

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FABIANA DE MEDEIROS SILVEIRA



PERDA DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES COM APLICAÇÃO DE DEJETO  
LÍQUIDO BOVINO EM LATOSSOLO FRANCO ARGILO ARENOSO SOB PLANTIO  
DIRETO E CHUVA NATURAL

CURITIBA

2009

FABIANA DE MEDEIROS SILVEIRA

PERDA DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES COM APLICAÇÃO DE DEJETO  
LÍQUIDO BOVINO EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO  
SOB PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de concentração Pedologia e Manejo do Solo, na linha de pesquisa Física, Manejo e Qualidade do Solo e da Água, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr. Nerilde Favaretto  
Co-orientador: Prof. Dr. Jeferson Dieckow

CURITIBA

2009

Silveira, Fabiana de Medeiros

Perda de solo, água e nutrientes com aplicação de dejetos líquido bovino em Latossolo franco argiloso arenoso sob plantio direto e chuva natural /. — Curitiba, 2009.

89 f.

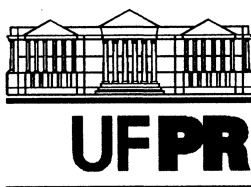
Orientadora: Nerilde Favaretto.

Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Bovino - Esterco. 2. Resíduos de animais. 3. Água – Qualidade.
4. Erosão hídrica. I. Título.

CDU 636.004.8

CDD 631.861



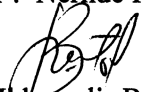
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)  
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648  
Página: [www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/](http://www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/)  
E-mail: [pgcsolo@ufpr.br](mailto:pgcsolo@ufpr.br)

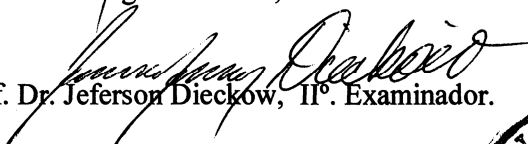
## P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **FABIANA DE MEDEIROS SILVEIRA**, sob o título: "**Perda de solo, água e nutrientes com aplicação de dejetos líquido bovino em Latossolo franco argilo arenoso sob plantio direto e chuva natural**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Pedologia e Manejo do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüida a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Pedologia e Manejo do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 09 de fevereiro de 2009.

  
Prof. Dr. Nerilde Favaretto, Presidente.

  
Prof. Dr. Ildegardis Bertol, Iº. Examinador.

  
Prof. Dr. Jeferson Dieckow, IIº. Examinador.



A Eliseu, meu marido, pelo amor, companhia, conselhos, e o apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

A Bernardo, meu filho, pelo carinho, amor e compreensão.

Aos meus pais Maria José e Luiz Hélio pela educação, amor, força e palavras de incentivo nos momentos difíceis.

As minhas irmãs Cristina e Natália, pelo carinho, amizade e apoio em todos os instantes da minha vida.

Aos meus familiares por torcerem pelo meu sucesso profissional.

Aos meus amigos por acreditarem em nossa amizade, companheirismo em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelas pessoas que colocou em meu caminho e que compartilharam momentos que jamais esquecerei.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realização deste curso.

A professora Dr<sup>a</sup>. Nerilde Favaretto, pela acolhida, orientação, companheirismo, compreensão, e por compartilhar seus conhecimentos que muito contribuíram na minha formação crítica e na realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Jeferson Dieckow pela co-orientação, incentivo e colaboração não só neste trabalho como também no meu crescimento pessoal.

A Fundação ABC pela parceria estabelecida o que viabilizou a realização deste trabalho, especialmente aos pesquisadores Dr. Volnei Pauletti e Rodrigo Yoiti e ao Técnico Agrícola Costa.

Ao Eng<sup>o</sup> Agrônomo M. Sc. Helio Mori, pela instalação do experimento e pelas palavras de incentivo.

A Lucio Lourençatto, Wesley Leandro e Éderson Francisquini pela ajuda na condução do experimento a campo e nas análises laboratoriais.

Ao Dr. Edílson Batista de Oliveira pesquisador da Embrapa Florestas pelas orientações para o desenvolvimento das análises estatísticas e a Eder Davi Borges da Silva pelo auxílio na execução das análises estatísticas.

Aos colegas da Pós-Graduação pelo convívio e parcerias nos estudos e diversos trabalhos acadêmicos.

Aos Funcionários dos laboratórios de física do solo, biogeoquímica, fertilidade do solo e mineralogia do solo pelo auxílio nas análises.

Ao Gerson, secretário do Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, por todos os esclarecimentos e auxílio prestados.

A CAPES pela concessão da bolsa.

E por fim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

A vida é o campo experimental onde têm lugar às lutas e onde cada um vence ou é derrotado, mas é também, o cenário onde o espírito se tempera verdadeiramente e aonde, pouco a pouco, com vontade e entusiasmos grandes, vai se lavrando um novo e elevado destino.

Carlos Bernardo Gonzáles Pecotche.

## RESUMO

A bovinocultura leiteira é muito expressiva na região dos Campos Gerais no estado do Paraná, sendo o uso no solo uma das alternativas de disposição dos dejetos de animais. No entanto, o uso indiscriminado deste material pode afetar a qualidade da água. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar as perdas de solo, água e nutrientes, através do escoamento superficial em sistema de plantio direto, sob chuva natural, em Latossolo Vermelho Amarelo com textura franco argilo arenosa e 13% de declive, submetido a diferentes doses de dejetos líquidos bovinos (0, 60, 120, 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). O experimento foi conduzido na área experimental da Fundação ABC, Ponta Grossa, Paraná, no período de novembro de 2005 a maio de 2008 em parcelas experimentais de 29,75 m<sup>2</sup>. A área experimental vinha sendo manejada sob plantio direto há mais de 12 anos, no sistema de rotação com as culturas soja, aveia preta, milho e trigo com adubação mineral. O escoamento superficial foi coletado em galões de 60 litros após chuvas com geração de escoamento em pelo menos uma parcela, sendo assim determinada a perda de água. A perda de solo foi determinada a partir da secagem em estufa de uma alíquota do escoamento superficial. Os nutrientes solúveis foram determinados em amostra filtrada com uma membrana de éster de 0,45 µm e os nutrientes totais determinados em amostras não filtradas. A aplicação em doses crescentes de dejetos líquidos bovinos reduziu as perdas de solo e água bem como a concentração média ponderada e perda de carbono orgânico, fósforo solúvel, total e particulado, nitrato, amônio, nitrogênio total e particulado. De acordo com os resultados, 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de dejetos líquidos representa a melhor dose considerando o período de aplicação de dois anos em solo de textura franco argilo-arenosa com 13% de declividade, baixa precipitação pluviométrica e no mínimo 10 dias de intervalo entre a aplicação do dejetos e a ocorrência de chuva com coleta do escoamento superficial. As concentrações de nitrato no escoamento superficial foram muito baixas, no entanto, cabe ressaltar que não se avaliou a lixiviação, principal via de perda deste elemento, especialmente em solos de textura arenosa. As menores concentrações de fósforo em todas as formas foram encontradas nas maiores doses, no entanto, estão acima do limite associado com eutrofização, indicando a necessidade, inclusive no sistema plantio direto, de práticas conservacionistas que reduzam o escoamento superficial e evitem a entrada deste nos corpos d'água.

Palavras chaves: Erosão hídrica. Adubação orgânica. Qualidade de água. Eutrofização. Fósforo. Nitrogênio.

## ABSTRACT

The milk dairy cattle production is very expressive in the region of Campos Gerais of the Paraná state, and the application in soils se is an alternative to a final disposal of the animal residues. However, the indiscriminate use of this material can affect the water quality. The objective of this study was to evaluate the losses of soil, water and nutrients through runoff in no-tillage system, under natural rainfall in a sandy clay loam Oxisol with 13% slope with different doses of cattle slurry (0, 60, 120, 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). The experiment was carried out in the experimental area of ABC Institute, Ponta Grossa, Paraná, from November 2005 to May 2008 in experimental plots of 29.75 m<sup>2</sup>. The experimental area was being managed under no-till for over 12 years in crop rotation system with soybeans, oats, corn and wheat and mineral fertilization. The runoff was collected in gallons of 60 liters after rainfall events with runoff in at least one plot, and the water loss was determined. The f soil loss was determined from drying an aliquot of the runoff. The soluble nutrients were determined in samples filtered with a membrane of 0.45 µm and the total nutrients in samples not filtered. The application of cattle slurry decreased the soil and water losses as well as the weighted average concentration and losses of organic carbon, soluble, total and particulate phosphorus, nitrate, ammonium and total nitrogen. According to the data, 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> of cattle slurry is the best dose considering the two years of application in sandy clay loam soil with 13% slope, low rainfall and at least 10 days between the manure application and rainfall event. The runoff nitrate concentrations were very low, however, it is important to point out that the nitrate leaching was not analyzed, and leaching is the main way to the nitrate loss, especially in sandy soil. The lowest concentrations of phosphorus were found in the highest dose, however, they are above of the limit associated with eutrophication, indicating, even in no-till, the need for conservation practices to reduce and avoid the runoff to reach the water bodies.

Key words: Water erosion. Organic fertilization. Water quality. Eutrophication. Phosphorus. Nitrogen.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 - VISTA DAS PARCELAS E ARRANJO DOS BLOCOS NA ÁREA EXPERIMENTAL EM PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                                                                                                                         | 20 |
| FIGURA 2 - ANIMAIS EM CONFINAMENTO NA PROPRIEDADE PRODUTORA DE GADO LEITEIRO EM PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                                                                                                                    | 20 |
| FIGURA 3 - PERDA DE SOLO TOTAL NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                         | 24 |
| FIGURA 4 - PERDA DE SOLO TOTAL NAS DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS: VERÃO 06/07 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....                                                                      | 25 |
| FIGURA 5 - PERDA DE ÁGUA TOTAL NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                         | 26 |
| FIGURA 6 - PERDA DE ÁGUA TOTAL NAS DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS: VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b) EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA .....                                                                            | 28 |
| FIGURA 7 - PERDA ACUMULADA DE ÁGUA NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (A), VERÃO 06/07 (B), INVERNO 07 (C) E VERÃO 07/08 (D), PONTA GROSSA, PR....                                                                                                  | 29 |
| FIGURA 8 - PERDA ACUMULADA DE SOLO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (A), VERÃO 06/07 (B), INVERNO 07 (C) E VERÃO 07/08 (D), PONTA GROSSA, PR....                                                                                                  | 29 |
| FIGURA 9 - CONCENTRAÇÃO (a) E PERDA DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL (b) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                              | 30 |
| FIGURA 10 - PERDA DE CARBONO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS: VERÃO 06 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....                                                                                | 32 |
| FIGURA 11 - PERDA ACUMULADA DE CARBONO ORGÂNICO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (A), VERÃO 06/07 (B), INVERNO 07 (C) E VERÃO 07/08 (D), PONTA GROSSA, PR .....                                                                                   | 33 |
| FIGURA 12 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE FÓSFORO TOTAL, SOLÚVEL E PARTICULADO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E SOB CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR..... | 43 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 13 - VIZUALIZAÇÃO DE GALERIAS (A) PROMOVIDAS POR CORÓS, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA, COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                                                  | 45 |
| FIGURA 14 - PERDA DE FÓSFORO TOTAL, SOLÚVEL E PARTICULADO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....                                                                                                   | 47 |
| FIGURA 15 - PERDA ACUMULADA DE FÓSFORO TOTAL NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (A), VERÃO 06/07 (B), INVERNO 07 (C) E VERÃO 07/08 (D), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....       | 49 |
| FIGURA 16 - PERDA ACUMULADA DE FÓSFORO SOLÚVEL NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....     | 49 |
| FIGURA 17 - PERDA ACUMULADA DE FÓSFORO PARTICULADO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR..... | 50 |
| FIGURA 18 - PERDA DE FÓSFORO SOLÚVEL NAS DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS, VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO FRANCO ARGILLO ARENOSA, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                          | 51 |
| FIGURA 19 - PERDA DE FÓSFORO TOTAL NAS DUAS SAFRAS ESTUDADAS, VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                 | 52 |
| FIGURA 20 - PERDA DE FÓSFORO PATICULADO NAS DUAS SAFRAS ESTUDADAS: VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR. ....                                                                                                                           | 53 |
| FIGURA 21 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE NITROGÊNIO TOTAL ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR. ....                                                                                             | 62 |
| FIGURA 22 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE NITRATO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....                                                                                                      | 63 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 23 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE AMÔNIO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                     | 63 |
| FIGURA 24 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE NITROGÊNIO PARTICULADO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                     | 64 |
| FIGURA 25 – PERDA DE NITROGÊNIO TOTAL ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                     | 67 |
| FIGURA 26 – PERDA DE AMÔNIO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                               | 68 |
| FIGURA 27 – PERDA DE NITRATO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                                                                              | 68 |
| FIGURA 28 – PERDA DE NITROGÊNIO PARTICULADO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR. ....                                                                                                                              | 69 |
| FIGURA 29 - PERDA ACUMULADA DE NITROGÊNIO TOTAL, NITRATO, NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....      | 70 |
| FIGURA 30 - PERDA ACUMULADA DE AMÔNIO E NITROGÊNIO PARTICULADO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR..... | 71 |
| FIGURA 31 - PERDA DE NITRATO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR. ....                                                                                                                                                | 72 |
| FIGURA 32 - PERDA DE NITROGÊNIO TOTAL NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR. ....                                                                                                                                       | 73 |

FIGURA 33 - PERDA DE AMÔNIO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....74

FIGURA 34 - PERDA DE NITROGÊNIO PARICULADO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....75

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 - GRANULOMETRIA, DIÂMETRO MÉDIO PONDERADO DOS AGREGADOS (DMP), DENSIDADE DO SOLO (DS), POROSIDADE TOTAL, MACROPOROSIDADE, MICROPOROSIDADE E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (CH) DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL..... | 19 |
| TABELA 2 - PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....                                                                                                                                                     | 19 |
| TABELA 3 - MATÉRIA SECA E TEOR DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DOS DEJETOS APLICADOS NAS SAFRAS AGRÍCOLAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL, NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR.....                   | 21 |
| TABELA 4 - SAFRAS AGRÍCOLAS, CULTURAS, CULTIVARES, DATA DE SEMEADURA E QUANTIDADE APLICADA DE N, P E K NA ADUBAÇÃO MINERAL NA ÁREA EXPERIMENTAL NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR..... | 22 |
| TABELA 5 - QUANTIDADE APLICADA DE N, P e K ATRAVÉS DO DEJETO LÍQUIDO BOVINO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS DURANTE O PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR .....                                        | 22 |
| TABELA 6 - PRECIPITAÇÕES MENSAIS E ANUAIS OCORRIDAS NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR.....                                                                                             | 23 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                                                                                          | <b>15</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                                             | <b>16</b> |
| <b>CAPÍTULO 2 - APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB CHUVA NATURAL: PERDA DE SOLO, ÁGUA E CARBONO ORGÂNICO .....</b> | <b>17</b> |
| 2.1 INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                | 17        |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                        | 18        |
| 2.2.1 Caracterização da área .....                                                                                                                  | 18        |
| 2.2.2 Construção da parcela .....                                                                                                                   | 19        |
| 2.2.3 Tratamentos .....                                                                                                                             | 20        |
| 2.2.4 Coleta e análise do escoamento superficial .....                                                                                              | 22        |
| 2.2.5 Análise estatística.....                                                                                                                      | 24        |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                     | 24        |
| 2.4 CONCLUSÃO.....                                                                                                                                  | 34        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                                             | <b>35</b> |
| <b>CAPÍTULO 3 - APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB CHUVA NATURAL: PERDA DE FÓSFORO .....</b>                       | <b>38</b> |
| 3.1 INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                | 38        |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                        | 40        |
| 3.2.1 Coleta e análise da água do escoamento superficial .....                                                                                      | 40        |
| 3.2.2 Análise estatística.....                                                                                                                      | 42        |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                     | 42        |
| 3.4 CONCLUSÃO.....                                                                                                                                  | 54        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                                             | <b>55</b> |
| <b>CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB CHUVA NATURAL: PERDA DE NITROGÊNIO .....</b>                    | <b>58</b> |
| 4.1 INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                | 58        |
| 4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                        | 59        |
| 4.2.1 Análises da água do escoamento superficial .....                                                                                              | 60        |
| 4.2.2 Análise estatística.....                                                                                                                      | 61        |
| 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                     | 62        |
| 4.4 CONCLUSÃO.....                                                                                                                                  | 76        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                                             | <b>77</b> |
| <b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO GERAL .....</b>                                                                                                           | <b>79</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                                                                                                 | <b>80</b> |

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL**

A atividade leiteira é considerada uma das mais importantes do complexo agroindustrial do Brasil, possuindo o segundo maior rebanho do mundo. Nacionalmente o Paraná se destaca nesta atividade sendo a microrregião de Ponta Grossa a responsável por mais da metade da produção leiteira do estado (KOEHLER, 2000).

O uso do dejetos bovino na agricultura é uma prática rotineira nas propriedades com bovinocultura de leite, e às vezes é a única fonte de nutrientes para as culturas, sendo, portanto uma solução para o problema de custos com adubos, aumentando assim o lucro das propriedades. No entanto, o uso excessivo e constante na mesma área é preocupante, uma vez que pode levar à contaminação das águas superficiais e subsuperficiais por nutrientes como fósforo e nitrogênio, metais pesados, matéria orgânica e organismos patogênicos.

Em sistema de confinamento os dejetos são compostos por fezes, urina, restos de ração e água de bebedouros e de higienização e a composição deste material dependerá de uma série de fatores, entre eles idade dos animais, tipo de alimentação e sistema de manejo, dificultando uma recomendação padronizada (KIRCHMANN, 1994).

Os dejetos de animais possuem nutrientes solúveis, os quais são prontamente disponíveis, ou na forma orgânica, que precisam passar pelo processo de mineralização para serem absorvidos pelas plantas e a perda desses nutrientes aplicados ao solo depende, entre outros fatores, do escoamento superficial.

