das médias mostra que no LVd ocorreu diferença entre os tipos de dejetos aplicados, na maior produção da biomassa com a adição crescente do dejetos fresco. Comportamento semelhante apresentou-se no NVef. Mediante o fato de que as plantas desenvolvem-se conforme a quantidade de nutrientes disponíveis, este comportamento pode ser explicado pela composição química dos solos e podendo estar relacionado ao processo de mineralização estar em plena atividade pelo dejetos.

Os resultados da regressão das médias apresentaram no primeiro ciclo, a produção de biomassa das plantas de capim mombaça com tendência linear, e significativo efeito crescente das doses na interação das médias dos dejetos e médias dos solos, as quais proporcionaram o acréscimo de 0,069 g/vaso na produção de matéria seca, de acordo com a figura 1.

Muitos estudos confirmam o enriquecimento do solo que recebe dejetos líquidos de suínos dos quais QUEIROZ et al. (2004) estudando as características químicas de solo de textura argilosa submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos cultivados com várias gramíneas forrageiras determinou que na concentração dos nutrientes, somente o K variou em função do tipo da gramínea forrageira.

Desempenho semelhante ocorreu para o segundo ciclo, com diferença significativa nas médias dos solos com a aplicação crescente dos dejetos, demonstrando que foi superior no solo NVef com o aumento de 0,8748 g/vaso, enquanto que no LVd o acréscimo foi de apenas 0,0411 g/vaso na produção de plantas forrageira. Esta resposta pode ser explicada pela composição química dos solos, das quais os teores de matéria orgânica, os macronutrientes, a CTC se

diferenciam entre os solos, além do incremento de nutrientes pela elevação das doses dos dejetos.

Resultados de maiores produções foram obtidos por ROSA et al. (2004) na produção de capim braquiário cv. Marandu cultivado em solo que recebeu dejetos líquidos de suínos até a dose de  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , implicaram numa extração maior de nutrientes no solo e a possibilidade de substituir a adubação NPK (com  $160 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ) e proporcionar aumento de nutrientes via aplicação dos dejetos suínos.

No estudo de PEREIRA (2001) para a área foliar do capim mombaça constatou que os resultados ajustaram-se a regressão linear, tanto no primeiro como no segundo cortes, demonstrando que a área foliar poderia ser mais elevada, caso as doses excedessem às empregadas, corroborando com os resultados obtidos neste estudo.

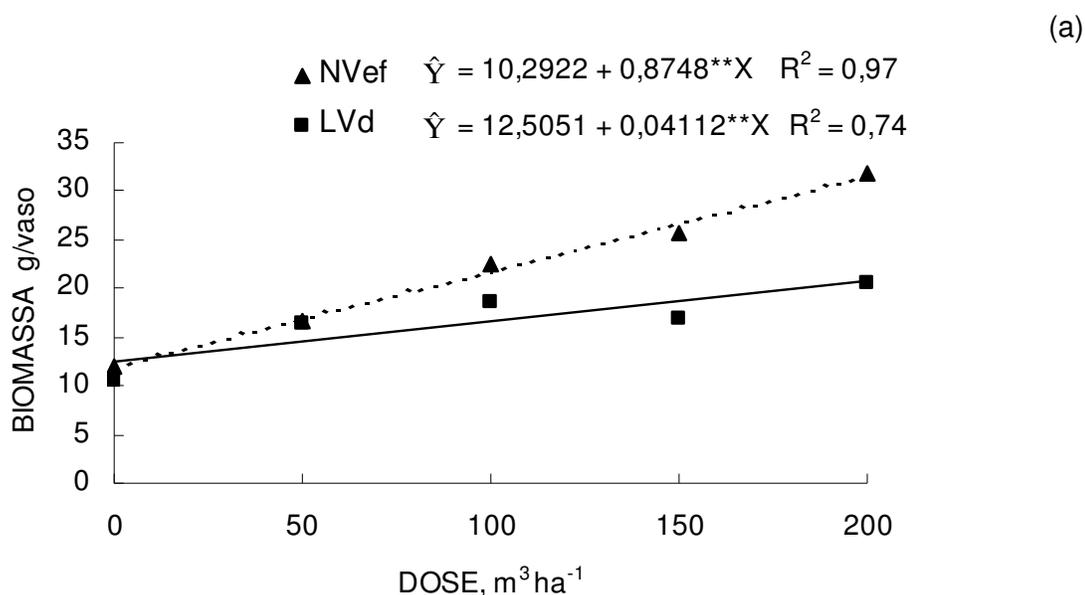


Figura 1 Produção de biomassa seca da parte aérea de capim mombaça do primeiro (a) e segundo ciclo vegetativo (b) em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd).

(b)

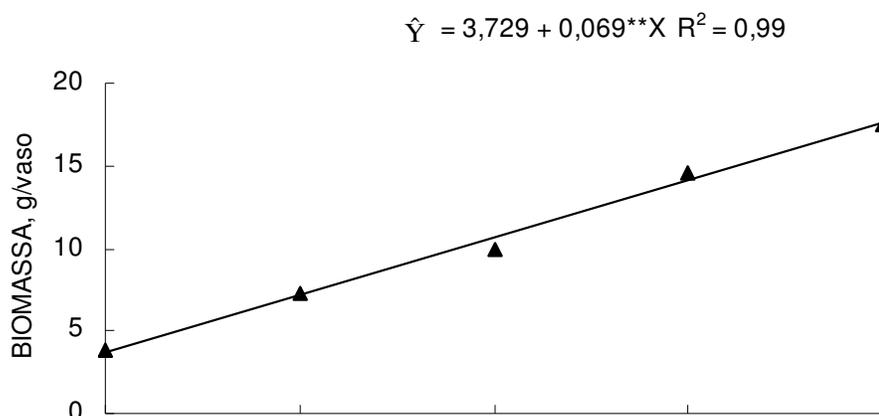


Figura 1 Produção de biomassa seca da parte aérea de capim mombaça do primeiro (a) e segundo ciclo vegetativo (b) em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd).

Segundo CORSI & SANTOS (1995) a variedade Mombaça é classificada como a 6ª melhor entre 156 acessos quanto a produção de matéria seca foliar ( $t \text{ ha}^{-1}$ ) confirmado em trabalho de JANZ (1994) avaliando cultivares de *Panicum maximum* em 6 regiões do país encontrou 5,2 e 4,9  $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de matéria seca foliar no período das águas, e no período da seca 1,8 e 1,7  $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para mombaça e Tanzânia, respectivamente.

Para o teor de nitrogênio no primeiro ciclo, conforme quadro 10, os tratamentos com os dejetos diferenciaram –se nos solos, com maior contribuição na absorção do nitrogênio no solo LVd com a aplicação das crescentes doses dos dejetos. Pela equação de regressão da figura 2, o teor de nitrogênio das plantas apresentou resposta positiva com a aplicação de doses crescentes do efluente do

biodigestor, na média foi de  $2,46 \text{ dag kg}^{-1}$ , diferindo desta forma da aplicação do dejetos fresco que foi acompanhado de uma ligeira redução da concentração do teor de nitrogênio,  $0,0032 \text{ dag kg}^{-1}$  em função da aplicação dos dejetos. Este decréscimo do teor de nitrogênio com o dejetos fresco, pode ser atribuída ao fato de ter ocorrido o efeito de diluição pela maior produção de biomassa produzida assim como uma provável incompleta mineralização de todo o nitrogênio orgânico do dejetos, devido a não ocorrência da passagem do mesmo por tratamento.

SANTOS et al. (1995) observaram sintoma visual característico de deficiência de nitrogênio até o nível de  $126 \text{ mg L}^{-1}$ , indicando o alto grau de exigência pelo capim vencedor cv. *Panicum maximum*, além das máximas respostas na produção de matéria seca da parte aérea ocorrerem com doses de nitrogênio maiores das utilizadas. Resultado semelhante foi encontrado por ALMEIDA & MONTEIRO (1995) em que a maior produção de matéria seca da gramínea *Cynodon dactylon* seria obtida com doses superiores a máxima empregada em solução nutritiva.

Para o conteúdo de nitrogênio no primeiro ciclo diferença significativa das médias entre os dejetos com a aplicação de doses crescentes entre os solos, indicando que o maior conteúdo de nitrogênio ocorreu no LVd com a adição do efluente do biodigestor. De acordo com o modelo de regressão linear, figura 2, demonstrou que a aplicação dos dejetos proporcionou um acréscimo de 1,406 e 1,711 mg/vaso com o dejetos fresco e do efluente do biodigestor respectivamente, com o aumento de cada  $\text{m}^3$  dos dejetos adicionados. Esta diferença dos valores do conteúdo de nitrogênio, sendo superior na aplicação com o efluente do biodigestor,

se deve ao fato da maior estabilização do dejetos, e a maior disponibilidade do nitrogênio decorrente do processo de tratamento recebido.

Estudo por BATAGLIA et al. (1983) com aplicação de vários resíduos orgânicos para capim braquiária usando um Podzólico Vermelho-Amarelo, a absorção de nitrogênio pela parte aérea com esterco de galinha encontrou 210 mg/vaso e concentração do N-total foi de 0,86% no primeiro cultivo com redução da concentração durante seis cultivos.

Nas médias dos solos no primeiro ciclo propiciou o aumento do conteúdo do nitrogênio no LVd com 2,103 mg/vaso e no NVEf foi de 1,014 mg/vaso por unidade de dose adicionada. Partindo-se do princípio de que no solo, LVd, por ter recebido calagem o pH deste solo proporcionou uma melhor disponibilidade das formas do nitrogênio e uma maior extração do nutriente pela planta durante o estágio inicial de desenvolvimento do ciclo vegetativo, na qual a planta concentra grande parte de energia para o seu estabelecimento, com a formação do sistema radicular e da parte aérea.

Para o teor de nitrogênio no segundo ciclo, a análise de variância demonstrou efeito significativo somente para as variáveis dose e solo, e entre as interações das variáveis não ocorreu resultado significativo entre as médias, de acordo com a figura 3, contudo, verifica-se um comportamento constante com a redução do teor do nitrogênio de 0,89 e 1,16 dag kg<sup>-1</sup> na biomassa das plantas nos solos NVEf e LVd respectivamente. Este efeito no teor de nitrogênio no segundo ciclo pode ser explicado pelas características químicas e físicas dos solos, uma vez que o capim mombaça requer solos de alta fertilidade com ótimo suprimento de fósforo e nitrogênio.

Quadro 10. Teor e conteúdo de nitrogênio na biomassa seca da parte aérea em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd)

	Dejeto Fresco	Efluente Biodigestor	
Solo	Teor de N I		Média
	----- dag kg <sup>-1</sup> -----		
NVef	2,04 Bb	2,28 Ab	2,16
LVd	2,89 Aa	2,63 Ba	2,76
Média	2,46	2,45	
	Valor de F		
Dejeto x solo	15,2**		
Dose x dejeto	13,46*		
C.V. (%)	11,67		
	Teor de N II		
NVef	0,86	0,92	0,89 b
LVd	1,05	1,27	1,16a
Média	0,95 B	1,09 A	
	Valor de F		
Solo	40,62**		
Dejeto	11,61**		
Dejeto x solo	3,61 <sup>ns</sup>		
C.V. (%)	18,70		
	Conteúdo de N I		
	----- mg/vaso -----		
NV ef	211,43 Ab	223,40 Aa	217,74
LVd	346,19 Aa	342,11 Ba	294,15
Média	278,81	232,72	
	Valor de F		
Dejeto x solo	21,98**		
Dose x solo	10,53**		
C.V. (%)	21,64		
	Conteúdo de N II		
NV ef	183,18 Aa	197,63 Aa	190,40
LVd	163,11Ba	219,58 Aa	191,34
Média	173,14	208,60	
	Valor de F		
Dejeto x solo	6,01*		
Dose x solo	4,99**		
C.V. (%)	20,07		

Médias seguidas de letra maiúscula diferente, na coluna diferem estatisticamente entre os dejetos, pelo Teste de Tukey a 1 %.

Médias seguidas de letra minúscula diferente, na linha diferem estatisticamente entre os solos, pelo Teste de Tukey

a 1%. Médias (ns) não significativas estatisticamente. ( \* ) Médias significativas estatisticamente a 5% pelo Teste de Tukey. ( \*\* ) Médias significativas estatisticamente a 1% pelo Teste de Tukey.

Utilizando doses crescentes de N e K em solução nutritiva, com as máximas de 462 e 429 mg L<sup>-1</sup> respectivamente, JUNIOR & MONTEIRO (2003) verificaram a interação significativa entre as doses para a área foliar total das plantas, no primeiro e segundo crescimento do capim mombaça, com a máxima área foliar no segundo corte de 68% superior à do primeiro corte, evidenciando o potencial produtivo desta gramínea em condição de suprimento elevado para tais nutrientes.

Segundo a literatura, há variação da composição mineral com a idade das plantas, sendo que para o valor do teor de nitrogênio encontrado neste estudo, foi de 2,46 dag kg<sup>-1</sup> aos 40 dias de cultivo, de forma semelhante, segundo HAAG & DECHEM (1994) no qual citam que para as gramíneas *Panicum maximum* na matéria seca, o N (%) é de 2,40 e 1,81 aos 28 e 42 dias de idade respectivamente. O comportamento do nitrogênio sofre influência de vários fatores, entre eles o tipo de solo, os tipos e formas da aplicação de fertilizantes.

Para o conteúdo de nitrogênio após a rebrota, a análise das médias indicou diferença estatística de 5% pelo teste de Tukey entre os dejetos e significância de 1% com o acréscimo das doses, adicionados nos solos. Na análise das médias o efluente do biodigestor propiciou maior conteúdo de nitrogênio na produção de biomassa não diferindo entre os solos. De acordo com a equação de regressão da figura 3, demonstra o aumento do conteúdo de nitrogênio de 0,875 e 0,471 mg/vaso

para os solos NVd e LVef respectivamente, com a aplicação das crescentes doses dos dejetos.

Segundo MACEDO et al. (1993) as médias dos conteúdos em  $\text{g kg}^{-1}$  de nitrogênio de três cultivares de *Panicum maximum*, Tanzânia, Tobiata e Colônia, em amostras simulando o pastejo animal no período das águas em três anos de cultivo foram 21,0, 21,0, e 17,2 respectivamente indicando que a variabilidade do valor nutritivo entre gramíneas tropicais é baixa, comparativamente às observadas entre idades fisiológicas, (EUCLIDES et al. 1995).

Segundo MACEDO et al. (1993) as médias dos conteúdos em  $\text{g kg}^{-1}$  de nitrogênio de três cultivares de *Panicum maximum*, Tanzânia, Tobiata e Colônia, no período das águas em três anos de cultivo foram 21,0, 21,0, e 17,2 respectivamente indicando que a variabilidade do valor nutritivo entre gramíneas tropicais é baixa, comparativamente às observadas entre idades fisiológicas, (EUCLIDES et al. 1995).

Os resultados para o conteúdo de nitrogênio apresentaram desempenho inverso no solo, entre os dois ciclos vegetativos. Este comportamento do conteúdo de nitrogênio pode ter ocorrido possivelmente devido, ao fato de durante o segundo cultivo a aplicação dos dejetos foram em superfície com a possibilidade de perdas do nitrogênio nas condições de temperaturas elevadas na casa de vegetação, assim como uma redução do pH dos solos. Deve-se considerar que neste período houve uma maior produção de biomassa pelas plantas com acentuada contribuição do NVef. A redução do conteúdo após a rebrota, no LVd, é exibida pela menor contribuição na produção da biomassa pela forrageira, e a perspectiva de condições favoráveis de umidade, de perdas do nitrogênio por lixiviação.

Os resultados confirmam que os solos utilizados apresentaram suprimento favorável de nitrogênio e que o capim mombaça foi eficiente na absorção desse nutriente. Considerando que a aplicação de esterco líquido de suínos promoveu um aumento na produção de biomassa com o acréscimo das doses, indicando que maior produção da biomassa seria alcançada com doses superiores a utilizada neste estudo.