Os nutrientes nitrogênio e fósforo são essenciais para a produção agrícola, mas ao mesmo tempo, altas concentrações na água são prejudiciais ao meio ambiente, à saúde humana e animal. Nas águas, o nitrogênio está representado pelas formas solúveis e prontamente biodisponíveis como nitrato e amônio, mas também pode estar ligado as partículas sólidas do solo na forma de nitrogênio particulado, estando assim, disponível para a vida aquática a longo prazo. A lixiviação do nitrato é um fato preocupante uma vez que este pode chegar até os lençóis freáticos e causar a contaminação das águas subsuperficiais.

Quanto ao fósforo o transporte do solo para a água ocorre principalmente via escoamento superficial na forma solúvel, ou seja, prontamente biodisponível, ou ainda como fósforo particulado, que se encontra ligado às partículas do solo e que estará disponível a longo prazo.

Os efeitos positivos da aplicação de dejetos animais no solo são muitos, porém atenção deve ser dada a esta prática uma vez que este material possui um alto potencial poluidor, se utilizado de maneira irregular.

Neste sentido o objetivo geral deste trabalho foi avaliar as implicações da aplicação do dejetos líquido bovino sobre a perda de solo, água e nutrientes através do escoamento superficial, em solo franco argilo arenoso com 13% de declive manejado sob plantio direto em condições de chuva natural. Os objetivos específicos foram: (a), avaliar o efeito do dejetos na perda de água e solo através do escoamento superficial; b) verificar a influencia do dejetos na concentração e perda via escoamento superficial do nitrato, amônio, nitrogênio particulado e nitrogênio total, fósforo solúvel, fósforo total e fósforo particulado e ainda do carbono orgânico total; c) avaliar separadamente nas safras de inverno e verão o efeito do dejetos nas perdas de solo, água e nutrientes.

Esta dissertação será dividida por capítulos, o primeiro e o quinto referem-se a introdução geral e a conclusão geral, respectivamente, e o segundo, terceiro e quarto são apresentados na forma de artigo científico compostos por introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão e referencias. O segundo capítulo contemplará as perdas de solo, água e carbono orgânico total. No terceiro serão abordadas as concentrações e as perdas de fósforo total, solúvel e particulado e no quarto capítulo o nitrogênio será avaliado quanto às perdas e concentrações de nitrato, amônio, nitrogênio total e nitrogênio particulado.

## REFERÊNCIAS

KOEHLER, J. C. **Caracterização da bovinocultura de leite no estado do Paraná**. Curitiba: SEAB/DERAL, 2000.

KIRCHMANN, H. Animal and municipal organic wastes and water quality, In: R. LAL & B. A. STEWART (Eds.) **Soil processes and water quality**. CRC Press, Boca Raton, FL., p.163-222, 1994.

## **CAPÍTULO 2 - APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB CHUVA NATURAL: PERDA DE SOLO, ÁGUA E CARBONO ORGÂNICO.**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

O processo erosivo do solo, entre outros ocasiona a redução da produtividade agrícola e a contaminação dos recursos hídricos em função da perda da camada superficial do solo, a qual é rica em matéria orgânica e nutriente (HUDSON, 1995; CARVALHO *et al.*, 2002; SCHAEFER *et al.*, 2002).

O sistema de plantio direto é muito eficiente na redução das perdas de solo, no entanto, em relação às perdas de água, os solos apresentam uma capacidade máxima de infiltração, e, portanto após este limite, o escoamento irá ocorrer independente do tipo de manejo existente na área (COGO; FOSTER; MOLDENHAUER, 1996; BERTOL; COGO; LEVIEN, 1997; MELLO *et al.*, 2003).

A matéria orgânica do solo possui uma composição complexa, constituída por diferentes compostos oriundos de processos naturais de degradação e síntese (SILVA; CAMARGO; CERETTA, 2004). Do solo para a água é transportada através do processo de escoamento superficial juntamente com os sedimentos mais finos (BERTOL, 2007). Além da matéria orgânica do solo, o escoamento superficial pode transportar partículas orgânicas provindas da aplicação de resíduos orgânicos no solo como dejetos bovinos, as quais possuem grande potencial de poluição das águas superficiais pelo aumento da demanda química de oxigênio, bem como pela contaminação tanto biológica como de nutrientes (SCHERER; AITA, 1996).

A região dos Campos Gerais no estado do Paraná é uma grande produtora de leite em sistema confinado, e por este motivo o dejetos líquido bovino vem sendo utilizado na produção agrícola com aplicação superficial, por ser esta uma região com predomínio do sistema plantio direto. A dose frequentemente utilizada pelos produtores é de  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

A aplicação de dejetos animais pode melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e conseqüentemente, melhorar a produtividade das

culturas. Com relação à qualidade física, o material orgânico pode aprimorar a estrutura do solo e conseqüentemente promover uma melhor infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial. (MELLEK *et al.*, 2009; ASSMANN *et al.*, 2006; WHALEN; HU; LIU, 2003; GILLEY; EGHBALL; MARX, 2007). Alguns autores também apresentam como efeito positivo a proteção física do dejetos quando aplicado na superfície do solo, promovendo à redução do impacto da gota da chuva e conseqüentemente a perda de solo, porém não refletindo positivamente na perda de água (MCDOWEL; SHARPLEY, 2003; RAMOS; QUINTON; TYRREL, 2006). Por outro lado, experimentos de curta duração têm demonstrado uma maior perda de solo e água com aplicação de dejetos líquido, principalmente com chuvas logo após a aplicação (MORI *et al.*, 2009; BERTOL *et al.*, 2007; PELES, 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das doses de dejetos líquido bovino aplicado em superfície sobre a perda de solo, água e carbono orgânico por meio do escoamento superficial em sistema de plantio direto, sob chuva natural, em Latossolo de textura franco argilo arenoso, na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná. A partir destes resultados espera-se definir a dose adequada, nesta condição experimental, que proporcione melhorias físicas, químicas e biológicas do solo reduzindo a perda de solo e água, evitando assim a contaminação das águas via escoamento superficial.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Caracterização da área

O experimento foi conduzido na estação experimental da Fundação ABC, localizada em Ponta Grossa, PR, desde novembro de 2005 sobre um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico (EMBRAPA/FUNDAÇÃO ABC, 2001), de textura franca argilo arenoso na camada de 0-20 cm (MORI, *et al.* 2009).

As coordenadas geográficas da área são de 25°13'S e 50°01'W, na altitude de 880 metros. O clima da região é o subtropical úmido, do tipo Cfb e a precipitação média anual é de 1554 mm (CAVIGLIONE *et al.*, 2002).

A área experimental, com 13% de declividade, vinha sendo manejada sob

plantio direto há mais de 12 anos, sobre um sistema de rotação que incluiu as culturas soja, aveia preta, milho e trigo, com adubação mineral.

A caracterização dos atributos físicos e químicos do solo na área experimental foi realizada em novembro de 2005 e a descrição detalhada dos procedimentos metodológicos encontra-se na dissertação de MORI (2008). Os resultados da caracterização física e química da área experimental encontram-se nas TABELAS 1 e 2.

TABELA 1 - GRANULOMETRIA, DIÂMETRO MÉDIO PONDERADO DOS AGREGADOS (DMP), DENSIDADE DO SOLO (DS), POROSIDADE TOTAL, MACROPOROSIDADE, MICROPOROSIDADE E CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (CH) DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.

| Profundidade<br>(cm) | Granulometria (g kg <sup>-1</sup> ) |       |            |              | DMP<br>(mm) | DS<br>(g cm <sup>-3</sup> ) | Porosidade (%)     |                    |                    | CH<br>(cm h <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|-------------------------------------|-------|------------|--------------|-------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
|                      | Argila                              | Silte | Areia Fina | Areia grossa |             |                             | Micro              | Macro              | Total              |                             |
| 0,0-2,5              | 250,00                              | 38,00 | 338,00     | 374,00       | 1,71        | 1,30 <sup>1</sup>           | 32,00 <sup>1</sup> | 17,00 <sup>1</sup> | 49,00 <sup>1</sup> | 8,20 <sup>1</sup>           |
| 2,5-5,0              | 213,00                              | 39,00 | 366,00     | 383,00       | 1,79        |                             |                    |                    |                    |                             |
| 5,0-10,0             | 225,00                              | 38,00 | 364,00     | 373,00       | 1,64        | 1,52                        | 28,90              | 13,20              | 42,10              | 4,68                        |
| 10,0-20,0            | 225,00                              | 17,00 | 439,00     | 320,00       | 0,96        | 1,55                        | 25,90              | 14,90              | 40,90              | 2,97                        |
| 20,0-30,0            | 213,00                              | 64,00 | 358,00     | 367,00       | 0,64        | 1,51                        | 25,40              | 16,90              | 42,40              | 3,07                        |

<sup>1</sup> Dados referentes a profundidade de 0 a 5cm

FONTE: MORI (2008)

TABELA 2 - PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.

| Profundidade<br>(cm) | pH CaCl <sub>2</sub> | Al                                | H+Al | Ca   | Mg   | K    | P Mehlich I                    | N-NH <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> | Carbono            |
|----------------------|----------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                      |                      | .....cmolc dm <sup>-3</sup> ..... |      |      |      |      | .....mg dm <sup>-3</sup> ..... |                   |                   | g dm <sup>-3</sup> |
| 0-2,5                | 5,70                 | 0,00                              | 3,00 | 4,50 | 1,40 | 0,33 | 18,30                          | 10,30             | 25,10             | 22,00              |
| 2,5-5                | 5,30                 | 0,00                              | 3,40 | 4,10 | 0,90 | 0,27 | 27,80                          | 9,80              | 30,20             | 18,40              |
| 5-10                 | 4,90                 | 0,00                              | 4,00 | 3,70 | 0,60 | 0,13 | 23,60                          | 10,60             | 10,50             | 12,40              |
| 10-20                | 4,90                 | 0,00                              | 3,40 | 3,40 | 0,50 | 0,13 | 14,70                          | 18,40             | 15,00             | 10,00              |

FONTE: MORI (2008)

## 2.2.2 Construção da parcela

As 16 unidades experimentais dispostas em blocos ao acaso possuíam 9,0 m de comprimento por 3,5 m de largura. As mesmas foram delimitadas por chapas de metal de 10 cm de altura com 5 cm enterrado no solo. As parcelas foram alocadas no sentido do declive sendo a extremidade inferior, o último um metro construído em “V”, onde o escoamento foi canalizado com um tubo de PVC de 75 mm de diâmetro

para um galão de 60 litros (FIGURA 1). A área de cada parcela foi de 29,75 m<sup>2</sup> e as chapas foram retiradas e recolocadas em cada operação de colheita e semeadura.

### 2.2.3 Tratamentos

Utilizaram-se quatro doses de dejetos líquido bovino (0, 60, 120, e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), distribuídas em quatro blocos ao acaso, sendo metade das doses aplicadas no verão e outra metade no inverno.

A procedência do dejetos foi de uma propriedade produtora de gado leiteiro com sistema de confinamento (FIGURA 2), localizada próxima da Fundação ABC, sendo o dejetos coletado diretamente da esterqueira.



FIGURA 1 - VISTA DAS PARCELAS E ARRANJO DOS BLOCOS NA ÁREA EXPERIMENTAL EM PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)



FIGURA 2 - ANIMAIS EM CONFINAMENTO NA PROPRIEDADE PRODUTORA DE GADO LEITEIRO EM PONTA GROSSA, PR.

FONTE: MORI (2007)

O dejetos bovino foi aplicado na superfície do solo com regadores manuais, nas entrelinhas das culturas, sem a incorporação do material. A aplicação ocorreu após a semeadura de cada cultura sendo que, a partir da cultura do trigo a aplicação ocorreu após a emergência das plantas.

A composição dos dejetos aplicados nas cinco safras agrícolas durante todo o experimento encontra-se na TABELA 3. O dejetos líquido bovino foi analisado quanto ao teor de matéria seca e aos teores totais em base seca. O nitrogênio total determinou-se pelo método Dumas e P e K por digestão seca de acordo com (MARTINS; REISSMANN 2007).

As cultivares datas de semeadura e a quantidade aplicada de nitrogênio, fósforo e potássio na forma de adubo mineral durante o período experimental estão descritas na TABELA 4. A quantidade de nutrientes aplicada na forma orgânica durante o período do experimento, novembro de 2005 a maio de 2008, encontra-se na TABELA 5.

TABELA 3 - MATÉRIA SECA E TEOR DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DOS DEJETOS APLICADOS NAS SAFRAS AGRÍCOLAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL, NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008.

| Data de aplicação | Matéria Seca         | Nitrogênio           |                       | Fósforo              |                       | Potássio             |                       |
|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                   | (g L <sup>-1</sup> ) | (g L <sup>-1</sup> ) | (g kg <sup>-1</sup> ) | (g L <sup>-1</sup> ) | (g kg <sup>-1</sup> ) | (g L <sup>-1</sup> ) | (g kg <sup>-1</sup> ) |
| 07/12/2005        | 16,00                | 0,38                 | 24,00                 | 0,22                 | 14,00                 | 0,84                 | 52,00                 |
| 24/04/2006        | 86,40                | 2,12                 | 24,50                 | 0,84                 | 9,80                  | 1,66                 | 19,30                 |
| 22/09/2006        | 68,40                | 1,68                 | 24,70                 | 0,69                 | 10,20                 | 1,85                 | 27,07                 |
| 15/06/2007        | 110,20               | 2,30                 | 20,90                 | 0,63                 | 6,17                  | 1,87                 | 17,00                 |
| 27/11/2007        | 72,00                | 1,56                 | 21,80                 | 0,60                 | 8,34                  | 2,18                 | 30,40                 |

FONTE: O AUTOR (2008)

TABELA 4 – SAFRAS AGRÍCOLAS, CULTURAS, CULTIVARES, DATA DE SEMEADURA E QUANTIDADE APLICADA DE N, P E K NA ADUBAÇÃO MINERAL NA ÁREA EXPERIMENTAL NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR.

| Safra       | Cultura implantada | Cultivar | Semeadura  |              | N (kg ha <sup>-1</sup> )<br>plantio e<br>cobertura | P (kg ha <sup>-1</sup> ) | K (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--------------------|----------|------------|--------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Verão 05/06 | Soja               | CD 206   | 9/11/2005  | <sup>1</sup> | 0                                                  | 26                       | 46                       |
| Inverno 06  | Aveia preta        | IAPAR 61 | 26/4/2006  | <sup>2</sup> | 0                                                  | 0                        | 0                        |
| verão 06/07 | Milho              | AG 8021  | 21/9/2006  | <sup>3</sup> | 186                                                | 56                       | 0                        |
| Inverno 07  | Trigo              | CD 111   | 12/6/2007  | <sup>4</sup> | 36                                                 | 26                       | 46                       |
| verão 07/08 | Soja               | CD 206   | 31/10/2007 | <sup>5</sup> | 0                                                  | 26                       | 46                       |

<sup>1</sup> 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 00-20-30

<sup>2</sup> Sem adubação

<sup>3</sup> 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 12-32-00 + 200 kg de KCL + 300 kg de uréia

<sup>4</sup> 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10-20-20

<sup>5</sup> 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 00-20-20

FONTE: O AUTOR (2008).

TABELA 5 - QUANTIDADE DE N, P e K, APLICADO AO SOLO VIA DEJETO LÍQUIDO BOVINO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS DURANTE O PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR.

| Safra              | Data de aplicação | 30 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> |       |       | 60 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> |       |        | 90 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> |       |        |
|--------------------|-------------------|------------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------------|-------|--------|------------------------------------------------------|-------|--------|
|                    |                   | N <sup>1</sup>                                       | P     | K     | N                                                    | P     | K      | N                                                    | P     | K      |
| Verão 05/06        | 07/12/2005        | 11,40                                                | 6,60  | 25,20 | 22,80                                                | 13,20 | 50,40  | 34,20                                                | 19,80 | 75,60  |
| Inverno 06         | 24/04/2006        | 63,60                                                | 25,20 | 49,80 | 127,20                                               | 50,40 | 99,60  | 190,80                                               | 75,60 | 149,40 |
| Verão 06/07        | 22/09/2006        | 50,40                                                | 20,70 | 55,50 | 100,80                                               | 41,40 | 111,00 | 151,20                                               | 62,10 | 166,50 |
| Inverno 07         | 15/06/2007        | 69,00                                                | 18,90 | 56,10 | 138,00                                               | 37,80 | 112,20 | 207,00                                               | 56,70 | 168,30 |
| Verão 07/08        | 27/11/2007        | 46,80                                                | 18,00 | 65,40 | 93,60                                                | 36,00 | 130,80 | 140,40                                               | 54,00 | 196,20 |
| TOTAL <sup>1</sup> |                   | 241,2                                                | 89,4  | 252,0 | 482,4                                                | 178,8 | 504,0  | 723,6                                                | 268,2 | 756,0  |

<sup>1</sup> valores de nutrientes em kg ha<sup>-1</sup>

FONTE: O AUTOR (2008)

#### 2.2.4 Coleta e análise do escoamento superficial

Conforme descrito anteriormente o experimento foi instalado em novembro de 2005, porém devido às baixas precipitações, às coletas do escoamento ocorreram somente a partir de 18 de setembro de 2006 até 2 de maio de 2008. Neste período realizou-se 37 coletas, gerando um total de 291 amostras, sendo 20 coletas no verão 06/07, três no inverno 07 e 14 coletas no verão 07/08. As coletas foram efetuadas após cada chuva com escoamento superficial em no mínimo uma parcela. O intervalo entre a aplicação do dejetos líquido bovino e a primeira chuva foi de 10, 29 e 11 dias, respectivamente, para o verão 06/07; inverno 07 e verão 07/08.

No verão 05/06 e inverno 06 não ocorreram precipitações.

O volume do escoamento superficial foi coletado nos galões de 60 litros, sendo transferido para baldes e provetas graduadas, nas quais se determinou a perda de água. Após, parte do escoamento foi homogeneizado e transferido para garrafas plásticas de 300 mL, sendo congeladas até o momento de iniciar as análises químicas.

Após o descongelamento em temperatura ambiente, retirou-se uma alíquota de 30 mL e em 1 becker previamente pesado conduziu-se a secagem do mesmo em estufa a 105°C, para a determinação da perda do sedimento.

Para análise do carbono orgânico total utilizaram-se as amostras não filtradas, as quais foram submetidas ao método do refluxo aberto adaptado conforme Boyd e Tucker (1992) para determinação da demanda química de oxigênio com cálculo de equivalente em carbono.