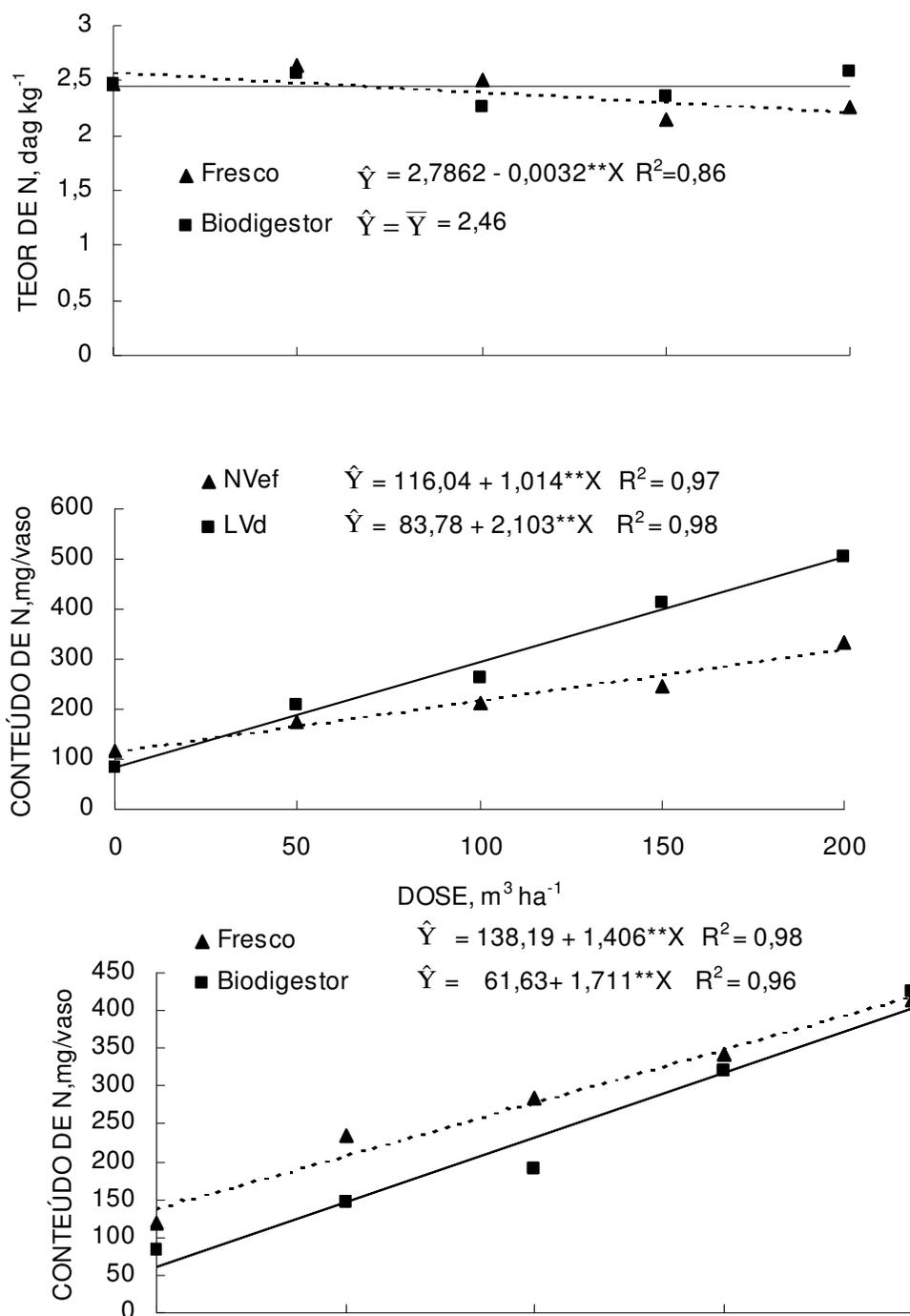


Figura 2. Teor e conteúdo de nitrogênio na parte aérea de capim mombaça do primeiro ciclo vegetativo em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) .

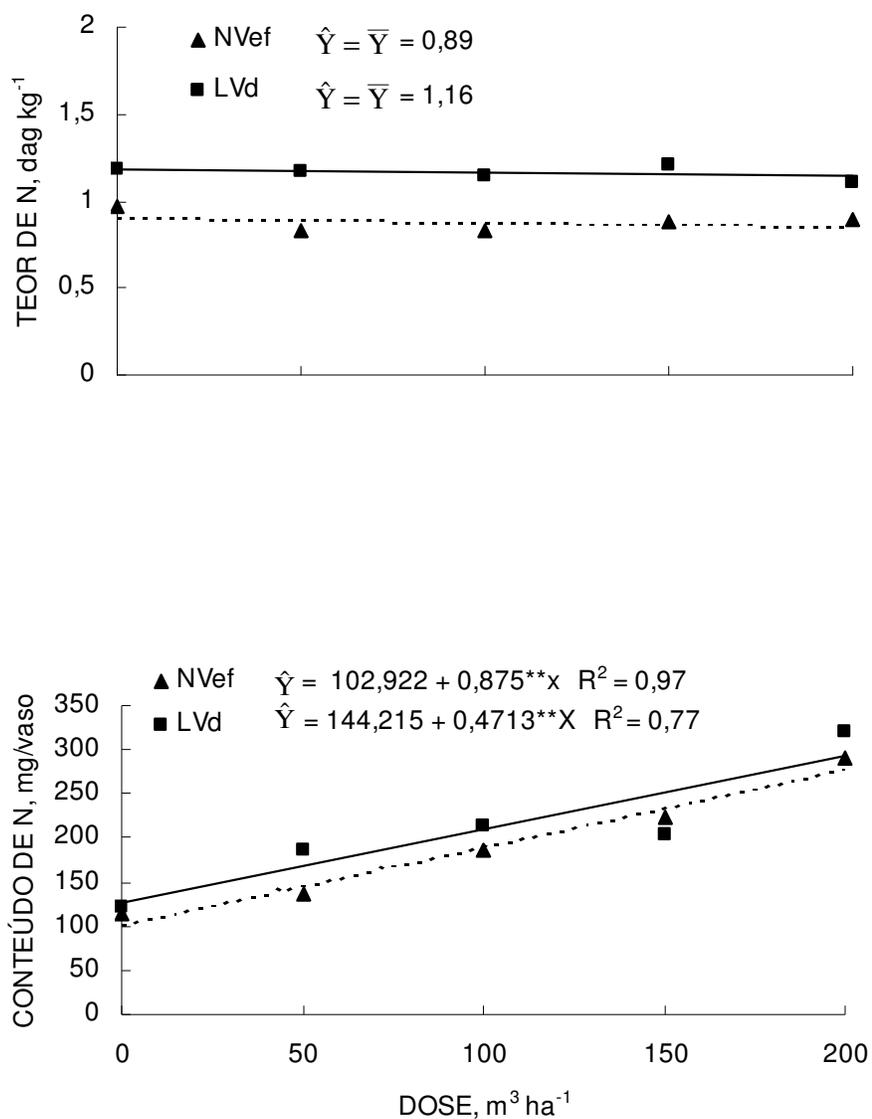


Figura 3. Teor e conteúdo de nitrogênio na parte aérea de capim mombaça do segundo ciclo vegetativo em função da aplicação de dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) .

## 4.2 COMPORTAMENTO DO NITROGÊNIO NO SOLO

Com a aplicação dos dejetos suínos na camada superficial (20 cm) ocorreu movimentação de nitrogênio mineral, tanto na forma amoniacal como na forma nítrica até a camada de 60 cm de profundidade (Quadro 10, 11, e 12).

Houve movimentação de nitrogênio com a aplicação dos dejetos até a profundidade de 60 cm. Das formas de nitrogênio, o nitrato apresentou lixiviação rápida no solo arenoso (LVd) pelo tratamento com o efluente do biodigestor, e no solo argiloso (NVef) ocorreu de forma lenta e gradual com a adição dos dois tipos de dejetos utilizados.

A análise de variância mostrou que não ocorreu diferença significativa no teor de nitrogênio na camada de 20 cm entre os solos estudados. As médias das concentrações de N-mineral, amônio e nitrato nessa camada foram inferiores em relação às demais profundidades, conforme quadro 10, 11 e 12.