Os dados pluviométricos foram coletados em uma estação meteorológica, situada a 500 m do experimento, na FUNDAÇÃO ABC, sendo os dados do volume de chuva mensal apresentados na TABELA 6.

TABELA 6 - PRECIPITAÇÕES MENSAIS E ANUAIS OCORRIDAS NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, PONTA GROSSA, PR.

| Meses       | Precipitações (mm) |      |      |      |
|-------------|--------------------|------|------|------|
|             | 2005               | 2006 | 2007 | 2008 |
| Janeiro     | -                  | 116  | 112  | 123  |
| Fevereiro   | -                  | 72   | 136  | 6    |
| Março       | -                  | 53   | 77   | 125  |
| Abril       | -                  | 194  | 35   | 199  |
| Maio        | -                  | 8    | 103  | 44   |
| Junho       | -                  | 1    | 5    | -    |
| Julho       | -                  | 45   | 132  | -    |
| Agosto      | -                  | 60   | 7    | -    |
| Setembro    | -                  | 205  | 16   | -    |
| Outubro     | -                  | 84   | 21   | -    |
| Novembro    | 69                 | 189  | 151  | -    |
| Dezembro    | 29                 | 91   | 210  | -    |
| Total anual | 98                 | 1116 | 1004 | 497  |

(-) Dados não coletados

FONTE: O AUTOR (2008)

### 2.2.5 Análise estatística

Para avaliar o efeito das doses de dejetos líquido bovino na quantidade perdida e concentração média ponderada de solo, água e carbono orgânico ajustaram-se modelos de regressão polinomial quadrática utilizando o programa SIGMA PLOT 10.0<sup>®</sup>.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As perdas de solo (FIGURA 3) reduziram com o aumento das doses do dejetos líquido bovino. As maiores perdas ocorreram nas parcelas que não receberam dejetos bovino, totalizando 48 kg ha<sup>-1</sup> (em todo período analisado). Esta redução pela aplicação das doses 60, 120 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi de 61, 83 e 92%, respectivamente, em relação à testemunha.

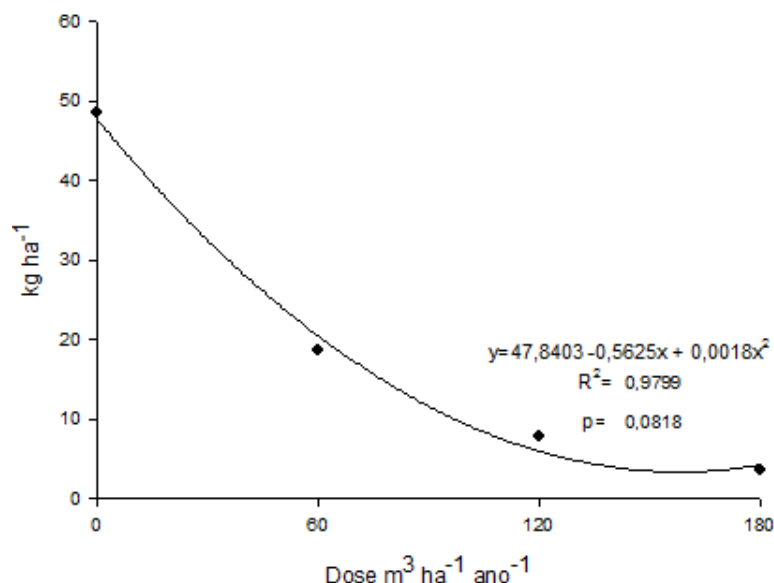


FIGURA 3 - PERDA DE SOLO TOTAL NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Com relação aos resultados por safra agrícola, observou-se a mesma tendência para a perda de solo de todo o período (FIGURA 4). Parcelas que não

receberam dejetos, apresentaram uma perda de aproximadamente 36 kg ha<sup>-1</sup> no verão 06/07 e 11 kg ha<sup>-1</sup> no verão 07/08. O inverno 07 não foi apresentado neste trabalho devido à ocorrência nesta safra de apenas três coletas, com volumes de escoamento muito baixos.

A redução da perda de solo com a utilização de dejetos bovinos também foi observada por Ramos, Quinton e Tyrrel (2006), no entanto, estes autores observaram aumento na perda de água, diferente dos resultados observados neste experimento.

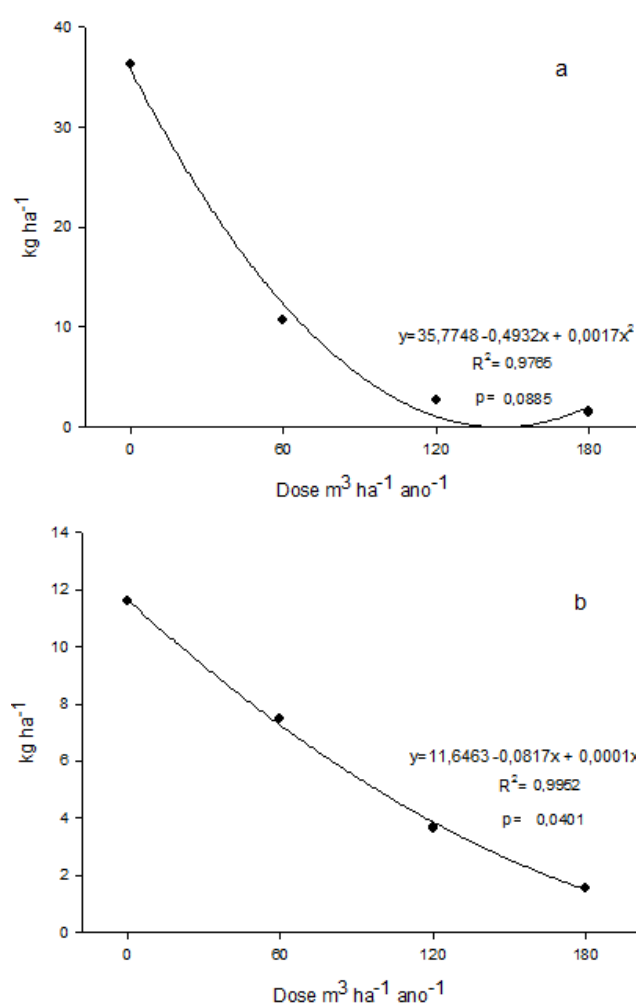


FIGURA 4 - PERDA DE SOLO TOTAL NAS DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS: VERÃO 06/07 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Com relação à perda de água, a mesma apresentou-se baixa durante todo o período de avaliação (FIGURA 5), representando menos de 0,1% da precipitação

ocorrida (2715 mm) (TABELA 6). As perdas, via escoamento superficial, sofreram uma variação de 0,3 mm (dose 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) a 1,7 mm (dose 0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) durante o período experimental.

Nas safras agrícolas estudadas (FIGURA 6), a perda de água foi de 1,6 mm no verão 06/07 (a) e 0,41 mm no verão 07/08 (b), respectivamente. Com base nos dados apresentados podemos verificar que a safra que mais contribuiu para a perda total de água foi o verão 06/07 em função da maior precipitação neste período.

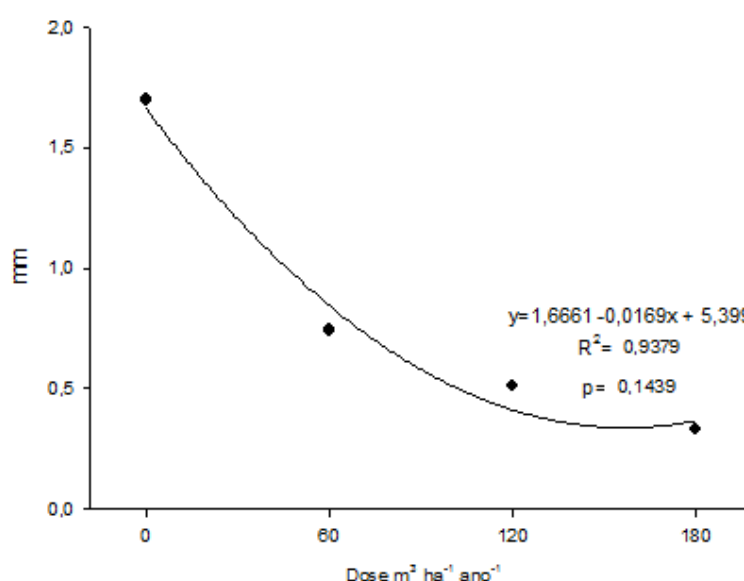


FIGURA 5 - PERDA DE ÁGUA TOTAL NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Em trabalho de curta duração com chuva simulada conduzida na mesma área experimental observou-se maior perda de água e solo nas maiores doses do dejetos, provavelmente devido à obstrução dos poros pelo resíduo (MORI *et al.*, 2009). Resultados semelhantes a este, com chuva simulada e aplicação de dejetos líquidos foram encontrados por BERTOL *et al.* (2007) e PELES (2007).

Os baixos valores de perda de água e solo obtidos neste trabalho podem ser atribuídos às baixas precipitações ocorridas durante o período experimental (TABELA 6), somado ao fato de que esta área se encontra sob sistema de plantio

direto a mais de 12 anos, o que possivelmente promoveu um incremento de matéria orgânica no solo e conseqüentemente um aumento na infiltração de água no solo.

A baixa perda de água e solo em experimentos de longa duração sob a aplicação de dejetos pode ser explicada pelo efeito positivo do dejetos, com relação às características químicas, biológicas e físicas do solo. Nesta mesma área experimental, Mellek *et al.* (2009) observou que a aplicação do dejetos promoveu a melhora da qualidade física do solo reduzindo a densidade do solo e aumentando a macroporosidade na camada de 0 a 5 cm, resultando em uma boa condutividade hidráulica da água no perfil, reduzindo o escoamento superficial.

O efeito do dejetos a qualidade física do solo principalmente na camada superficial (0 a 5 cm) deve-se a aplicação superficial sem incorporação do dejetos animal (FARES *et al.*, 2008). No entanto, deve-se considerar também o efeito do dejetos animal no crescimento das raízes e o efeito destas sobre a qualidade física do solo (MELLEK, *et al.* 2009).

Além da melhoria da qualidade estrutural do solo, outro aspecto que deve ser considerado é o benefício da cobertura do solo pelo próprio dejetos, que por não ter sido incorporado ao solo, funciona como uma barreira física contra o impacto da gota da chuva, em experimentos de longa duração (MACDOWEL; SHARPLEY, 2003).

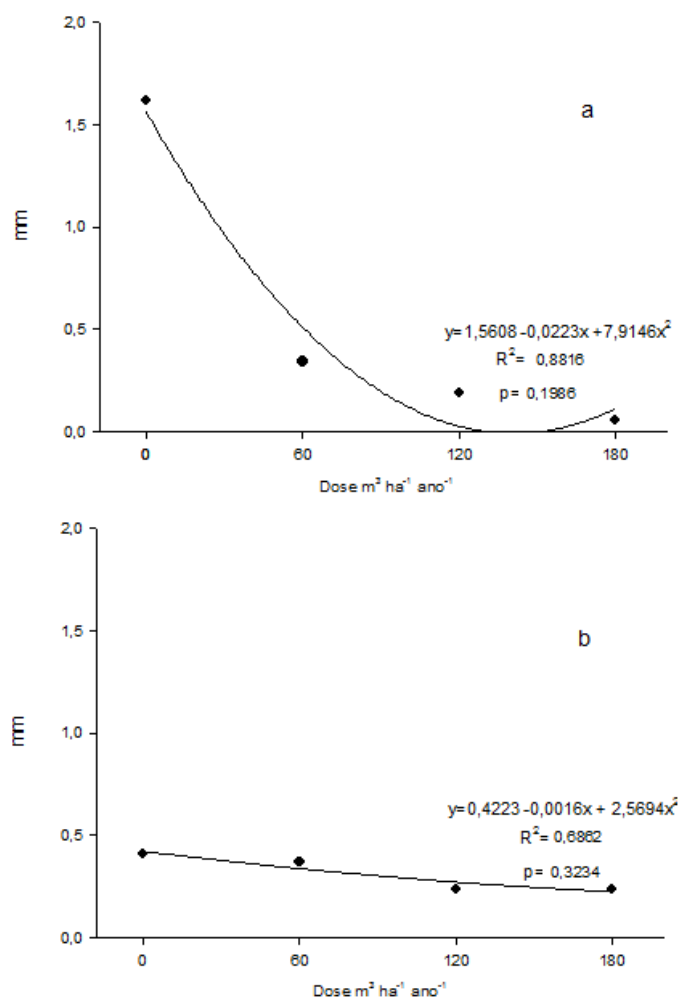


FIGURA 6 - PERDA DE ÁGUA TOTAL NAS DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS: VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b) EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
FONTE: O AUTOR (2008)

Nas FIGURAS 7 e 8 esta representado o comportamento da perda de água e solo, respectivamente, desde a instalação do experimento até a última data de coleta do escoamento superficial. Verifica-se que as perdas foram mais expressivas nos verões 06/07 e 07/08, justamente em função de ser este um trabalho de chuva natural, onde as precipitações ocorreram principalmente no verão apesar de estar abaixo da média regional.

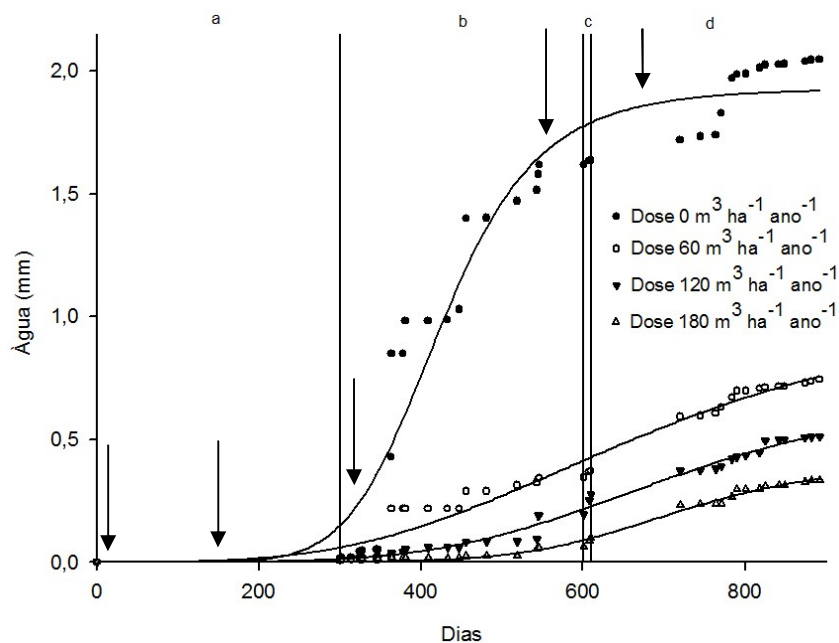


FIGURA 7 - PERDA ACUMULADA DE ÁGUA NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), PONTA GROSSA, PR.

(↓ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

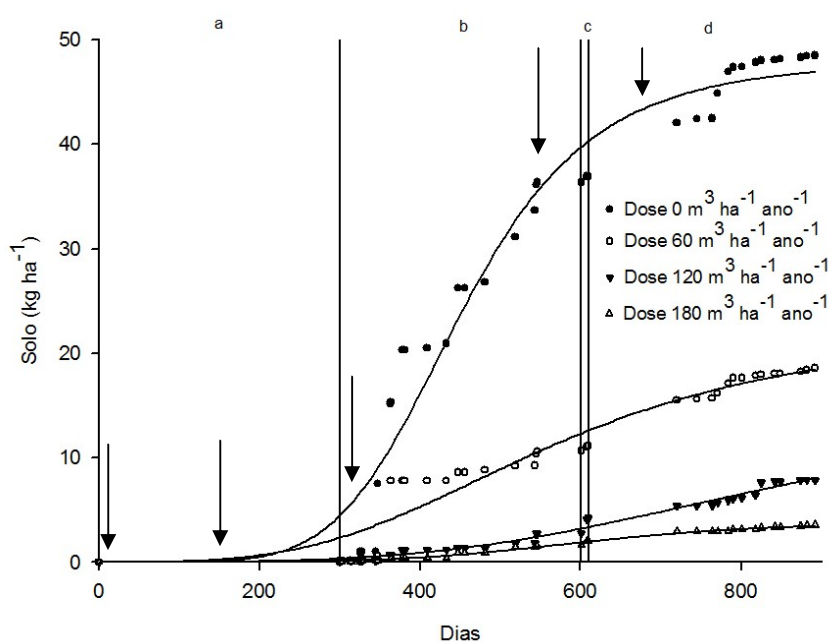


FIGURA 8 - PERDA ACUMULADA DE SOLO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), PONTA GROSSA, PR.

(↓ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

Com relação ao carbono orgânico total, a concentração e a perda no escoamento superficial (FIGURA 9) apresentaram o mesmo comportamento. Os dados revelam que o dejetos apresentou efeito benéfico até a dose  $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , a partir desta, houve um aumento da concentração de carbono no escoamento. Este fato já era de se esperar, uma vez que se refere à maior dose de dejetos líquido bovino aplicada sobre o solo. Desta forma, possivelmente perdeu-se no escoamento superficial partículas do próprio dejetos bovino, o que contribuiu para este resultado.