Com a aplicação do efluente do biodigestor a concentração de N-mineral aumentou ao longo das profundidades em maior proporção em relação ao dejetos fresco. Na profundidade de 40 cm ocorreu efeito significativo da interação dejetos e solo e efeito da aplicação de doses dos dejetos. A aplicação do dejetos fresco apresentou diferença significativa no solo arenoso (LVd), com a menor concentração de N mineral em relação ao efluente do biodigestor, indicando o incremento de nitrogênio orgânico e material a ser mineralizado. De acordo com a equação de regressão, pelo modelo linear (Figura 4) ocorreu pequena redução, de  $0,0894 \text{ mg kg}^{-1}$  de N mineral em função da aplicação de doses crescentes dos dejetos. A

diminuição da concentração pode ser atribuída a maior extração do nitrogênio na produção de biomassa das plantas de capim mombaça (Figuras 2b e 2c).

Houve respostas diferentes entre os solos quanto ao teor de N mineral na camada de 60 cm, assim como para o N-mineral total (0 – 60 cm), apresentando decréscimo de 0,2301 e 0,368 mg L<sup>-1</sup> para cada unidade de dose adicionada respectivamente, para o solo arenoso (LVd) contudo no solo argiloso (NVef) não houve efeito das doses dos dejetos na profundidade de 60 cm e no teor de N mineral total com médias de 26,32 e 67,01 mg L<sup>-1</sup> (Figura 4b e 4c). A calagem realizada no solo arenoso (LVd) provavelmente favoreceu a mineralização, contribuindo com maior dessorção de nutrientes na camada difusa dos colóides do solo, com consequência da maior absorção pelas plantas. O NVef devido ao maior conteúdo de matéria orgânica (Quadro 5), demonstrou que possui reservas do nitrogênio orgânico a ser mineralizado.

De acordo com OLIVEIRA et al (2001) em que a mineralização do nitrogênio contido em compostos orgânicos predomina em situações onde o material está maturado e com relação C/N menor que 15, porém, segundo a literatura, a produção do N-mineral em solos é sempre acompanhada pelo processo de imobilização.

Para o teor de N-mineral total na soma das profundidades avaliadas não houve diferença significativa entre os solos, entretanto houve uma tendência do solo arenoso (LVd) apresentar maior teor de N mineral. Entre os dejetos o efluente do biodigestor apresentou uma contribuição maior para o teor de N mineral do solo.

A redução da concentração do N-mineral encontrada nos solos, com o aumento das doses dos dejetos pode ser atribuída a absorção do nitrogênio no aumento da produção de biomassa, assim como a perda do nitrogênio por lixiviação.

Resultado semelhante foi encontrado por VIEIRA & CARDOSO (2003) avaliando a mineralização e imobilização do N com aplicações de doses crescentes de lodo de esgoto, sendo que no período das águas a quantidade de N-mineral encontradas no solo, LVd, textura média argilosa, foram menores que as obtidas no período da seca.

O teor de nitrogênio na forma amoniacal não apresentou diferença significativa entre os dejetos utilizados nas profundidades 20, 40 e 60 cm (Quadro 11). O solo argiloso (NVef) apresentou maior teor de  $N-NH_4^+$  nas profundidades de 40 cm, 60 cm e para o teor de  $-NH_4^+$  total. O NVef apresenta 71% de argila no horizonte B e CTC de  $17,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; portanto apresenta alta capacidade de retenção de  $N-NH_4^+$  em relação ao LVd com 20,5% de argila e  $4,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de CTC no horizonte B (Quadro 5).

FEY (2003) utilizando amostras de solo argiloso (PVA) e arenoso (LVef) também observou maiores valores de  $N-NH_4^+$  no solo argiloso nas camadas de 20, 40 e 60 cm de profundidade.

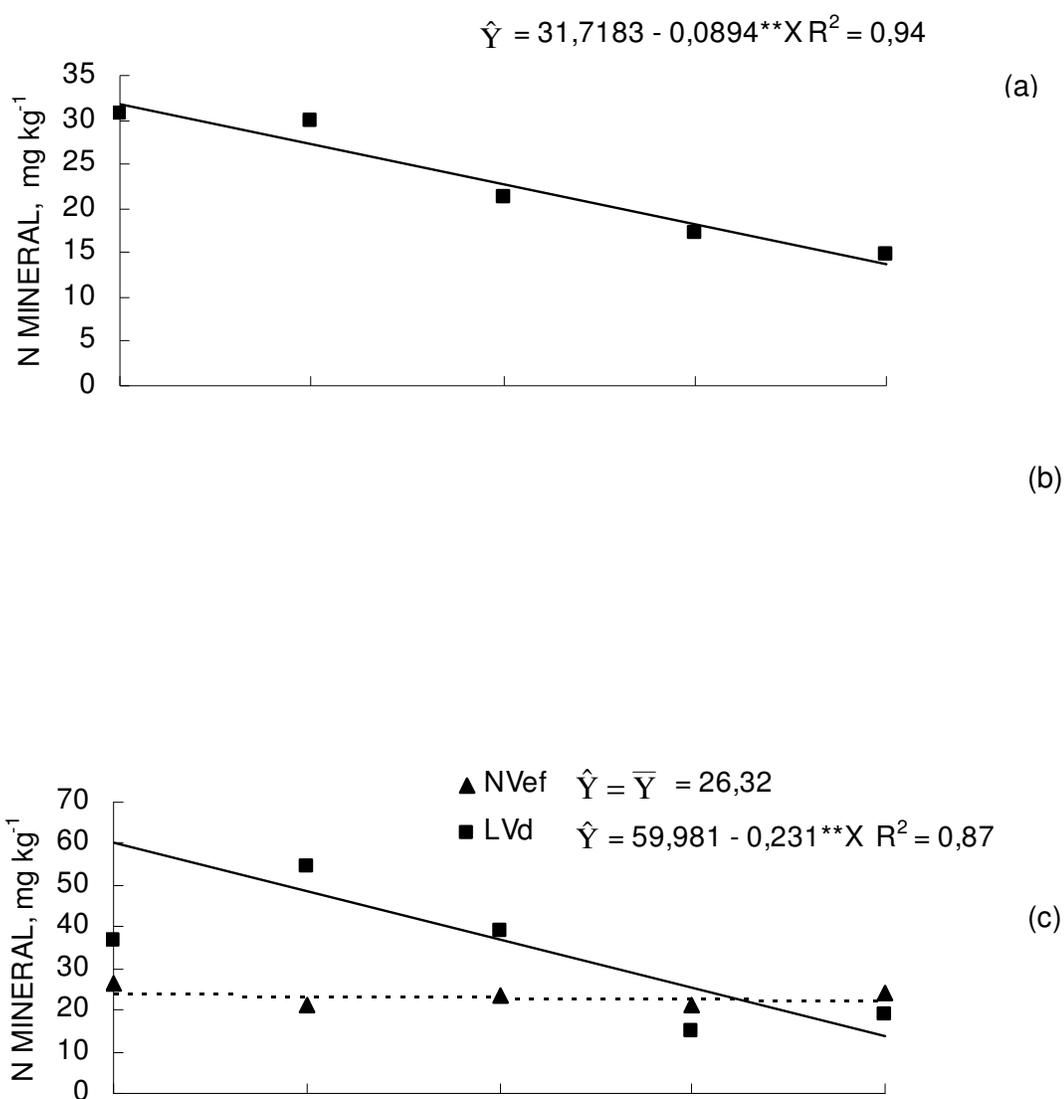
Durante o período de condução do experimento a temperatura na casa de vegetação se manteve elevadas, o que pode ter acelerado as perdas de amônia por volatilização.

As perdas de nitrogênio por volatilização de amônia, com o uso de dejetos suínos é bastante variável, demonstrado em vários trabalhos como os de BASSO et al. (2004) e PORT et al. (2003) verificaram que as maiores perdas do nitrogênio por volatilização com aplicação de dejetos suínos foram significativamente maiores nos meses de verão e influenciados pelo pH e matéria seca dos dejetos.

Quadro 10. Concentração de nitrogênio mineral em diferentes camadas de solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) em função da aplicação dos dejetos

	Dejeto Fresco	Efluente Biodigestor	
Solo	Camada 20 cm		Média
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----		
NVef	16,84	22,47	19,66
LVd	14,17	16,47	15,32
Média	15,51	19,47	
	Valor de F		
Dejeto x solo	0,49 <sup>ns</sup>		
C.V. (%)	60,61		
	Camada 40 cm		
NVef	21,59 Aa	20,49 Aa	21,04
LVd	17,64 Ba	31,37 Aa	24,50
Média	19,62	25,93	
	Valor de F		
Dejeto x solo	12,24**		
Dose	9,44**		
C.V. (%)	41,63		
	Camada 60 cm		
NVef	26,07	26,57	26,32 b
LVd	31,71	42,11	36,91a
Média	28,89	34,34	
	Valor de F		
Solo	8,62**		
Dejeto x solo	1,88 <sup>ns</sup>		
C.V. (%)	51,04		
	Camada 0 – 60 cm		
NVef	64,50	69,52	67,01
LVd	63,52	89,95	76,74
Média	64,01	79,74	
	Valor de F		
Dejeto x solo	3,16 <sup>ns</sup>		
Dose x solo	3,69**		
C.V. (%)	37,47		

Médias seguidas de letra maiúscula diferente, na coluna diferem estatisticamente entre os dejetos, pelo Teste de Tukey a 1 % Médias seguidas de letra minúscula diferente, na linha diferem estatisticamente entre os solos, pelo Teste de Tukey a 1%. (ns) Médias não significativas estatisticamente. ( \* ) Médias significativas estatisticamente a 5% pelo Teste de Tukey. ( \*\* ) Médias significativas estatisticamente a 1% pelo Teste de Tukey.



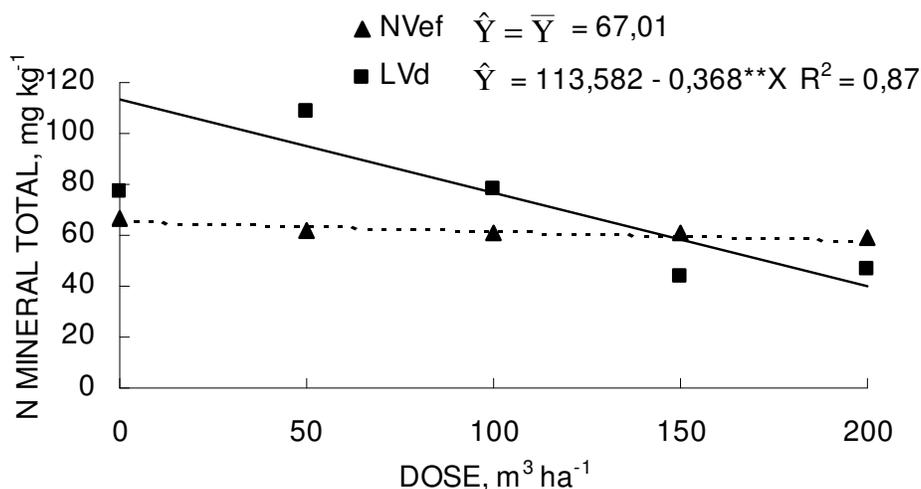


Figura 4. Concentração de nitrogênio mineral nas profundidades de 40 cm (a), 60 cm (b) e de 0-60 cm (c) em função da aplicação dos dejetos nos solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd).

GUEDES et al. (2004) avaliaram a influência da acidez de cinco solos de diferentes regiões do Brasil no processo de nitrificação, e verificaram que em solos com pH variando de 4,3 a 6,7, ocorreu acúmulo de  $\text{N-NH}_4^+$ .

Movimentação de nitrato e amônio em colunas de solo de textura muito argilosa (LVd) foi avaliado por ARAÚJO et al. (2004) e verificaram que no tratamento que recebeu uréia e calagem ocorreu menor lixiviação de  $\text{NH}_4^+$ , atribuindo ao aumento das cargas negativas, contribuindo para a retenção do cátion. Por outro lado, o maior pH gerado pode levar a perdas de  $\text{NH}_4^+$  por volatilização de  $\text{NH}_3$ .

O teor de amônio na camada de 60 cm de profundidade, apesar de apresentar efeito significativo de dose, pela análise de variância, as médias obtidas

não permitiram um ajuste de equação de regressão, apresentando, em média, 11,13 mg Kg<sup>-1</sup> de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

O teor de nitrato na camada de 20 cm, não apresentou efeito significativo de solo e dejetos, entretanto, na camada de 40 cm de profundidade ocorreu diferença significativa. O solo arenoso (LVd) apresentou, em média 15,21 mg kg<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> enquanto que o solo argiloso apresentou 6,29 mg kg<sup>-1</sup>. O efluente do biodigestor proporcionou maior teor de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo, com média de 13,4 mg kg<sup>-1</sup> em relação ao dejetos fresco, com média de 8,1 mg kg<sup>-1</sup> (Quadro 12).

Considerando o fato, de que as plantas apresentam uma tendência de responder diferentemente às formas minerais de nitrogênio, pode-se inferir que o decréscimo da concentração do nitrato com o incremento das doses, está relacionado ao maior conteúdo de nitrogênio pela biomassa da parte aérea da forrageira, obtida no LVd no primeiro ciclo e com a tendência similar no segundo cultivo, indicando assim uma preferência na absorção por este íon.

Quadro 11. Concentração de amônio em diferentes camadas de solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) em função da aplicação dos dejetos

Solo	Dejeto Fresco		Efluente Biodigestor	
	Camada 20 cm		Média	
----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
Nvef	6,93	8,87	7,90	
LVd	6,73	7,18	6,96	
Média	6,83	8,03		
Valor de F				
Dejeto x solo	0,42 <sup>ns</sup>			
C.V. (%)	68,80			
Camada 40 cm				
Nvef	11,79	11,24	11,52 a	
LVd	6,44	6,66	6,56 b	
Média	9,12	8,95		
Valor de F				
Solo	11,74**			
Dejeto x solo	0,07 <sup>ns</sup>			
C.V. (%)	71,74			
Camada 60 cm				
Nvef	15,17	12,81	13,99 a	
LVd	8,70	7,87	8,29 b	
Média	11,94	10,34		
Valor de F				
Solo	12,74**			
Dose	3,04*			
Dejeto x solo	0,23 <sup>ns</sup>			
C.V. (%)	64,25			
Camada 0 – 60 cm				
Nvef	33,89	32,92	33,41 a	
LVd	22,07	21,72	21,90 b	
Média	27,99	27,32		
Valor de F				
Solo	12,88**			
Dejeto x solo	0,01 <sup>ns</sup>			
C.V. (%)	51,89			

Letras minúsculas diferentes na coluna, diferenciam-se na média entre si.

(ns) não diferem estatisticamente a 1% pelo Teste de Tukey.

(\*) diferem estatisticamente a 5% pelo Teste de Tukey. (\*\*) diferem estatisticamente a 1% pelo Teste de Tukey.

Quadro 12. Concentração de nitrato em diferentes camadas de solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) em função da aplicação dos dejetos

Solo	Dejeto Fresco	Efluente Biodigestor	Média
	Camada 20 cm		
	----- mg kg <sup>-1</sup> -----		
Nvef	5,52	14,00	9,76
LVd	5,91	4,97	5,44
Média	5,72	9,49	
	Valor de F		
Dejeto x solo	2,05 <sup>ns</sup>		
C.V. (%)	193,70		
	Camada 40 cm		
Nvef	5,62	6,95	6,29 b
LVd	10,53	19,88	15,21 a
Média	8,08 B	13,42 A	
	Valor de F		
Solo	19,38*		
Dejeto	6,96*		
Dejeto x solo	3,92 <sup>ns</sup>		
Dose x solo	4,91**		
C.V. (%)	71,74		
	Camada 60 cm		
Nvef	6,88 Aa	8,74 Ab	7,81
LVd	19,15 Ba	30,09 Aa	24,62
Média	13,02	19,42	
	Valor de F		
Dejeto x solo	4,80*		
Dose x solo	8,79**		
C.V. (%)	57,17		
	Camada 0 – 60 cm		
Nvef	18,02	29,68	23,85 b
LVd	35,58	54,94	45,26 a
Média	26,80	42,31	
	Valor de F		
Solo	17,34**		
Dejeto x solo	0,56 <sup>ns</sup>		
Dose x solo	5,58**		
C.V. (%)	51,89		

Médias seguidas de letra maiúscula diferente, na coluna diferem estatisticamente entre os dejetos, pelo Teste de Tukey a 1%. Médias seguidas de letra minúscula diferente, na linha diferem estatisticamente entre os solos, pelo Teste de Tukey a 1%. (ns) Médias não significativas estatisticamente. ( \*) Médias significativas estatisticamente a 5% pelo Teste de Tukey. (\*\*) Médias significativas estatisticamente a 1% pelo Teste de Tukey.