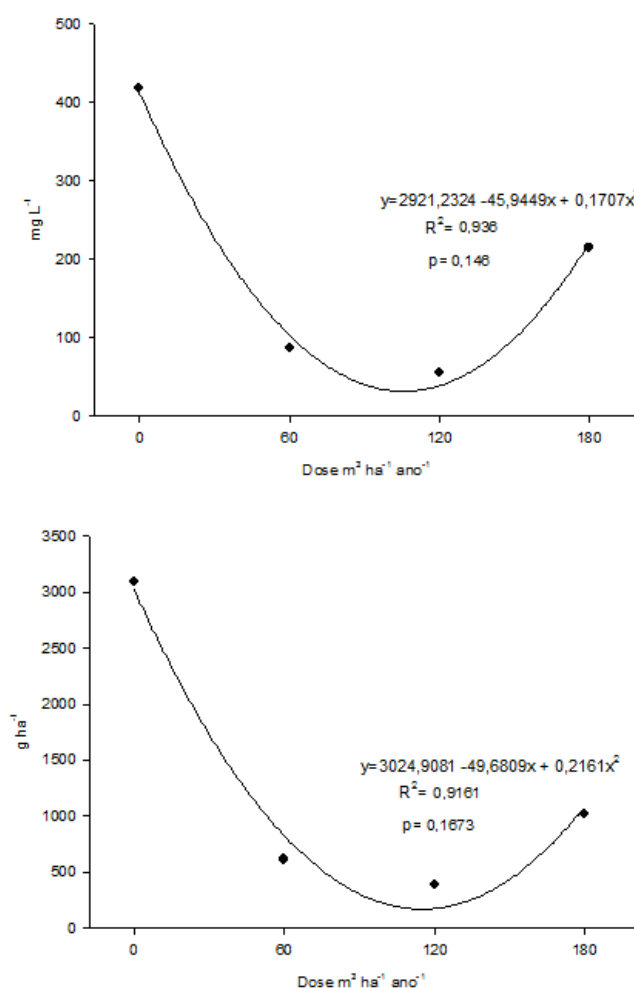


FIGURA 9 - CONCENTRAÇÃO (a) E PERDA DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL (b) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008).

O mesmo comportamento foi verificado para a perda de carbono orgânico total (FIGURA 9b), evidenciando a maior contribuição da concentração na perda de carbono. A maior dose de dejetos aplicado sobre o solo apresentou uma maior perda de carbono porque a concentração nesta dose estava muito alta, mesmo tendo a menor perda de água.

Bertol *et al.* (2004) observaram que as perdas de carbono orgânico no sistema de plantio direto foram maiores do que em sistema convencional, em função deste último incorporar os resíduos vegetais na camada de solo preparada, reduzindo a perda de carbono via escoamento superficial.

Analisando as safras agrícolas, observa-se que o verão 06/07 teve uma maior participação na perda total do período, No entanto, no verão 07/08, a maior dose apresentou a maior perda de carbono ( $912 \text{ g ha}^{-1}$ ) (FIGURA 10), este fato possui relação com o incremento de matéria orgânica fornecido pelo dejetos líquido. Da mesma forma que para a água e o solo, a safra de inverno 07 não foi apresentada neste trabalho.

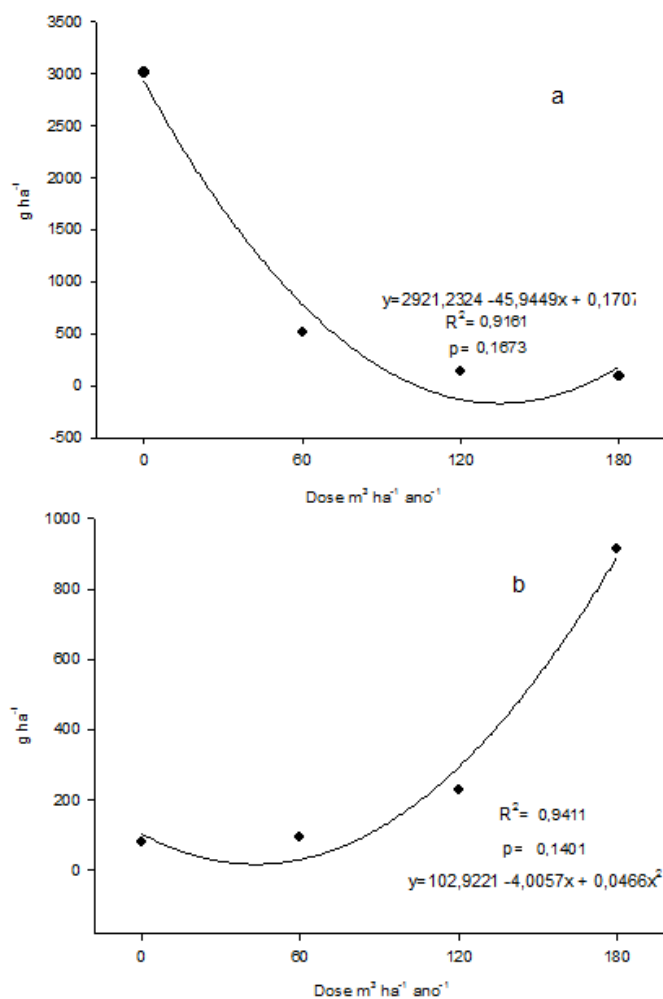


FIGURA 10 - PERDA DE CARBONO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS: VERÃO 06 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
 FONTE: O AUTOR (2008)

Na perda acumulada observa-se que a dose 0 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ revelou um comportamento diferente em relação às demais doses, apresentando uma alta perda a partir da safra de verão 06/07 (FIGURA 11) e estabilizando próximo dos 3 kg ha⁻¹. As demais doses apresentaram valores muito menores, com destaque para a safra de verão 07/08, na qual todas as doses apresentaram valores elevados em relação às safras anteriores.

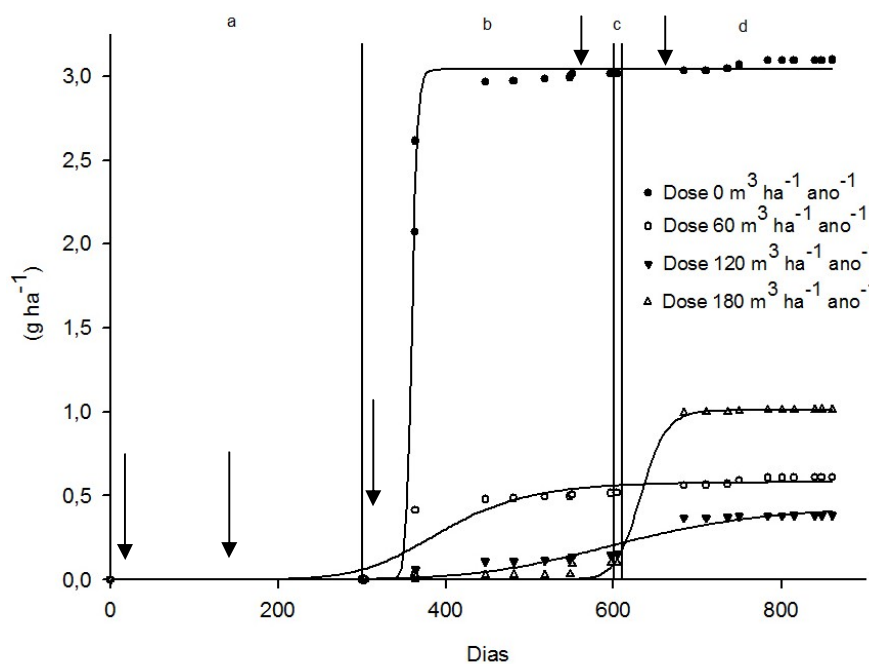


FIGURA 11 - PERDA ACUMULADA DE CARBONO ORGÂNICO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), PONTA GROSSA, PR.

(↓ data de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

## 2.4 CONCLUSÃO

A aplicação de dejetos até a dose de  $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  reduziu a perda de solo, água e carbono orgânico, assim como a concentração média ponderada do carbono orgânico total, o que indica ser esta uma dose adequada para solo muito arenoso com declive suave ondulado, em baixas precipitações e com no mínimo 10, dias de intervalo entre a aplicação do dejetos e a ocorrência de chuva com formação de escoamento superficial. No entanto, não se pode afirmar sobre o potencial poluidor deste escoamento superficial, pois perdas agronomicamente insignificantes podem causar sérios problemas ambientais. Outro aspecto refere-se ao potencial de perda via lixiviação, especialmente do nitrato, o qual não foi considerado neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ASSMANN, J. M.; BRAIDA, J. A.; ASSMANN, A. P.; CASSOL, L. C.; RUOSO, A. Alterações de propriedades físicas de um Latossolo vermelho aluminoférrico tratado com esterco líquido de suínos. **Sinergismos Scyentifica**, UTFPR, Pato Branco, v. 1 (1,2,3,4) : 1-778. 2006.
- BERTOL, I.; COGO, N. P. & LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 21, p. 409-418, 1997.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II – perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, p. 1045-1054, 2004.
- BERTOL, O. J.; RIZZI, N.E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 781-792, 2007.
- BOYD, C.; TUCKER, C. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Alabama**: Auburn university, 1992.
- CARVALHO, D. F. de; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S. da; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 385-389, 2002.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD.
- COGO, N. P.; FOSTER, G. R.; MOLDENHAUER, W. C. Flow rates-soil erosion relationships as affected by wheat residue cover: an attempt to define slope-length limits for conservation tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 475-483, 1996.
- EMBRAPA - Fundação ABC. **Mapa do levantamento semi-detalhado de solos: Município de Castro**. Elaborado por: FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P.; BOGNOLA, I. A.; POTER, R. O., 2001.

FARES, A.; ABBAS, F.; AHMAD, A.; DEENIK, J. L.; SAFEEQ, M. Response of selected soil physical and hydrologic properties to manure amendment rates, levels, and types. **Soil Science**, v. 173, p. 522-533, 2008.

GILLEY, J. E.; EGHBALL, B.; MARX, D. B. Nutrient concentrations of runoff during the year following manure application. **The Soil & Water Division** of ASABE, v. 50, p. 1987-1999, 2007.

HUDSON, N. W. **Soil conservation**. 3. ed. Ithaca, Cornell University Press, p. 324, 1995.

MARTINS, A.P.L.; REISSMANN, C.B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, v. 8, p.1-17, 2007.

MCDOWELL, R. W.; SHARPLEY, A. N. Variation of phosphorus from Pennsylvanian soil amended with manures, composts or inorganic fertilizer. **Agriculture, Ecosystems & Environment: Science Direct**, Outubro, 2003.

MELLEK, J.E. DIECKOW, J.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; SILVEIRA, F. M.; VEZZANI, F. **Dejeto Líquido Bovino e Alterações em Atributos Físicos e Estoque de Carbono de um Latossolo sob Plantio Direto**. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. Anais, 2009. v. CD.

MELLO, E. L.; BERTOL, I; ZAPAROLLI, A. L. V. & CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo Háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 901-909, 2003.

MORI, H. F., FAVARETTO, N.; DIECKOW, J.; PAULETTI, V. Perdas, água, solo e fósforo com aplicação de dejeto líquido de bovinos em Latossolo sob plantio direto e com chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 189-198, 2009.

MORI, H. F. **Perdas de solo, água e nutrientes em sistema de plantio direto sob aplicação de dejeto líquido de bovinos e chuva simulada**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, (UFPR), Curitiba, 2008.

PELES, D. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejeto líquido de suínos**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RAMOS, A. C.; QUINTON, J. N.; TYRREL, S. F. Effects of cattle manure on erosion rates and runoff water pollution by faecal coliforms. **Journal of Environmental Management**, v. 78, p. 97–101, 2006.

SCHAEFER, C. E. R.; SILVA, D. D.; PAIVA, K. W. V.; PRUSK, F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; ALBUQUERQUE, M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos micro estruturais em Argissolo vermelho-amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 35, p. 669-678, 2002.

SCHERER, E. E.; AITA, C. **Avaliação da qualidade do dejetos líquido de suíno da região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: EPAGRI, Boletim Técnico EPAGRI nº 79, 1996.

SYSTAT. **Manual de uso do Sigma plot 10, Windows**. Disponível em: [www.systat.com/products/sigmaplot](http://www.systat.com/products/sigmaplot)>. Acesso em: 10 nov, 2008.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. & CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**, 2ª ed., Genesis, Porto Alegre, p. 73-99, 2004.

WHALEN, J. K.; HU, Q.; LIU, A. Compost applications Increase water-stable aggregates in conventional and no-tillage systems. **Soil Science Society America Journal**, v. 67, p. 1842-1847, 2003.

### **CAPÍTULO 3 - APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB CHUVA NATURAL: PERDA DE FÓSFORO.**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O fósforo do solo pode ser transportado para a água na forma solúvel ou particulada. A fração solúvel corresponde ao fósforo prontamente disponível e geralmente representa uma pequena porção do fósforo total. No entanto, em sistemas de manejo conservacionistas do solo, a fração solúvel pode representar uma grande fração do fósforo total em função do enriquecimento da camada superficial e das menores perdas de sedimento, em relação aos sistemas convencionais (SHARPLEY *et al.*, 1994 a). A fração particulada representa o fósforo que se encontra adsorvida às partículas minerais mais finas do solo, ou fazendo parte da estrutura dos minerais, ou ainda, como constituinte das partículas orgânicas do solo. Esta fração, em sistemas convencionais pode variar de 75 a 95% do fósforo total transportado por escoamento superficial. No entanto, no sistema de plantio direto, esta fração normalmente é menor devido à eficiência na redução das perdas de solo neste sistema (SHARPLEY *et al.*, 1994a). O fósforo particulado representa uma fonte de fósforo a longo prazo, no entanto parte deste elemento pode ser disponibilizado a curto prazo para o desenvolvimento das plantas aquáticas, o que é conhecido como fósforo particulado biodisponível (SHARPLEY *et al.*, 1992).

O fósforo total representa o fósforo solúvel mais o particulado e em função de sua baixa mobilidade no solo, o escoamento superficial é o principal meio de transporte deste elemento do solo para a água. No entanto, a quantidade de fósforo que chega até os corpos d' água depende, além do escoamento superficial e da perda de solo, de outros fatores, como o método e a quantidade aplicada, bem como do seu teor no solo (SHARPLEY; HALVOURON, 1994b; POTE *et al.*, 1996).

Além das quantidades e formas de aplicação de fósforo, e ainda da concentração deste elemento no solo, a intensidade de chuva também interfere no seu transporte do solo para a água, especialmente se ocorrer logo após a aplicação do dejetos (WITHERS; CLAY; BREEZE, 2001). Trabalhos com altas intensidades de

chuva simulada têm mostrado alta perda de fósforo em escoamento superficial (SHIGAKI; SHARPLEY; PROCHONOW, 2006; KLEINMAM *et al.*, 2006). No entanto, quanto maior o intervalo de tempo entre a aplicação e o primeiro escoamento superficial, mais significativa foi a redução das concentrações de fósforo (ALLEN; MALLARINO, 2008).

O dejetos aplicado a longo prazo pode levar ao aumento da matéria orgânica do solo e conseqüentemente melhoria na estrutura, porosidade e infiltração diminuindo a perda de água e solo (GILLEY; EGHBALL; MARX, 2007). Como a perda de fósforo está relacionada com a perda de solo, haverá redução de fósforo no escoamento em função da melhoria das características físicas do solo (EDWARDS; DANIEL, 1993; SMITH; JACKSON; WITHERS, 2001). Em estudos na mesma área experimental, Mellek *et al.* (2009) observou que a aplicação de dejetos líquido bovino durante dois anos na superfície do solo promoveu melhoria na estruturação do solo na camada de 0 a 5 cm. O mesmo efeito foi verificado com a aplicação de longo prazo de esterco de frango, (GALVÃO; SALCEDO; OLIVEIRA, 2008).

As perdas de fósforo por escoamento superficial normalmente são menores que 5% do aplicado, o que pode não ser um problema agrônomo, mas sim ambiental (SHARPLEY *et al.*, 1994a). Mesmo com pequenas perdas, a concentração deste nutriente no escoamento superficial freqüentemente ultrapassa os valores críticos, associados com a eutrofização acelerada (SHARPLEY *et al.*, 1994 b).

Tanto o nitrogênio como o fósforo são responsáveis pelo processo de eutrofização, no entanto o nutriente limitante é o fósforo, uma vez que o nitrogênio pode ser fixado da atmosfera pelas algas (DANIEL; SHARPLEY; LEMUNYON, 1998).

A eutrofização ocorre com maior freqüência em águas paradas, chamadas lênticas, como lagos e lagoas, do que em rios, conhecidos por ambientes lóticos. Entre as características das águas de lagoas e lagos está a turbidez e a baixa velocidade de deslocamento das águas, que favorece o desenvolvimento de algas e plantas aquáticas e, por conseqüência prejudica a vida de animais aquáticos, bem como a qualidade da água para o consumo humano (TUNDISI, 2003).

Na região sul do Brasil houve aumento na produção de animais, sendo que, de 1993 a 2003 o número de animais de gado de leite, corte, suíno e frango aumentaram 33% e os dejetos produzidos necessitam de um destino (SHIGAKI; SHARPLEY; PROCHONOW, 2006). Desta forma, a aplicação destes dejetos em áreas agrícolas surge como uma alternativa para o problema de estocagem deste material, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo e ainda diminuindo os custos com adubação mineral (SCHERER; CASTILHOS, 1994). No entanto, de maneira geral, o dejetos é aplicado em locais muito próximos da unidade de produção e, na maioria das vezes as propriedades são pequenas para um volume tão grande de dejetos bovino resultando em altas concentrações de fósforo e, portanto com potencial poluidor das águas (WHALEN; CHANG, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração e a perda de fósforo total, solúvel e particulado por escoamento superficial, em solo submetido a diferentes doses de dejetos líquido bovino sob chuva natural.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

As informações sobre a caracterização da área, as características físicas e químicas do solo, bem como sobre os tratamentos e sua composição encontram-se descritos no Capítulo I desta dissertação.

#### 3.2.1 Coleta e análise da água do escoamento superficial

Em função da não ocorrência de precipitações significativas no início do experimento (11/11/2005 foi a data de instalação do experimento), o primeiro escoamento superficial ocorreu apenas em 18/09/2006. A partir desta data realizou-se 37 coletas, gerando um total de 291 amostras. O intervalo entre a aplicação do dejetos líquido bovino e a primeira chuva foi de 10, 29 e 11 dias, respectivamente, para o verão 06/07, inverno 07 e verão 07/08. No verão 05/06 e inverno 06 não ocorreram precipitações com geração de escoamento superficial.

A água escoada foi medida após ser retirada dos galões de 60 litros e acondicionadas em baldes e provetas graduadas. O volume coletado foi transferido para garrafas de 300 mL e encaminhadas ao laboratório da UFPR, onde permaneceram congeladas até o início das análises.

Para determinação da fração solúvel, primeiramente procedeu-se o descongelamento de 279 amostras, e uma alíquota de 80 mL foi filtrada com uma membrana de éster de 0,45 micrometros, sendo estas armazenadas em potes plásticos.