O teor de  $\text{N-NO}_3^-$ , na profundidade de 40 cm, apresentou comportamento diferente entre os solos em função da aplicação dos dejetos (Figura 5a). No solo argiloso (NVef) não houve efeito das doses de dejetos apresentando em média,  $6,3 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3^-$ . No solo arenoso (LVd) ocorreu decréscimo linear em função da aplicação dos dejetos de  $0,116 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  para cada  $\text{m}^3$  de dejetos adicionados. Este comportamento pode ser influenciado pela menor drenagem do NVef comparada com o LVd, permitindo menor perda de  $\text{N-NO}_3^-$  por lixiviação.

Para a última camada, ocorreu interação significativa entre dejetos e solo. Ocorreu um incremento do teor de  $\text{N-NO}_3^-$  em profundidade, refletindo a mobilidade deste íon no solo arenoso, principalmente com o uso do efluente do biodigestor, com acréscimo de  $4,97 \text{ mg kg}^{-1}$  na camada de 20 cm para  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  à 60 cm de profundidade.

Com o uso do dejetos fresco o teor de  $\text{N-NO}_3^-$  foi menor em relação à aplicação do efluente de biodigestor. No dejetos fresco grande parte do nitrogênio estava na forma orgânica e somente após um período de decomposição houve incremento do teor de  $\text{N-NO}_3^-$ .

No solo de textura arenosa (LVd) a maior parte do nitrogênio mineral estava na forma nítrica, enquanto que, no solo argiloso foi o inverso, a forma amoniacal apresentou maior contribuição para o N mineral do solo. Neste solo, em função das propriedades químicas, como o pH e alta CTC, proporcionaram maior retenção de nitrogênio na forma amoniacal.

KINJO et al (1978) avaliando a produção de nitrato por incubação em amostras do horizonte Ap de vários solos da região canavieira de Piracicaba, SP

verificaram que a produção de nitrato foi acelerada nas primeiras semanas, sendo favorável pela correção da acidez do solo.

O teor de nitrato na camada de 40 e 60 cm de profundidade decresceu linearmente em função das doses de dejetos no solo arenoso (Figuras 5a e 5c), entretanto, não houve efeito das doses dos dejetos no solo argiloso (NVef). Na profundidade de 60 cm houve interação significativa para dose e dejetos. Ocorreu redução da concentração de  $\text{NO}_3^-$  de 0,1249 e 0,089  $\text{mg kg}^{-1}$  para cada unidade de  $\text{m}^3$  de dejetos em função das doses crescentes do dejetos fresco e efluente do biodigestor, respectivamente. Este comportamento demonstra que o processo de redução do amônio no dejetos fresco ocorreu de forma eficiente, contribuindo desta forma para a maior disponibilidade do nitrogênio na extração do nutriente confirmado, pela maior produção de biomassa. Esta redução do nitrato em função da aplicação de doses crescentes, entre as camadas de 40 cm e 60 cm, indicaram a maior absorção de nitrogênio pela planta na forma nítrica.

Dos resultados obtidos constata-se comportamento distinto dos solos avaliados na dinâmica do nitrogênio, possivelmente em função do tipo de carga que predominam em cada solo. DYNIA & CAMARGO (1999) verificaram que nos solos a relação entre as cargas positivas e negativas depende, em grande parte, do pH do PCZ. Nos solos em que o pH é superior ao do PCZ, as cargas negativas predominam sobre as positivas, neste caso a carga líquida é negativa, favorecendo a adsorção de cátions e a mobilidade de ânions.

No solo NVef a concentração de  $\text{NO}_3^-$  se manteve constante com o acréscimo das doses utilizadas, na média geral foi de 7,80  $\text{mg kg}^{-1}$ .

Resultados semelhantes foram encontrados por SEIDEL (2005) avaliando a dinâmica do nitrogênio em um LVef, de textura argilosa, verificou que a aplicação de dejetos de suínos contribuiu para aumentar as concentrações de  $\text{NO}_3^-$  lixiviadas com influência do pH do solo em três teores de matéria orgânica (34,09; 22,36 e 8,6 g  $\text{dm}^{-3}$ ).

FEY (2003) também constatou a movimentação de nitrato da camada de 0 a 20 cm de profundidade para a camada de 20 a 40 cm de profundidade com a adição de dejetos frescos em um solo de textura argilosa, LVef.

A concentração do nitrato total apresentou diferença significativa entre os solos, exibindo a maior concentração no solo arenoso (LVd). O aumento da concentração de  $\text{NO}_3^-$  total, confirma a maior lixiviação no solo de textura arenosa, assim como a contribuição na maior produção de biomassa com a redução da concentração de 0,3223  $\text{mg kg}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  por unidade de dejetos adicionada. Os solos arenosos, tem menor capacidade de retenção de água, o que significa que a mesma quantidade de água provinda de irrigação causa maior lixiviação de nitrato, do que em solos de textura argilosa.

Para o solo argiloso (NVef) a concentração do  $\text{NO}_3^-$  total se manteve constante com o acréscimo das doses dos dejetos aplicadas, na média geral foi de 23,85  $\text{mg kg}^{-1}$  muito superior a encontrada na camada de 60 cm.

Em estudo de ARAÚJO et al. (2004) verificou que mesmo com doses usuais de adubos nitrogenados em Latossolos muito argilosos, com altos teores de óxidos de Fe e gibbsita, a lixiviação de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  é uma realidade, implicando em maiores cuidados no manejo da adubação nitrogenada.

O nitrogênio total ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ) apresentou diferença significativa nas médias dos dejetos sendo maior no ----- do que ----- . A análise de regressão, mostra uma diminuição da concentração de  $0,329 \text{ mg kg}^{-1}$  por unidade de dejetos fornecida, para o solo arenoso (LVd) enquanto que para o solo argiloso (NVef) não houve efeito das doses dos dejetos apresentando, em média,  $57,25 \text{ mg kg}^{-1}$  de nitrogênio total (Figura 6b).

A concentração do nitrogênio total apresentou comportamento semelhante com o nitrogênio mineral na camada de 60 cm (Figura 4c). Ambos mostraram na média geral no solo argiloso (NVef) concentrações próximas, enquanto que para o solo arenoso (LVd) exibiram redução da concentração muito semelhantes. Este comportamento evidencia que a mineralização da matéria orgânica foi eficiente, favorecidas pelas altas temperaturas, umidade e incorporação dos tratamentos. A disposição sucessivas dos dejetos pode ocasionar o aumento do nitrogênio inorgânico.

O acréscimo da concentração de nitrato no solo arenoso (LVd) na camada de 40 para 60 cm, é superior ao limite permitido pela legislação ambiental que é de  $10 \text{ mg L}^{-1}$  conforme a resolução do CONAMA 020/86 e portaria n° 36/90 do ministério da saúde, para lançamentos em águas de classe 1 (CETSAM 1991). Portanto, devido ao incremento da concentração de  $\text{NO}_3^-$  total ao longo das profundidades no solo de textura arenosa, a elevação das doses de dejetos líquidos de suínos deve ser acompanhada de um monitoramento da lixiviação evitando-se assim a possibilidade de contaminação de lençóis freáticos e cursos d'água.

No solo de textura argilosa (NVef) o incremento do teor de  $\text{N-NO}_3^-$  da camada de 40 cm para 60 cm foi inferior a  $2 \text{ mg kg}^{-1}$  (Quadro 12), portanto, a

aplicação de dejetos suínos em solos com propriedades físico-químicas semelhantes com alta CTC, teor de argila acima de 70% e densidade de partículas de  $2,98 \text{ g cm}^{-3}$ , não implica em graves problemas ambientais.

O aumento da lixiviação de nitrato, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica, óxidos e CTC pode ser agravado em períodos de intensa precipitação pluvial ou por irrigação excessiva. As médias das concentrações do nitrato nas soluções do lixiviado, demonstra maior lixiviação do nitrato, no primeiro ciclo, no solo arenoso (LVd) com perdas médias de 70,0% e 56,3% em relação a quantidade de  $\text{N-NO}_3^-$  adicionada pelo dejetos fresco e efluente do biodigestor, respectivamente (Quadro 7). Para o solo argiloso (NVef) o percentual do teor do  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  lixiviado em função da quantidade de nitrato no dejetos aplicado foi maior na adição com o efluente do biodigestor, apresentando em média 34,6% com a contribuição do efluente do biodigestor.