Para determinar o fósforo solúvel seguiu-se a metodologia do ácido ascórbico, baseada na redução do complexo fosfatomolibdico de amônio ocasionada pelo ácido ascórbico na presença do antimônio, deixando as amostras com um forte tom azulado (APHA, 1995). O espectrofotômetro foi calibrado com uma curva de calibração de 10 pontos, com concentrações conhecidas e crescentes de fósforo.

Para a leitura das amostras, adicionou-se uma alíquota de 1 mL da amostra, com uma alíquota de 0,8 mL de solução mistura composta por molibdato de amônio, tartarato de potássio e antimônio, ácido sulfúrico 5 N e ácido ascórbico. As amostras que extrapolaram o valor máximo da curva de calibração foram novamente preparadas, sendo então diluídas em água deionizada para nova dentro do intervalo da curva de calibração.

A determinação do fósforo total ocorreu a partir de 144 amostras, isto devido aos baixos volumes coletados, optando-se pela priorização da determinação do fósforo solúvel. Para análise da fração total utilizou-se a digestão Kjeldahl de acordo com a recomendação de Pote e Daniel (2000) baseada na metodologia descrita em APHA (1995). A partir de 10 mL da amostra adicionando-se 5 mL da solução digestora sendo as amostras colocadas no bloco digestor a uma temperatura inicial de 100°C até evaporação da maior parte da água da amostra. A temperatura foi aumentada de 50 em 50°C a cada 30 minutos até atingir aproximadamente 380°C, a qual permaneceu por no mínimo 30 minutos. Após o resfriamento das amostras, estas foram colocadas em balões volumétricos de 25 mL completados com água deionizada. O teor de fósforo total foi determinado em espectrofotômetro sob comprimento de onda de 880 nm, seguindo a mesma metodologia utilizada para determinar o fósforo solúvel.

O fósforo na fração particulada foi obtido pela diferença entre os teores de fósforo total e os de fósforo solúvel, a partir das amostras que apresentaram volume suficiente para a determinação tanto da fração solúvel como a total, portanto 144 amostras.

A concentração média ponderada foi calculada com base na concentração do nutriente encontrada em cada data de coleta nas parcelas em que houve escoamento superficial. Desta forma multiplicaram-se estes valores de concentração pelos respectivos volumes de escoamento, dividindo pelo volume total de água perdido em todo o período.

A quantidade perdida de fósforo foi calculada considerando a concentração e o volume perdido por data de coleta.

### 3.2.2 Análise estatística

Utilizou-se o programa SIGMA PLOT 10.0<sup>®</sup> para o ajuste dos modelos de regressão nos dados, com relação ao efeito das doses de dejetos líquido bovino sobre as concentrações médias ponderadas, quantidades perdidas e perda acumulada dos nutrientes, considerando o delineamento em blocos ao acaso.

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de dejetos líquido bovino reduziu a concentração média ponderada do fósforo total, solúvel e particulado no escoamento superficial. O maior decréscimo ocorreu da dose 0 para de 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (22 a 2; 5 a 0,7 e 13 a 1,5 mg L<sup>-1</sup>) para fósforo total, solúvel e particulado, respectivamente mostrando o efeito positivo da aplicação do dejetos líquido bovino (FIGURA 12).

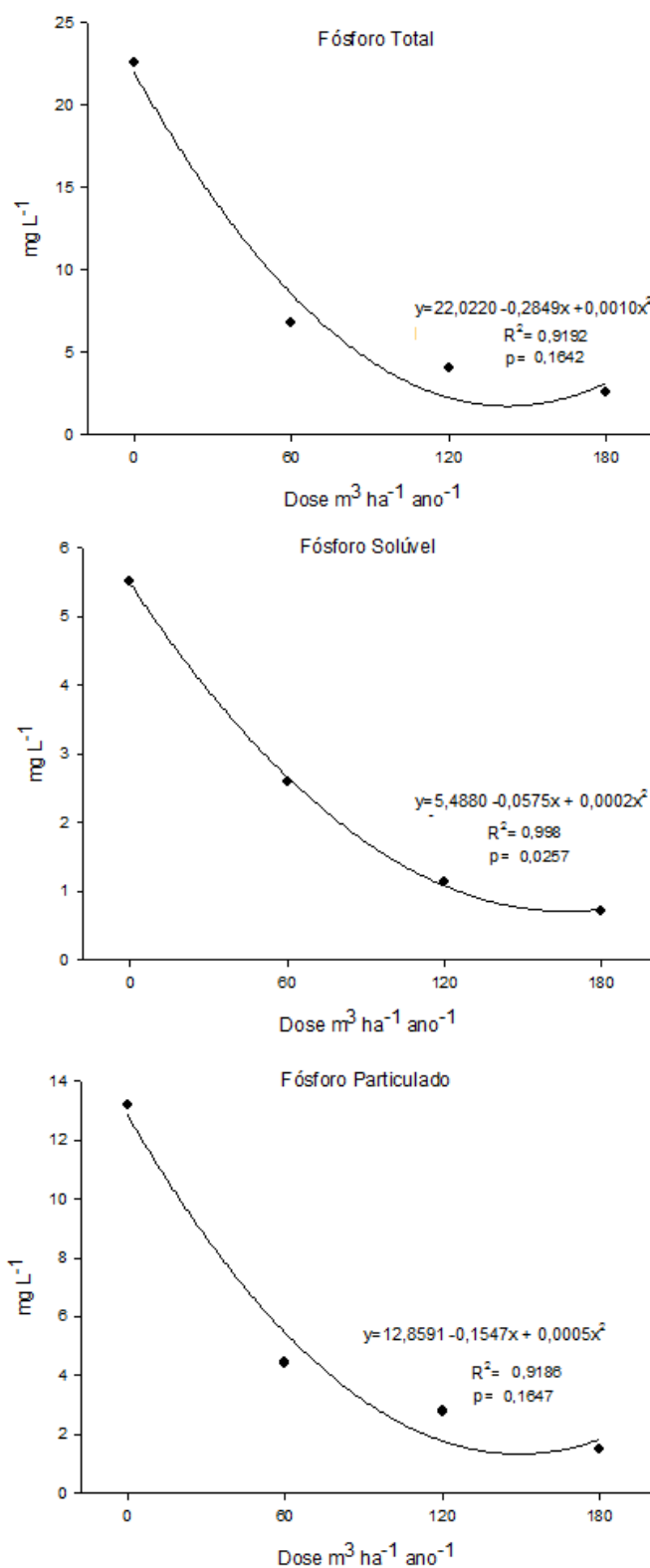


FIGURA 12 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE FÓSFORO TOTAL, SOLÚVEL E PARTICULADO (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E SOB CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Considerando apenas a quantidade de fósforo aplicada esperava-se que quanto maior a dose, maiores as concentrações de fósforo no escoamento superficial. No entanto, como estes dados referem-se a um experimento de longo prazo, onde se considerou o volume de escoamento em cada data de coleta, para a obtenção da concentração média ponderada havendo, portanto a diluição no volume escoado ocasionando uma baixa concentração média ponderada.

Deve-se aqui ressaltar, que o número de amostras analisadas para fósforo solúvel foi maior que para fósforo total, conforme descrito em material e métodos. Isso ocorreu devido ao volume insuficiente de amostra para análise de ambas as formas, priorizando-se assim a análise de fósforo solúvel. Neste sentido, a comparação de valores, em termos de proporção entre as diferentes formas de fósforo torna-se incoerente, exceto se forem consideradas somente as amostras onde todas as formas foram analisadas. Para estas amostras, a proporção de fósforo solúvel em relação ao fósforo total foi de 46% enquanto que o fósforo particulado representou 54% do total de fósforo encontrado (dados não apresentados).

Em estudos com chuva simulada em experimentos de longa duração, observou-se também redução na concentração de fósforo solúvel, total e particulado no escoamento superficial em sistema de plantio direto em função da aplicação de dejetos bovinos (GILLEY, EGHBAL e MARX, 2007; BUNDY, ANDRASKI e POWEL, 2001). Estes resultados corroboram com o presente estudo, com chuva natural.

Apesar da aplicação do dejetos reduzir a concentração média ponderada de todas as formas de fósforo, as concentrações de fósforo total ultrapassaram os limites permitidos pela legislação no Brasil. A resolução do CONAMA 357 de 2005 estabelece valores limites quanto à concentração, apenas para o fósforo total. Tal limite, em águas doces de classe 1 é de 0,02 mg L<sup>-1</sup> e de 0,1 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para ambientes lênticos e ambientes lóticos (BRASIL, 2005).

Mesmo nas parcelas que não receberam dejetos (0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) as concentrações de fósforo total estiveram acima do limite permitido variando de 22 a 2 mg L<sup>-1</sup> para a dose 0 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Isto pode ser explicado pelo reduzido volume do escoamento em todos os tratamentos, o qual foi inferior a

0,1% da precipitação total, ou seja, perdeu-se menos água, porém a mesma estava muito concentrada deste nutriente (FIGURA 3, capítulo 2).

Conforme referido no capítulo anterior, o dejetos animal pode melhorar as características físicas do solo, reduzindo a densidade do solo e melhorando a infiltração, mas também atua na qualidade química do solo. O dejetos atua como fonte de nutrientes favorecendo o crescimento radicular e conseqüente abertura de macroporos e estabilidade de agregados. Aliado a este fato há a presença relativamente expressiva de galerias de corós (FIGURA 13) os quais também contribuíram para que a água infiltrasse no perfil.

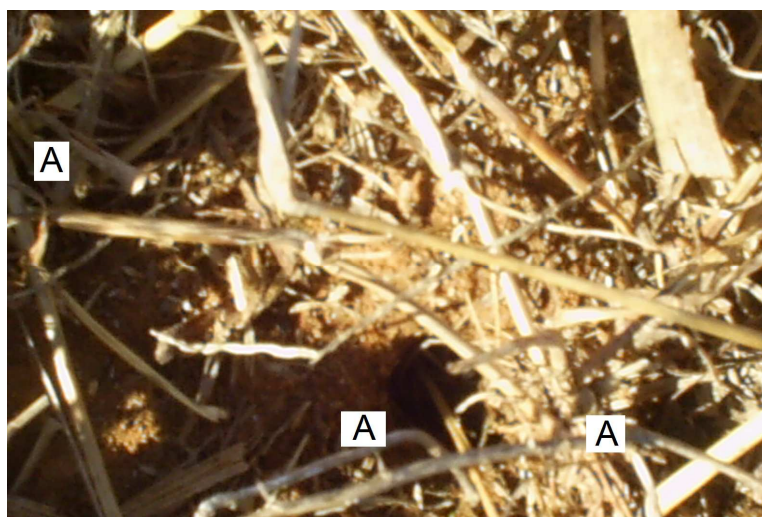


FIGURA 13 – VIZUALIZAÇÃO DE GALERIAS (A) PROMOVIDAS POR CORÓS, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA, COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Estes dados corroboram com estudos de Assmann *et al.* (2006), que observaram uma redução da densidade do solo com o aumento da dose do dejetos suíno. O aumento na microporosidade refletiu no aumento da porosidade total na camada superficial do solo, permanecendo inalterada a macroporosidade.

Com relação às perdas de fósforo total, solúvel e particulado estes se comportaram de forma similar às concentrações, o que já era de se esperar

considerando que as perdas de solo e água tiverem a mesmo comportamento, ou seja, maiores doses, menores perdas (FIGURA 12).

As perdas de fósforo nos 2 anos e 8 meses de avaliação foram muito baixas, variando de 11 g ha<sup>-1</sup> a 152 g ha<sup>-1</sup> para o fósforo total (FIGURA 14). Mori *et al.* (2009), em trabalho realizado na mesma área experimental, com de chuva simulada, obtiveram valores superiores a estes. Nas parcelas que não receberam dejetos houve uma perda de aproximadamente 152 g ha<sup>-1</sup> o que representa uma perda de 0,11% em relação ao total aplicado via adubação mineral. No caso da maior dose a perda de fósforo total foi de 11 g ha<sup>-1</sup> sendo este valor equivalente a 0,002% do que foi aplicado de fósforo via adubação mineral e dejetos líquido bovino. De acordo com SHARPLEY *et al.* (1994a), as perdas de fósforo por escoamento superficial geralmente são menores que 5% do fósforo aplicado.

No entanto, como mencionado anteriormente as amostras analisadas para fósforo solúvel foi maior que para fósforo total. Com isso priorizou-se a análise de fósforo solúvel, o que reduziu o número de amostras. Desta forma para as amostras em comum para as três formas de fósforo as proporções de perda em relação ao total foram de 51% de fósforo solúvel e 49% de fósforo particulado em relação à fração total.

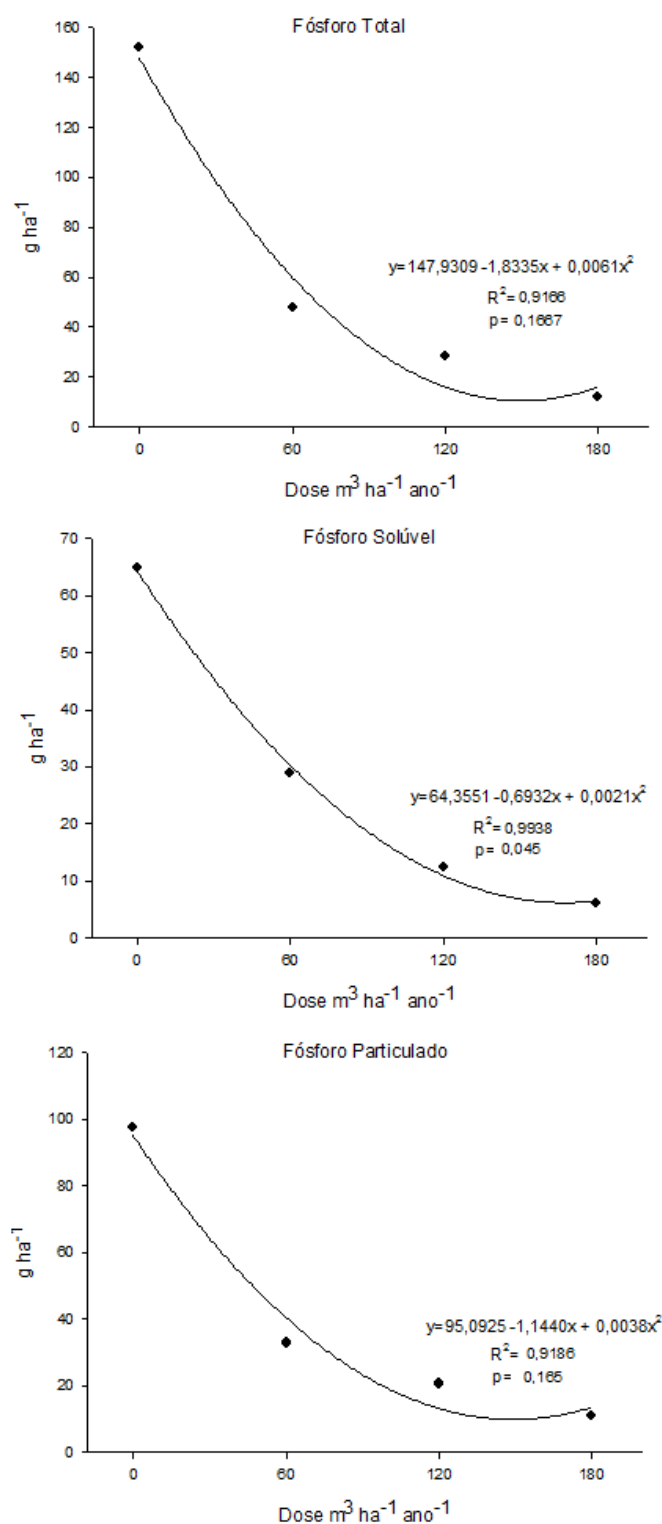


FIGURA 14 – PERDA DE FÓSFORO TOTAL, SOLÚVEL E PARTICULADO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

Para o fósforo solúvel, a aplicação de dejetos na maior dose reduziu a perda em 90% em relação à testemunha (FIGURA 12). Este fato possui uma relação com as perdas de água apresentadas no capítulo um desta dissertação.

Com relação ao fósforo particulado, os resultados demonstram uma redução de aproximadamente 88% com a aplicação da maior dose em relação à testemunha. A perda de fósforo particulado, conforme descrito anteriormente possui uma relação com a perda de sedimento (DANIEL, SHARPLEY e LEMUNYON, 1998), sendo importante sua avaliação já que representa um risco a longo prazo com relação à qualidade das águas (SHIGAKI; JACSON; WITHERS, 2006).

Ao contrário do que foi encontrado neste trabalho, Bertol (2005); Mori, (2008); Peles (2007) observaram as maiores perdas de fósforo solúvel, total e particulado com a aplicação da maior dose de dejetos líquidos. Porém, nestes experimentos as chuvas simuladas ocorreram poucas horas após a aplicação dos dejetos, simulando a pior condição em termos de risco ambiental. Nicolaisen *et al.* (2007) também observaram que após a aplicação de três chuvas simuladas, as maiores perdas de fósforo solúvel e fósforo total encontraram-se nas parcelas que receberam dejetos de bovino de corte. O que ocorreu foi o selamento superficial no solo, impedindo a infiltração da água.

As perdas acumuladas para o fósforo total, solúvel e particulado (FIGURA 15, 16 e 17), respectivamente, mostram claramente que houve redução com o aumento das doses de dejetos. O tratamento que não recebeu o dejetos mostrou altas perdas desde o início das avaliações.

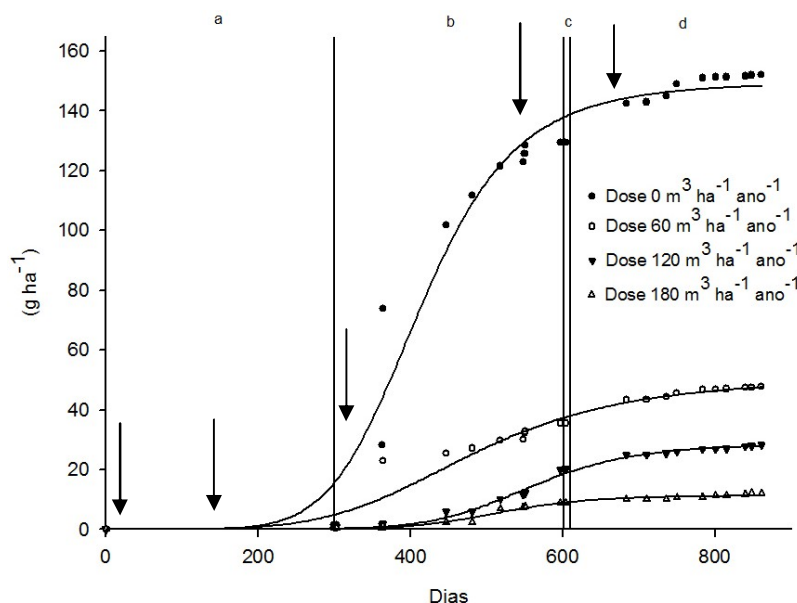


FIGURA 15 - PERDA ACUMULADA DE FÓSFORO TOTAL, NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

(↓ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

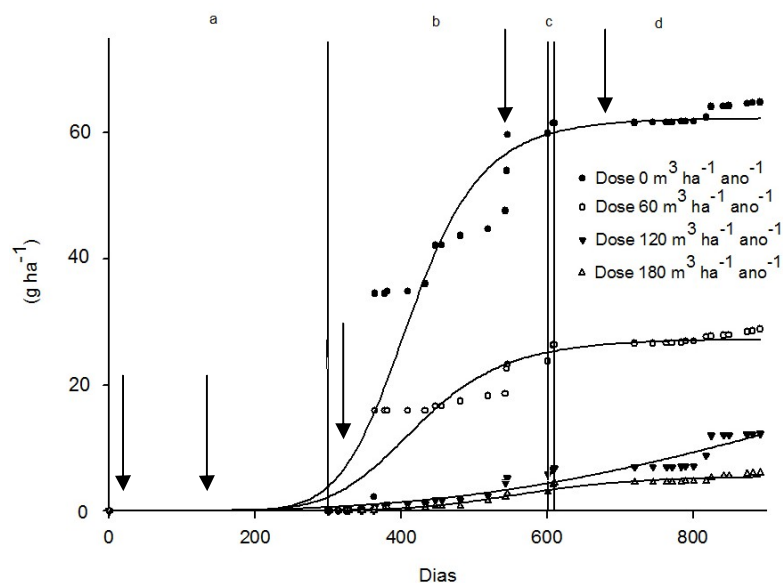


FIGURA 16 - PERDA ACUMULADA DE FÓSFORO SOLÚVEL NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

(↓ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

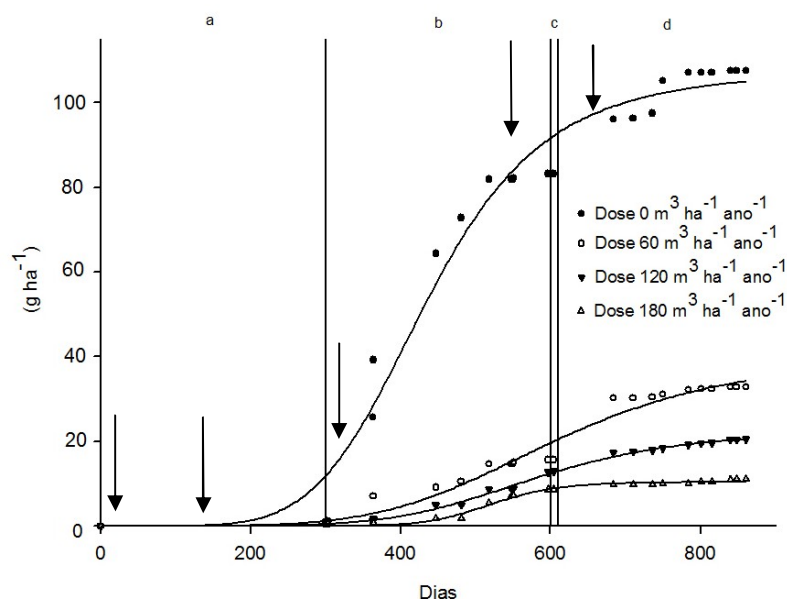


FIGURA 17 - PERDA ACUMULADA DE FÓSFORO PARTICULADO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSA COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

(▼ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

Analisando os dados por safra agrícola (FIGURA 18) verifica-se que o verão 06/07 teve a maior contribuição para a perda de fósforo em todo período de avaliação. Da mesma forma que no capítulo 2, em função do baixo número de coletas realizadas no inverno de 2007, estes dados não são apresentados.

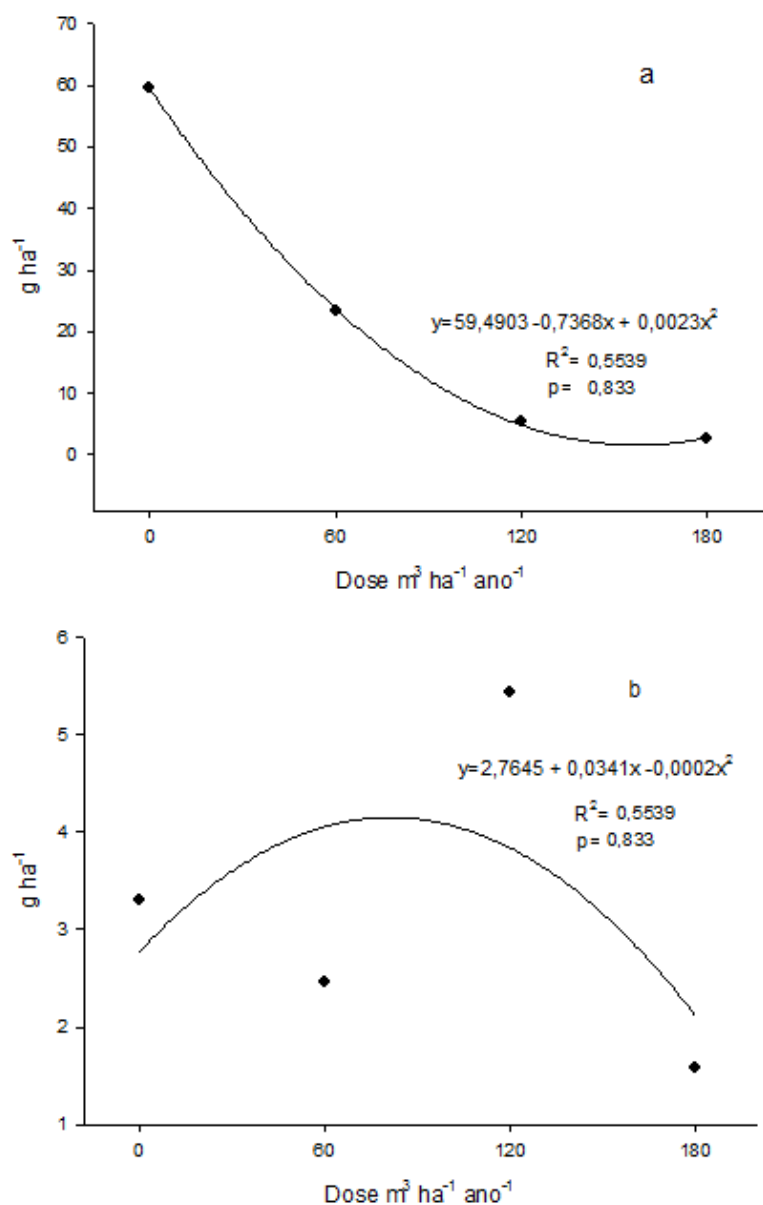


FIGURA 18 - PERDA DE FÓSFORO SOLÚVEL NAS DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS, VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO FRANCO ARGILO ARENOSA, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

O mesmo comportamento foi observado para fósforo total (FIGURA 19 b), juntamente com o verão 07/08, no entanto fica evidente que a estação que mais contribuiu para as perdas totais de fósforo foi o verão 06/07.

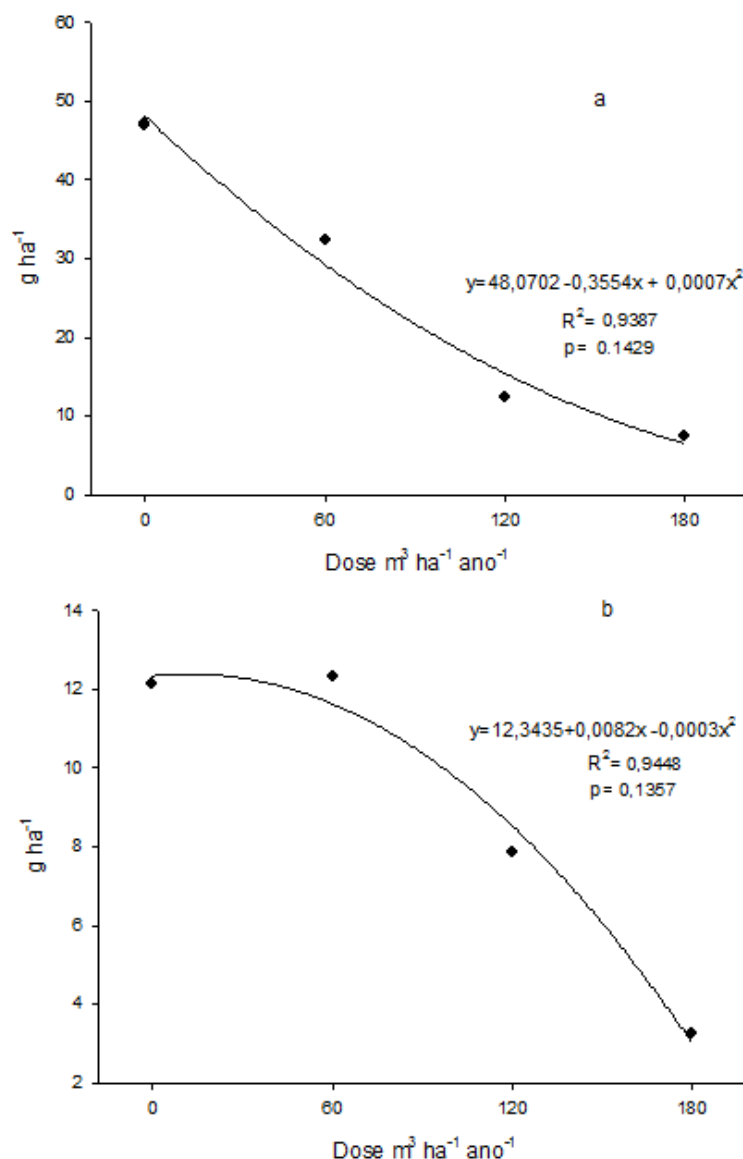


FIGURA 19 - PERDA DE FÓSFORO TOTAL NAS DUAS SAFRAS ESTUDADAS, VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

A perda de fósforo particulado, nas safras agrícolas (FIGURA 20 a,b) apresentou o mesmo comportamento do fósforo total (FIGURA 19) para a safra do verão 06/7. A diferença está na segunda safra (verão 07/08), onde a dose 60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, apresentou uma redução de aproximadamente 8 vezes menor na perda de fósforo em relação ao valor encontrado para o fósforo total. Isto provavelmente em função da segunda safra apresentar um menor número de precipitações o que repercutiu em menor número de coletas.

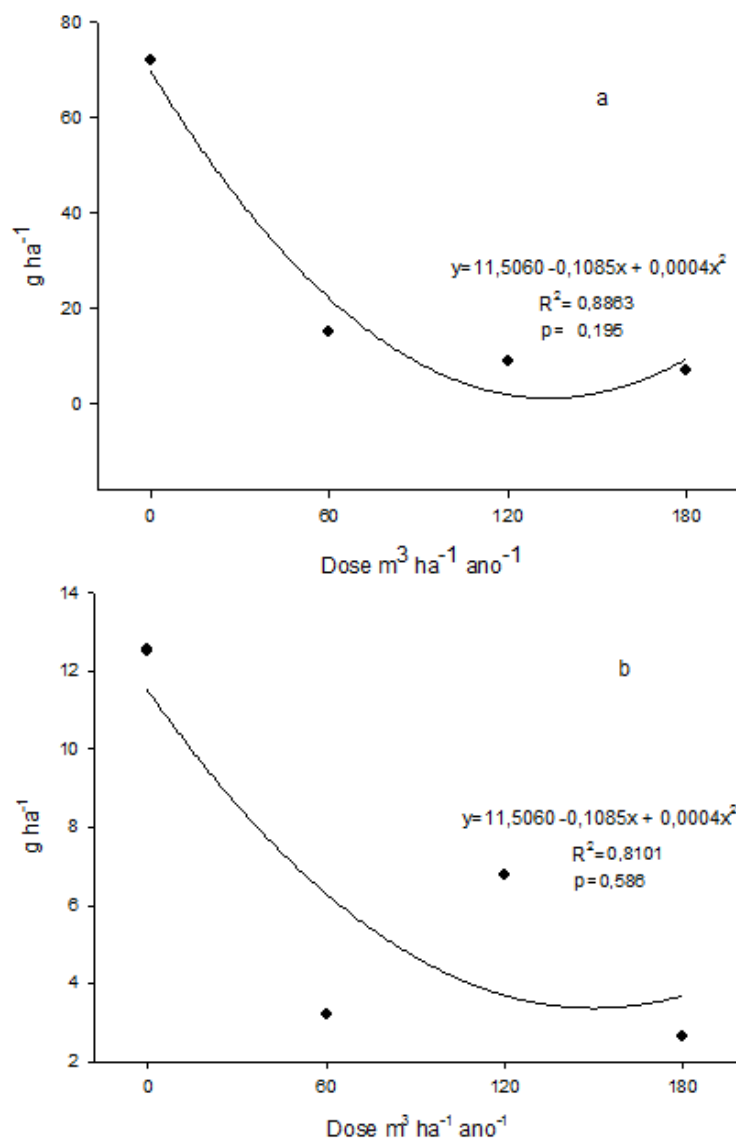


FIGURA 20 - PERDA DE FÓSFORO PATICULADO NAS DUAS SAFRAS ESTUDADAS: VERÃO 06/07 (a) E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
 FONTE: O AUTOR (2008)

### 3.4 CONCLUSÃO

A aplicação do dejetos líquido bovino na superfície do solo em doses crescentes até  $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  reduziu as concentrações médias ponderadas e as perdas de fósforo total, solúvel e particulado em solo muito arenoso com declive suave ondulado, no período de dois anos com ocorrência de baixas precipitações pluviométricas e com no mínimo 10 dias de intervalo entre a aplicação do dejetos e a ocorrência de chuva com formação e coleta de escoamento superficial. Desta forma fica evidente que, quantitativamente o dejetos apresentou um efeito benéfico, no entanto, qualitativamente as concentrações do fósforo no escoamento superficial estão acima do limite associado com a eutrofização. Portanto, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas que reduzam o escoamento superficial e evitem a entrada deste nos corpos d'água, mesmo em áreas sob plantio direto sem aplicação de dejetos.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, B. L.; MALARINO, A. P. Effect of Liquid Swine Manure Rate, Incorporation, and Timing of Rainfall on Phosphorus Loss with Surface Runoff **Journal Environmental Quality**, v. 37, p. 125-137, 2008.
- APHA, A. E. G.; AWWA, A. D. E.; WEF, L. S. C. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington D. C.: American Public Health Association, 19 ed, 1995.
- ASSMANN, A. P., BRAIDA, J. A., ASSMANN, A. P., CASSOL, L. C., RUOSSO, A. Alterações de propriedades físicas de um Latossolo vermelho aluminoférrico tratado com esterco líquido de suínos. **Synergismus scyentifica** UTFPR, Pato Branco, v. 01 (1, 2, 3, 4), p.1-778. Universidade Tecnológica, 2006.
- BERTOL, O.J. **Contaminação da água de escoamento superficial e da água percolada pelo efeito de adubação mineral e adubação orgânica em sistema de semeadura direta**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 357. **Diário Oficial da União** de 18/03/2005. Brasília, 2005.
- BUNDY, L. G.; ANDRASKI, T. W.; POWELL, J. M. Management Practice Effects on Phosphorus Losses in Runoff in Corn Production Systems **Journal Environmental Quality**, v. 30, p. 1822-1828, 2001.
- DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; LEMUNYON, J. L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A Symposium Overview. **Journal Environmental Quality**, v. 27, n.2, p. 251-257, 1998.
- EDWARDS, D. R., DANIEL, T. C. Effects of poultry litter application rate and rainfall intensity on quality of runoff from fescue grass plots. **Journal Environmental Quality**, v. 22, p. 361-365, 1993.
- GALVAO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Nutrient losses in superface and subsurface flow pasture applied poultry litter and compost poultry litter. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 50, p. 287-290, 2008.
- GILLEY, J. E.; EGHBALL, B.; MARX, D. B. Nutrient concentrations of runoff during the year following manure application. **The Soil & Water Division** of ASABE, v. 50, p. 1987-1999, 2007.
- KLEINMAN, P. J. A.; SRINIVASAN, M. S.; DELL, C. J.; SCHIMIDT, J. P.; HARPLEY, A.N.; BRYANT, R.B. Role of Rainfall Intensity and Hydrology in Nutrient Transport via Surface Runoff. **Journal Environmental Quality**, v. 35, p. 1248-1259, 2006.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; SILVEIRA, F. M.; VEZZANI, F. **Dejeto Líquido Bovino e Alterações em Atributos Físicos e Estoque de Carbono de um Latossolo sob Plantio Direto**. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. Anais, 2009. v. CD.

MORI, H. F.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; DIECKOW, J.; SANTOS, W. L. dos. Perda de água, solo e fósforo com aplicação de Dejeto líquido bovino em latossolo sob plantio Direto e com chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 33, p. 189-198, 2009.

MORI, H. F. **Perdas de solo, água e nutrientes em sistema de plantio direto sob aplicação de dejeto líquido de bovinos e chuva simulada**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, (UFPR), Curitiba, 2008.

NICOLAISEN, J. E.; GILLEY, J. E.; EGHBALL, B.; MARX, D. B. Crop residue effects on runoff nutrient concentrations following manure application. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 50, n. 3, p. 939-944, 2007.