Os teores médios do  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  no lixiviado após a segunda aplicação dos dejetos, foi superior no solo arenoso (LVd) com 20,8% do teor de  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  em função da quantidade de  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  no efluente do biodigestor aplicado. No solo argiloso (NVef) os teores médios de  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  lixiviados, foi de 0,84% e 20,83% com a adição do dejetos fresco e efluente do biodigestor, respectivamente.

Resultados semelhantes foi encontrado por OLIVEIRA et al. (2001) em um solo de textura média argiloso (LAd) com doses de 20, 40 e 60  $\text{Mg ha}^{-1}$  de composto de lixo, verificaram que as quantidades percoladas de  $\text{NO}_3^-$ , nas camadas de solo de 30, 60 e 90 cm, para todos os tratamentos, mostraram que as maiores perdas ocorreram aos 39 e 94 dias após a incorporação do composto de lixo, chegando a representar em algumas situações, mais de 70% dos totais percolados.

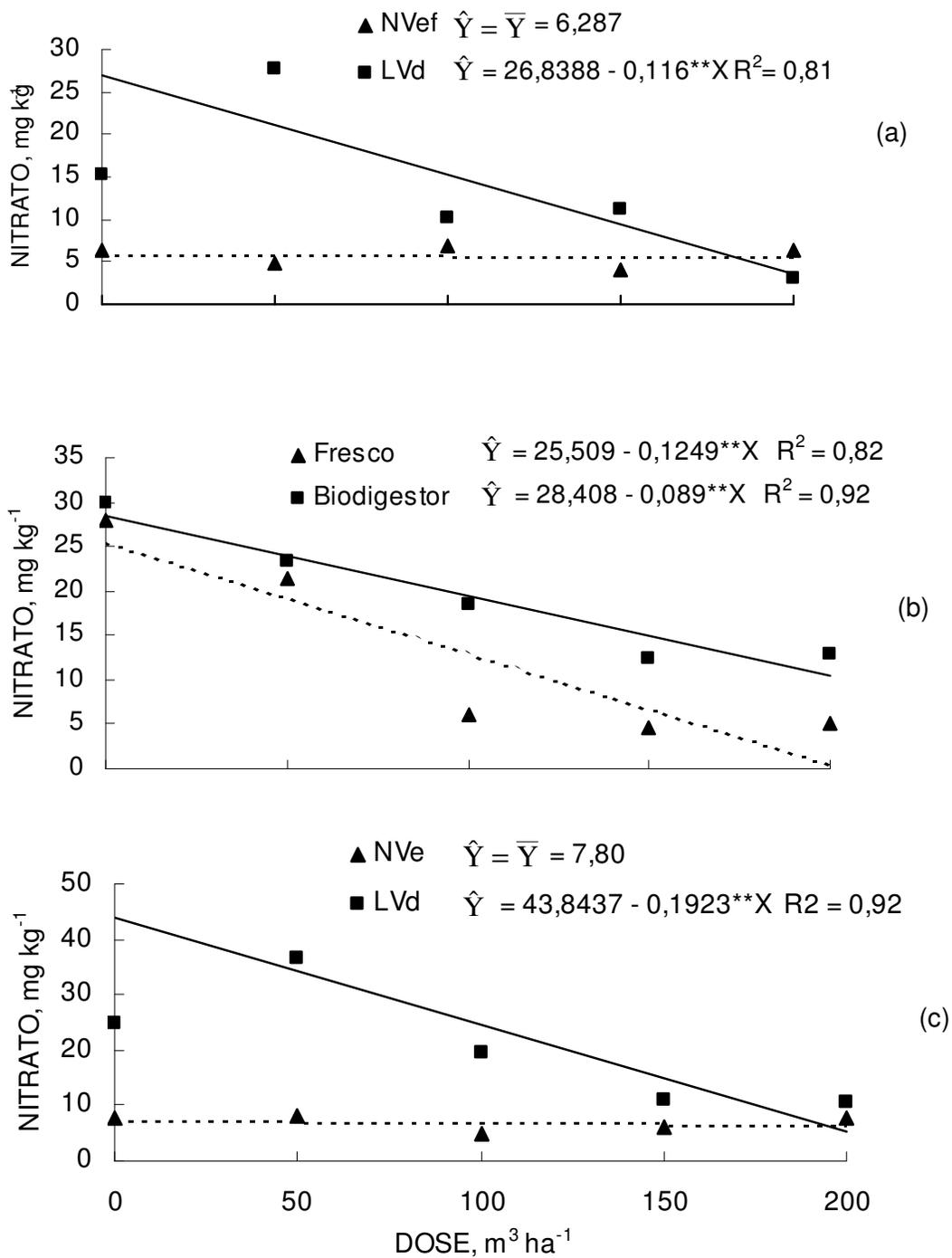


Figura 5. Concentração de nitrato nas profundidades de 40 cm (a) e de 60 cm em função da aplicação dos dejetos (b) e dos solos argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) (c).

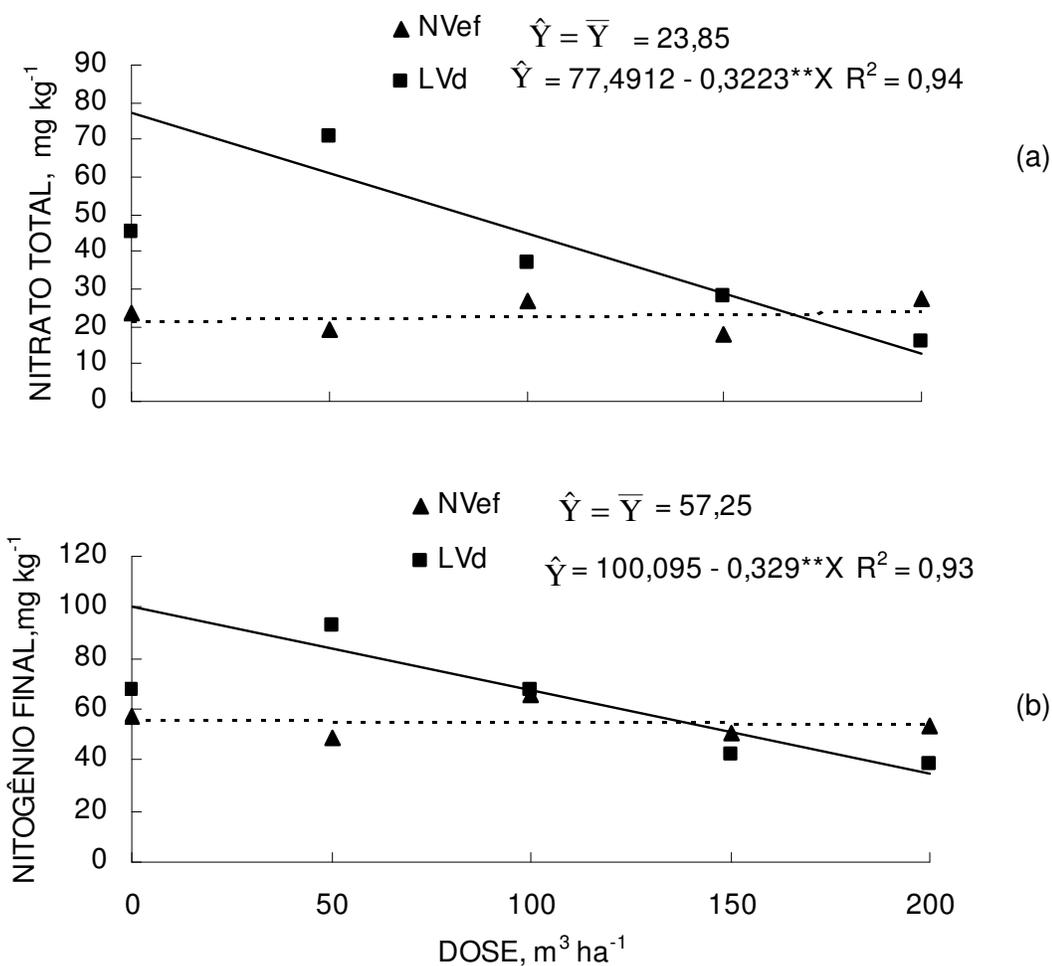


Figura 6. Concentração de nitrato total na profundidade de 0 - 60 cm (a) e de nitrogênio total (nitrato + amônio) (b) em função da aplicação dos dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd) (c).

ANJOS & MATTIAZZO (2000) trabalhando com biossólido de tratamento de esgoto com repetidas aplicações em solo arenoso (LAd) e solo argiloso (LVd) quantificou a lixiviação de nitrato na água drenada dos vasos, atingindo valores de até 96 mg L<sup>-1</sup> com doses médias de 78 Mg ha<sup>-1</sup>, demonstrando o poder de acumulação do nitrato em camadas subsuperficiais.

Quadro 13. Concentração de  $\text{NO}_3^-$  no lixiviado após o primeiro (a) e o segundo ciclo vegetativo de capim mombaça em função da aplicação dos dejetos em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd)

1° Ciclo				
Dose	Dejeto Fresco		Efluente do Biodigestor	
	LVd	NVef	LVd	NVef
--- m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ---	----- mg L <sup>-1</sup> -----			
0	74,8	-	77,3	23,1
50	89,6	-	86,8	20,1
100	86,6	-	77,8	-
150	59,8	-	64,7	11,0
200	72,3	3,2	111,5	-
2° Ciclo				
0	12,8	1,22	47,7	0,92
50	67,9	1,40	53,1	-
100	-	0,70	61,5	-
150	-	1,05	-	94,6
200	-	0,87	42,1	47,3

Os resultados demonstram que pela incorporação dos dejetos suínos nos solos, além do maior aproveitamento de nutrientes pelas plantas, promovem a possibilidade de maiores perdas por lixiviação, favorecidas em solos de textura arenosa com baixos teores de matéria orgânica, CTC, e aplicação de calagem. Para os solos de textura argilosa com bons teores de matéria orgânica, pH e a incorporação dos dejetos suínos pode ocasionar a lixiviação, em condições favoráveis de temperatura e umidade.

A influência dos teores de matéria orgânica do solo nas quantidades de  $\text{NO}_3^-$  lixiviadas em soluções eluídas, foi constatado por SEIDEL (2005) em solo argiloso

(LVef) tratado com dejetos de suínos. As maiores perdas de nitrato lixiviado ocorreram nas primeiras extrações, com exceção no maior teor de matéria orgânica (34,09), e com valores de pH 6,0 e 7,0.

As repetidas aplicações dos dejetos devem consistir em um monitoramento das concentrações de nitrato nos solos para um controle de perdas de nutrientes e riscos de contaminação de lençóis freáticos e cursos d'água.

## CONCLUSÕES

## **ANEXOS**

Quadro 14. Percentual do conteúdo de  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  lixiviado em função da quantidade de  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$  no dejetto fresco e efluente do biodigestor aplicados, após o primeiro e o segundo ciclo vegetativo de capim mombaça em solo argiloso (NVdf) e arenoso (LVd)

1° Ciclo				
Dose	Dejeto Fresco		Efluente do Biodigestor	
	LVd	NVef	LVd	NVef
--- m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ---	----- % -----			
0	-	-	-	-
50	143,96	-	130,2	54,09
100	51,52	-	56,44	-
150	62,22	-	17,29	15,08
200	24,45	0,74	21,50	-
2° Ciclo				
0	-	-	-	-
50	31,07	0,71	14,31	-
100	-	1,40	40,93	-
150	-	0,34	-	1,82
200	-	0,91	7,25	0,60



Figura 7. Ilustração da produção da biomassa da parte aérea no primeiro ciclo vegetativo do capim mombaça com a aplicação do dejetto fresco e efluente do biodigestor no solo arenoso (LVd).



Figura 8. Ilustração da produção da biomassa da parte aérea no primeiro ciclo vegetativo do capim mombaça com a aplicação do dejetos fresco e efluente do biodigestor no solo argiloso (NVef).

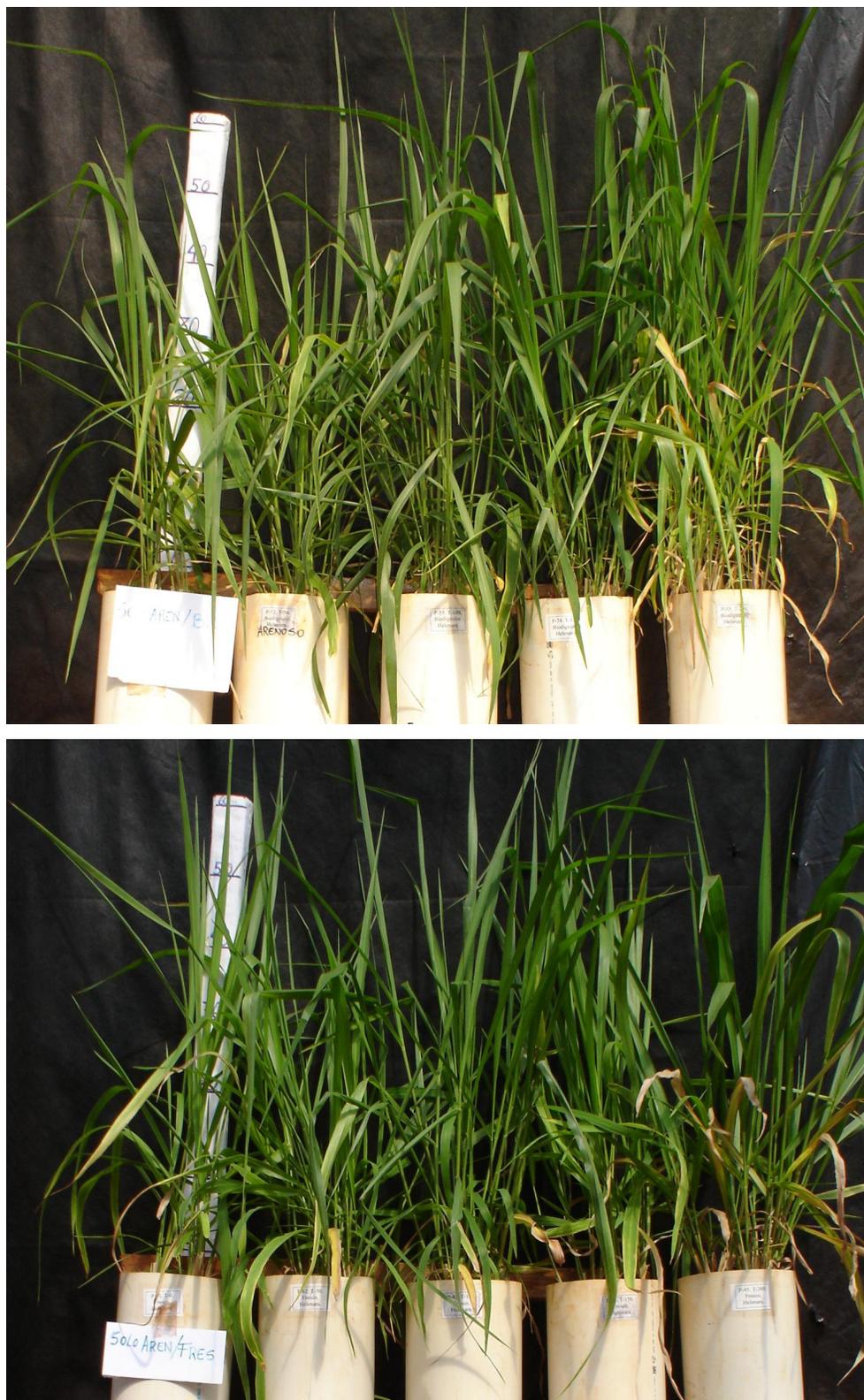


Figura 9. Ilustração da produção da biomassa da parte aérea no segundo ciclo vegetativo do capim mombaça com a aplicação do dejetos fresco e efluente do biodigestor no solo arenoso (LVd).



Figura 10. Ilustração da produção da biomassa da parte aérea no segundo ciclo vegetativo do capim mombaça com a aplicação do dejetos fresco e efluente do biodigestor no solo argiloso (NVef).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)