PELES, D. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejeto líquido de suínos**. Tese (Mestrado e Ciências do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2007.

POTE, D. H.; DANIEL, T. C. Analyzing for total phosphorus and total dissolved phosphorus in water samples. In: PIERZYNSKI, G. M., ed. **Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals and water**. Universidade do estado da Carolina do Norte, p. 94-97, 2000.

POTE, D. H.; DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; MOORE, P. A.; EDWARDS, D. R.; NICHOLS, D. J. Relating extractable soil phosphorus losses in runoff. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60, p. 855-859, 1996.

SCHERER, E. E.; CASTILHOS, E. G. Esterco de suínos de esterqueira e de biodigestor na produção de milho e soja consorciados. **Agropecuária catarinense**, Florianópolis, v. 7, p. 19-22, 1994.

SHARPLEY, A. N.; SMITH, S. J.; JONES, O. R. et al. The transport of bioavailable phosphorus in agricultural runoff. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, p. 30-35, 1992.

SHARPLEY, A. N.; CHAPRA, S. C.; WEDEPOHL, R.; SIMS, J. T.; DANIEL, T. C.; REDDY, K. R. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. **Journal of Environmental Quality**, v. 23, p. 437-451, 1994a.

SHARPLEY, A. N.; HALVORSON. The management of soil phosphorus availability and impact on surface water quality. In R. Lal and B. A. Stewart (ed). Lewis Publ., Boca Raton, FL. **Soil processes and water quality**. p. 7-90, 1994b.

SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHONOW, L. I. Rainfall intensity and phosphorus source effects on phosphorus transport in surface runoff from soil trays. **Science of the Total Environment**, 2006.

SYSTAT. **Manual de uso do Sigma plot 10, Windows**. Disponível em: [www.systat.com/products/sigmaplot](http://www.systat.com/products/sigmaplot)>. Acesso em: 10 nov, 2008.

SMITH, K.A.; JACKSON, D.R.; WITHERS, P.J.A. Nutrient losses by surface run-o. following the application of organic manures to arable land. 2. Phosphorus **Environmental Pollution**, v.112, p. 53-60, 2001.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA. P. 248, 2003.

WHALEN, J. K., CHANG, C. Phosphorus accumulation in cultivate soils from long-term annual applications of cattle feedlot manure. **Journal Environmental Quality**, v. 30, p. 229–237, 2001.

WITHERS, P. J. A.; CLAY, S. D.; BREEZE, V. Phosphorus Transfer in Runoff Following Application of Fertilizer, Manure, and Sewage Sludge. **Journal Environmental Quality**, v. 30, p. 180-188, 2001.

## **CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB CHUVA NATURAL: PERDA DE NITROGÊNIO**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

O nitrogênio é um nutriente essencial ao crescimento das plantas podendo ser encontrado no solo em diferentes formas. Na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) apresenta baixa capacidade de adsorção aos colóides do solo e, portanto é bastante móvel, sendo que o tipo de solo influi na perda por lixiviação, facilitada em solos de textura arenosa (GOMES *et al.*, 2004). Na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), o nitrogênio é menos móvel no solo por possuir adsorção devido às cargas negativas do solo (MAIA; CANTARUTTI, 2004). Em ambientes anaeróbios, o amônio tende a se estabilizar pela falta de oxigênio; no entanto em ambientes aeróbios é modificado para nitrato pelo processo de nitrificação (NETO; GOI; SPRENT, 1998).

O nitrogênio total no escoamento superficial retrata a forma solúvel e particulada. O nitrato e o amônio representam à forma solúvel e estão prontamente disponíveis as plantas aquáticas. A fração particulada possui relação com o nitrogênio orgânico mais o mineral ligado ao sedimento, representando uma fonte de nitrogênio disponível em longo prazo.

Os dejetos, ao contrário dos fertilizantes minerais, variam muito em relação a sua composição, sua variação está relacionada com a alimentação animal, manejo da água e condições de armazenamento, o que dificulta a recomendação de doses padronizada (KIRCHMANN, 1994). Nos dejetos animais, o nitrogênio é o elemento encontrado em maiores proporções, constituindo-se de uma fonte potencial de poluição ambiental. Nas fezes e urina dos bovinos, encontram-se em média, 48% e 52% do nitrogênio, respectivamente (BRADY, 1990).

Conforme descrito anteriormente, o nitrogênio está sujeito a várias transformações quando aplicado no solo via dejetos, podendo ser perdido por volatilização, lixiviação, desnitrificação e por escoamento superficial.

Considerando que a aplicação de dejetos animais é realizada anteriormente a semeadura da cultura, a rápida nitrificação do N amoniacal dos dejetos pode resultar em elevados teores de nitrato no solo. Isto ocorre quando a precipitação ocorre muitos dias após a aplicação e, neste caso há tempo hábil para a nitrificação; caso este tempo seja curto haverá maior concentração de amônio no solo e conseqüentemente no escoamento superficial (CERETA *et al.* 2005).

As concentrações de nitrogênio no escoamento superficial são altas quando são aplicadas chuvas simuladas logo após a aplicação do dejetos; no entanto com o aumento do intervalo entre as aplicações, estas concentrações tendem a reduzir inclusive na testemunha (CERETA *et al.*, 2005; PELES 2007; MORI, 2008).

O nitrato, em concentração maior que  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , que de acordo com a resolução do CONAMA 357 (BRASIL, 2005) é o limite máximo permitido, pode ocasionar problemas de saúde humana, como a metahemoglobinemia, a qual promove uma alteração da oxigenação do sangue. Já para os animais aquáticos os problemas estão relacionados à toxidez promovida pelo nitrogênio amoniacal. O nitrogênio também está associado à eutrofização das águas, no entanto, este não é o elemento limitante, sendo maior atenção dispensada ao fósforo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as concentrações e as perdas de nitrogênio total, nitrato, amônio e nitrogênio particulado no escoamento superficial com aplicação de dejetos líquidos bovinos em solo sob sistema de plantio direto e chuva natural.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todas as informações sobre a caracterização da área, características físicas e químicas do solo, bem como os tratamentos e sua composição estão descritos no capítulo I desta dissertação.

### 4.2.1 Análises da água do escoamento superficial

Nas parcelas, coletou-se o escoamento superficial em 37 datas durante

o período de novembro de 2005 a maio de 2008, somando um total de 291 amostras. O intervalo entre a aplicação do dejetos líquido bovino e a primeira chuva foi de 10, 29 e 11 dias, respectivamente, para o verão 06/07, inverno 07 e verão 07/08. Não ocorreu precipitação com formação de escoamento superficial no verão 05/06 e inverno 06.

O volume coletado nos galões de 60 litros a partir de 18/09/2006 foi transferido para garrafas plásticas de 500 mL congeladas até o momento das análises.

Após o descongelamento das amostras procedeu-se a filtragem utilizando-se uma membrana de éster de 0,45 micrômetros, para a determinação dos nutrientes solúveis.

A determinação do nitrato ocorreu a partir da extração com o ácido clorídrico 1N. A utilização do espectrofotômetro no comprimento de onda de 220 nm possibilita a determinação rápida do  $\text{NO}_3^-$  e da matéria orgânica dissolvida. O  $\text{NO}_3^-$  não é detectado no comprimento de 275 nm, portanto podem-se corrigir os valores de  $\text{NO}_3^-$  com a determinação neste comprimento de onda. A leitura do nitrato ocorreu em 279 amostras no espectrofotômetro sob comprimento de 220 nm e após as amostras foram submetidas à leitura no comprimento de 275 nm para verificar as interferências. Após este processo subtraiu-se duas vezes o valor da absorbância lida no comprimento de onda de 275 nm da leitura de 220 nm, obtendo assim o valor do  $\text{NO}_3^-$  (APHA, 1995). Para a leitura de nitrato, adicionou-se uma alíquota de um mL da amostra, com uma alíquota de 0,1 mL de ácido clorídrico, completando o volume de cinco mL com água deionizada. As amostras que extrapolaram o valor máximo da curva de calibração foram novamente preparadas, sendo então diluídas em água deionizada.

Para a determinação do amônio solúvel em 279 amostras utilizou-se o método do fenato (APHA, 1995), a partir de um mL da amostra adicionando-se 0,2 mL de solução de fenol, 0,2 mL de nitroprussato e 0,5 mL da solução oxidante, completando o volume de cinco mL com água deionizada. Da mesma forma como no nitrato as amostras que extrapolaram o valor máximo da curva de calibração foram novamente preparadas.

A determinação do nitrogênio total ocorreu em 144 amostras com a digestão Kjeldahl (APHA, 1995), utilizando-se 10 mL da amostra e após adicionando 5 mL da solução digestora. As amostras foram colocadas no bloco digestor a uma temperatura inicial de 100°C até evaporação da maior parte da água da amostra. A temperatura foi aumentada de 50 em 50°C a cada 30 minutos até atingir aproximadamente 380°C, a qual permaneceu por no mínimo 30 minutos. Após o resfriamento as amostras foram transferidas para balões volumétricos de 25 mL, completados com água deionizada.

O teor de nitrogênio total foi determinado em espectrofotômetro sob comprimento de onda de 640 nm, seguindo a mesma metodologia utilizada na determinação do amônio solúvel. O seu cálculo ocorreu pelo somatório entre o nitrogênio Kjeldahl e o nitrato (SHARPLEY; SMITH; NANEY, 1987).

A determinação do nitrogênio particulado ocorreu pela diferença entre os teores de nitrogênio Kjeldahl e amônio solúvel.

A concentração média ponderada total, com base na concentração do nutriente multiplicando pelo volume coletado por data de coleta.

Os dados foram analisados quanto à quantidade perdida total, a qual foi calculada considerando a concentração e o volume perdido por data de coleta.

#### 4.2.2 Análise estatística

Para interpretar o efeito aumento de dosagens nas quantidades perdidas e concentrações médias ponderadas, através do delineamento blocos ao acaso, foram ajustados modelos de regressão exponencial utilizando o programa SIGMA PLOT 10.0<sup>®</sup>.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do dejetto líquido bovino ocasionou uma redução nas concentrações médias ponderadas de nitrogênio total, amônio solúvel, nitrato solúvel e particulado (FIGURA 21, 22, 23 e 24), respectivamente. De maneira geral, a concentração de todas as formas de nitrogênio foram reduzidas com o aumento das doses do dejetto, contrariando os resultados obtidos por BERTOL *et al.* (2005); PELES (2007); DOBLINSK (2006).

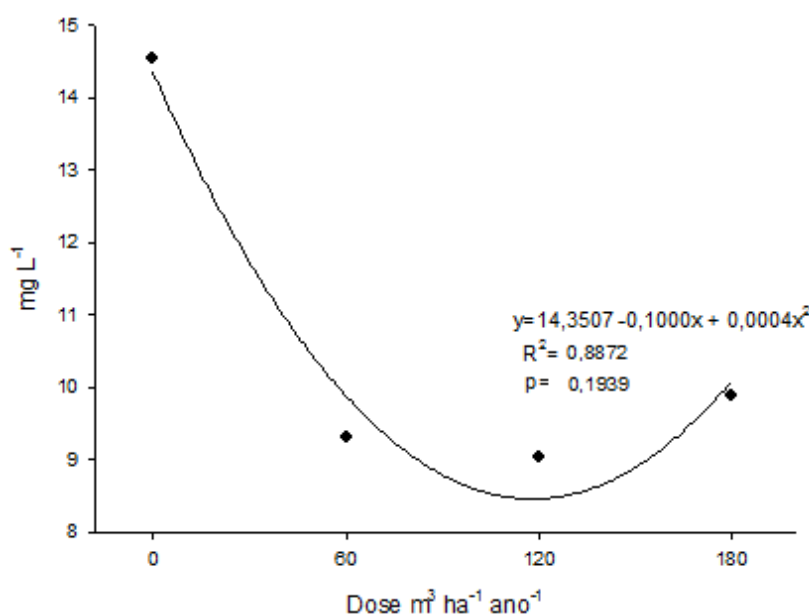


FIGURA 21 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE NITROGÊNIO TOTAL ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

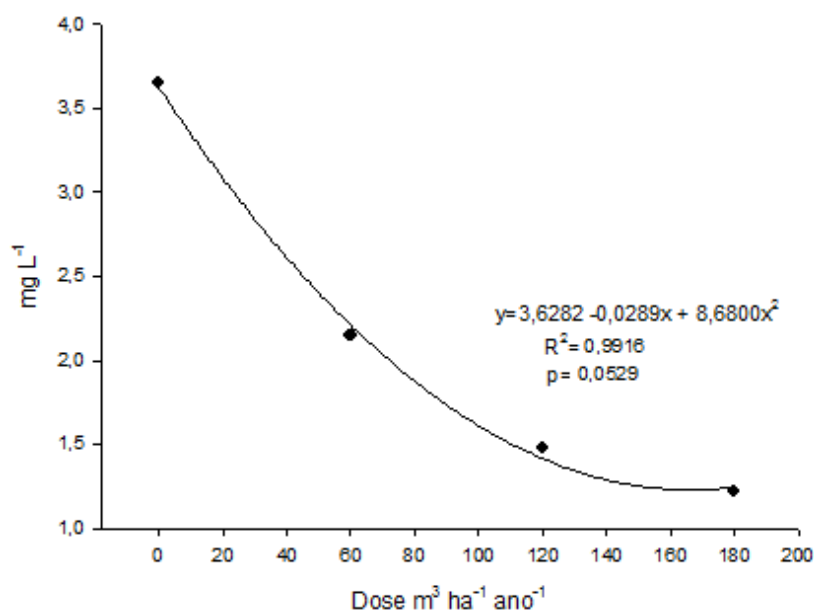


FIGURA 22 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE NITRATO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

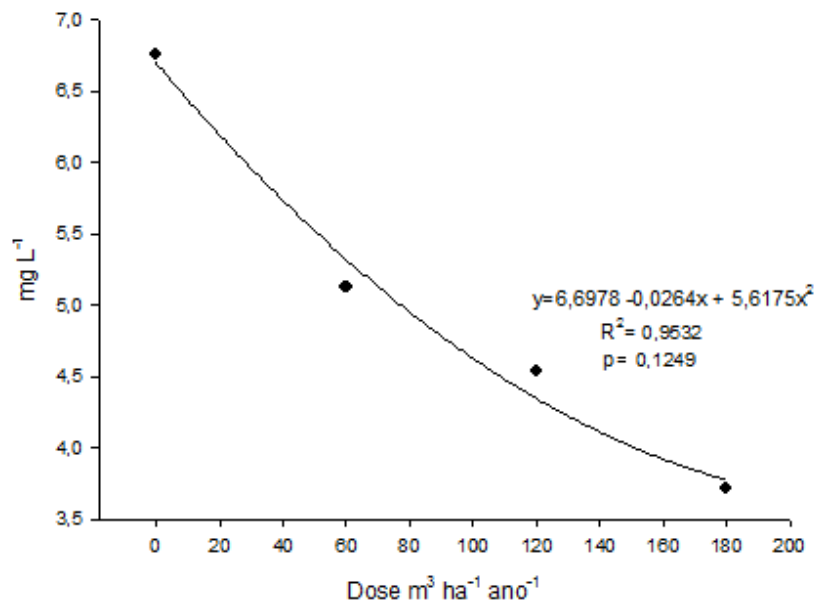


FIGURA 23 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE AMÔNIO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

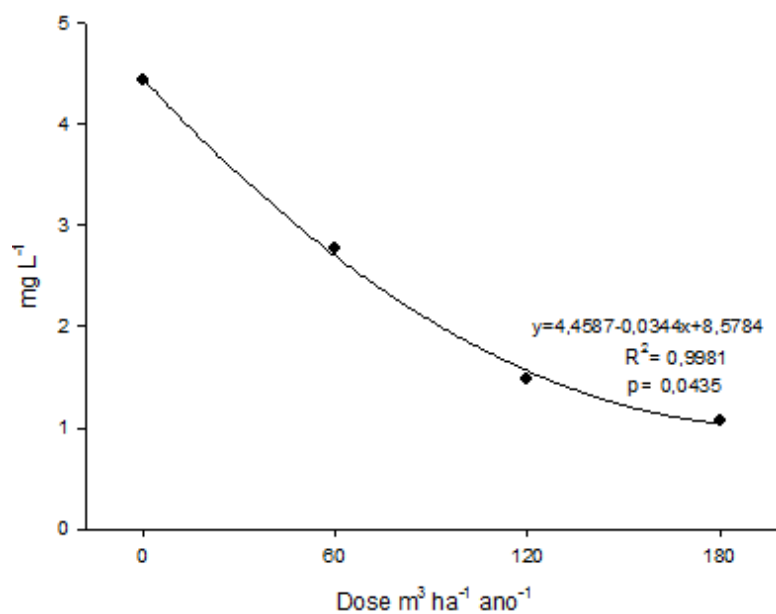


FIGURA 24 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS PONDERADAS DE NITROGÊNIO PARTICULADO (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Levando em consideração a quantidade aplicada de nitrogênio via dejetos, o esperado era que as concentrações aumentassem com o incremento das doses. No entanto, como a concentração analisada foi uma média ponderada, o determinante foi o volume do escoamento superficial, o qual foi grandemente reduzido com a aplicação de dejetos (capítulo um).

Em experimento com aplicação de chuvas simuladas logo após a aplicação de dejetos em superfície, ocorre uma maior concentração de nutrientes no escoamento superficial (BERTOL *et al.* 2005; PELES 2007). No entanto, neste trabalho como se trabalhou com chuva natural, sobre a qual não há controle de volume e intensidade, o dejetos apresentou efeito benéfico melhorando possivelmente a estrutura do solo (SMITH, JACKSON e PEPPER, 2001).

As maiores concentrações de nitrogênio total em relação ao tratamento testemunha, foi observada por Bertol *et al.* (2005); Peles (2007), com a maior dose de dejetos mostrando o efeito de selamento superficial e a conseqüente perda de nitrogênio. No entanto, neste trabalho, as concentrações de nitrogênio total (FIGURA 21) variaram de 14, 5 a 9,8 mg L<sup>-1</sup> nas doses 0 (sem dejetos líquido bovino) e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> respectivamente mostrando exatamente o efeito contrário. Este fato pode ser explicado pela interação entre o dejetos e o solo, o qual possui composição a forma arenosa, o que provavelmente facilitou a infiltração do dejetos e ainda possibilitou melhorias na estruturação deste solo, tornando-o mais resistente com relação ao escoamento superficial.

As concentrações de nitrato (FIGURA 22) mesmo no tratamento testemunha (o de maior concentração média ponderada, com 3,6 mg L<sup>-1</sup>) estiveram abaixo do limite máximo determinado pela resolução do CONAMA 357 (BRASIL, 2005) de 10mg L<sup>-1</sup> e da mesma forma para portaria do Ministério da Saúde 548 (BRASIL, 2004). Contrariando estes resultados, Basso (2003), que ao utilizar dejetos suíno encontrou aumento das concentrações de nitrato principalmente quando as chuvas ocorreram logo após a aplicação, sendo estas superiores ao que determina a legislação para as águas.

Uma explicação para a redução das concentrações de nitrato com a aplicação de dejetos neste experimento é o tempo entre a aplicação do dejetos e a primeira chuva com escoamento. As primeiras chuvas que geraram escoamento após aplicação do dejetos ocorreram, conforme descrito anteriormente, com 10, 29 e 11 dias, respectivamente para o verão 06/07, inverno 07 e verão 07/08. Portanto,

possivelmente, o efeito do dejetos na melhoria da qualidade física do solo aliado ao intervalo entre aplicação e chuva, permitiu uma maior infiltração e conseqüentemente menores perdas de nitrato via superfície. É interessante ressaltar que neste estudo avaliou-se apenas o escoamento superficial e não o que infiltrou, ou seja, não foi analisada lixiviação do nitrato no solo. Mesmo no tratamento sem aplicação de dejetos, as concentrações de nitrato no escoamento superficial foram baixas, mostrando a grande capacidade de infiltração neste sistema (EGHBALL; GILLEY, 1999; GUADAGNIN *et al.*, 2005).

Assim como o nitrato, o amônio (FIGURA 23) apresentou comportamento semelhante, no entanto, com concentrações superiores concordando com os altos resultados encontrados por Smith, Jacson e Pepper (2001), em que as concentrações atingiram um pico de  $30 \text{ mg L}^{-1}$ , o que traz uma preocupação quanto ao potencial poluidor desta substância.

Neste trabalho as concentrações de amônio oscilaram de 6,7 a  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  para as doses 0 (sem dejetos líquido bovino) e  $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente. Desta forma fazendo um paralelo com os índices máximos estabelecidos pelo CONAMA 375 (BRASIL, 2005), que estabelece o valor de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{N-NH}_4$  como limite para valores de pH da água menores que 7,5 verifica-se que apenas com a maior dose de dejetos ( $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) as concentrações se encontraram abaixo do índice.

Como já eram esperadas, as concentrações médias ponderadas para o nitrogênio particulado (FIGURA 24) foram reduzindo à medida que as doses de dejetos aumentaram. Este fato ocorreu devido à relação com as perdas de solo (capítulo um), as quais apresentaram o mesmo comportamento.

Neste capítulo, assim como para o anterior, o número de amostras onde todas as formas de nitrogênio foram analisadas foi menor que para nitrato e amônio, uma vez que foram priorizadas as análises solúveis em função do pouco volume de amostra. Portanto as proporções das diferentes formas de nitrogênio somente poderão ser feitas quando consideradas as amostras com todas as análises efetuadas.

Analisando as perdas de nitrogênio total por escoamento superficial (FIGURA 25) verifica-se que ocorreu o mesmo comportamento evidenciado nas concentrações. As altas perdas de nitrogênio podem ocorrer devido a fatores como volatilização, lixiviação ou escoamento, no caso as perdas foram altas por lixiviação

uma vez que a aplicação de dejetos suíno não aumentou os teores de nitrogênio no solo, especialmente o nitrato (CERETTA *et al.*, 2003). No entanto no presente trabalho avaliou-se apenas o escoamento superficial e não o comportamento dos nutrientes no perfil.

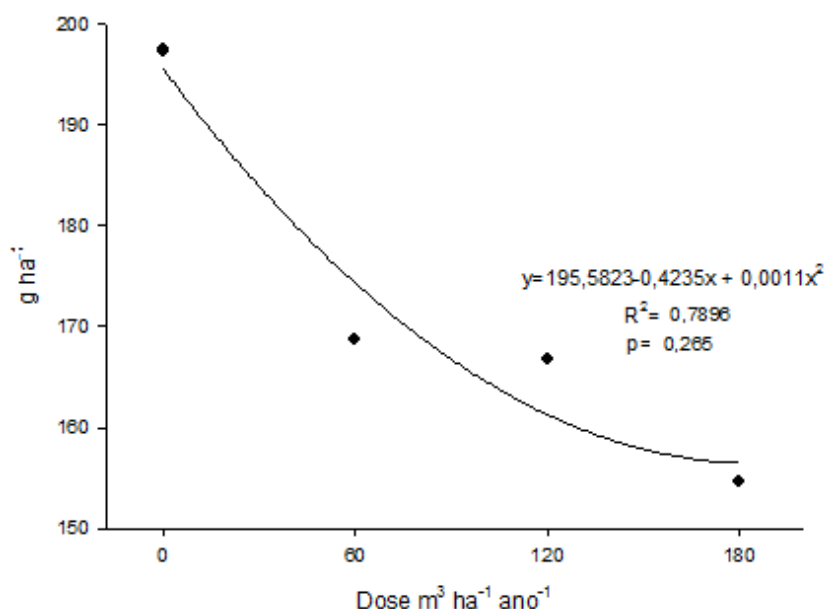


FIGURA 25 – PERDA DE NITROGÊNIO TOTAL (g ha<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

No decorrer de todo o período estudado as perdas de nitrogênio total se comportaram de maneira similar ao amônio (FIGURA 26). O amônio proporcionou uma redução menos acentuada que o nitrato (FIGURA 27) e isso pode ser explicados pela adsorção que este íon possui com as cargas do solo (MAIA; CANTARUTTI, 2004).

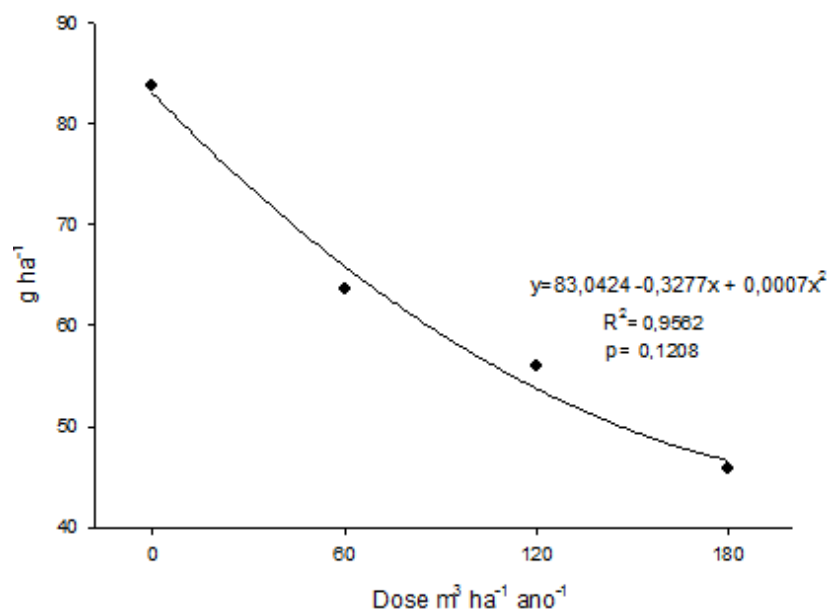


FIGURA 26 – PERDA DE AMÔNIO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
FONTE: O AUTOR (2008)

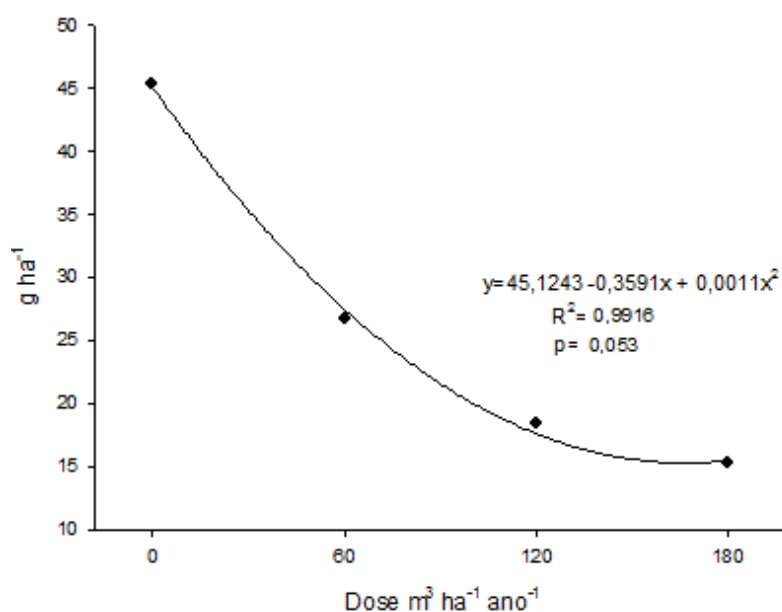


FIGURA 27 – PERDA DE NITRATO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
FONTE: O AUTOR (2008)

Nas parcelas que não receberam o dejetos líquido bovino as perdas de nitrogênio total foram de  $197 \text{ g ha}^{-1}$  aproximadamente, o que representa 0,23 % em relação ao total aplicado via adubação mineral. Para a maior dose de dejetos a perda foi próximo de  $155 \text{ g ha}^{-1}$ , sendo referente a 0,02% do total aplicado via adubação mineral e dejetos líquido bovino. Estes dados demonstram que as perdas foram muito baixas representando um resultado positivo, quanto à utilização do dejetos animal nas atividades agrícolas.

O nitrogênio particulado (FIGURA 28) foi o que apresentou uma redução mais visível, concordando com os resultados encontrados para as perdas de solo (capítulo um), uma vez que houve uma correlação de 0,95% (dados não publicados) entre as perdas de solo e nitrogênio particulado.

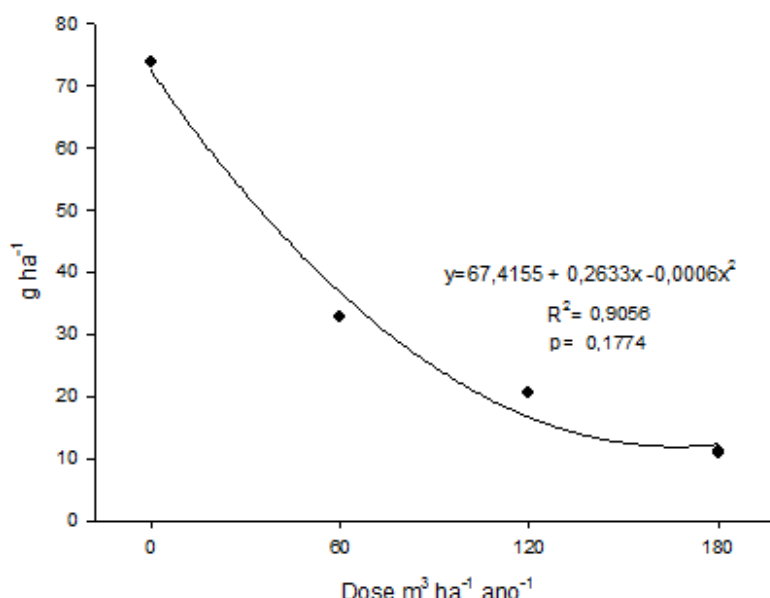


FIGURA 28 – PERDA DE NITROGÊNIO PARTICULADO ( $\text{g ha}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008 EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
 FONTE: O AUTOR (2009)

A perda de nutrientes com o incremento das doses é um fato observado ao longo dos anos, porém a redução com o incremento das doses está relacionada com a maior proporção de nutrientes absorvidos pelas plantas, logo há a redução das perdas (CERETTA, *et al.*, 2006).

As perdas acumuladas (FIGURA 29 e 30) encontradas revelam que as parcelas que não receberam dejetos foram as mais expressivas, principalmente na última safra (verão 07/08).

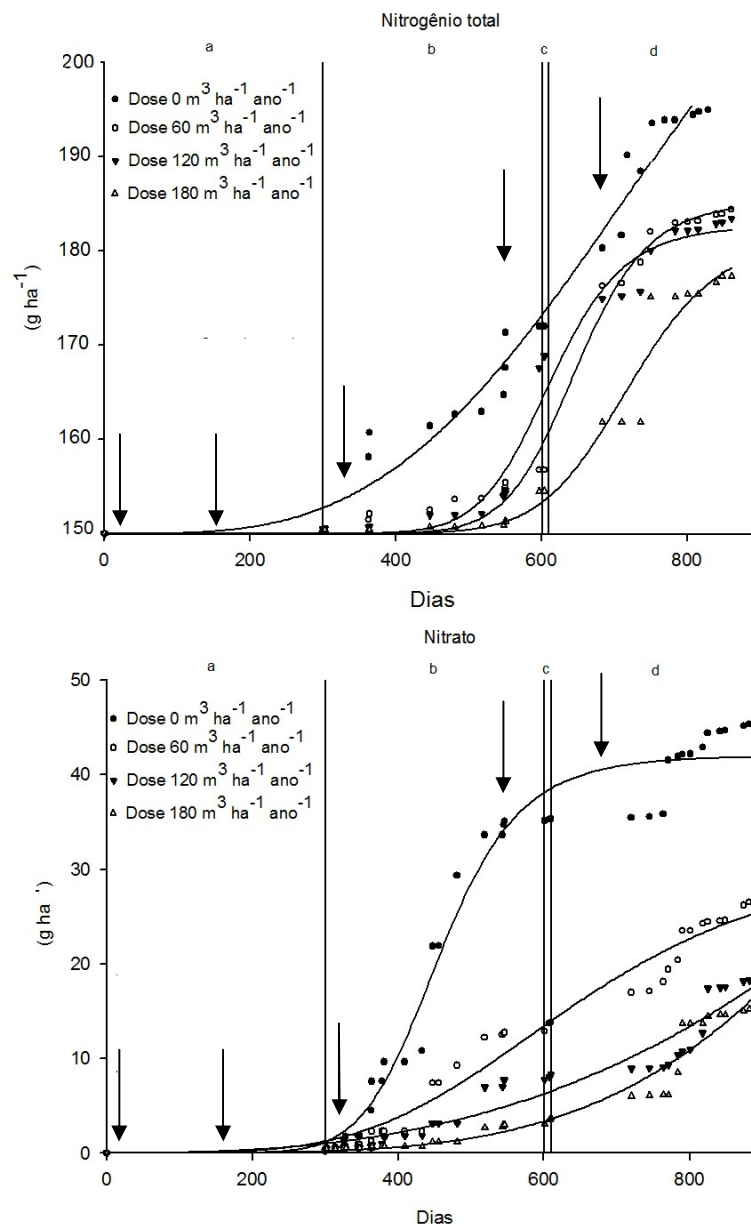


FIGURA 29 - PERDA ACUMULADA DE NITROGÊNIO TOTAL, NITRATO, NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

(↓ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

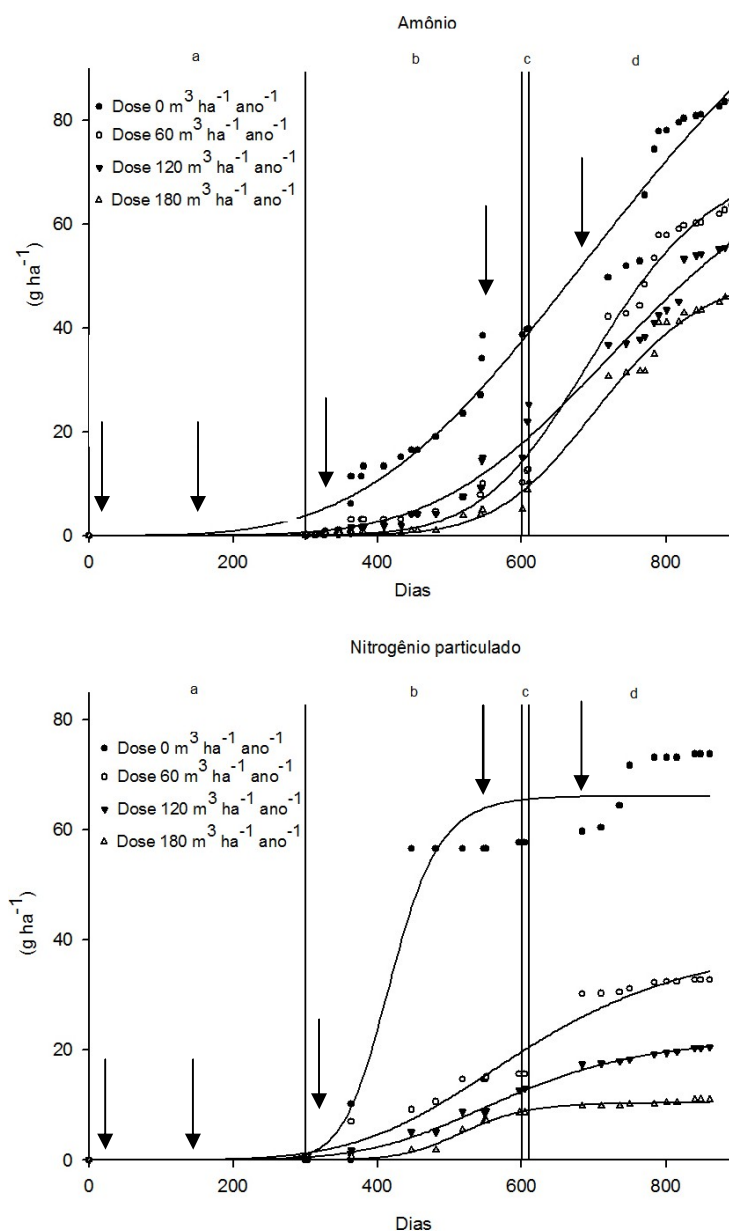


FIGURA 30 - PERDA ACUMULADA DE AMÔNIO E NITROGÊNIO PARTICULADO NO PERÍODO DE 11 DE NOVEMBRO DE 2005 (dia 0) A MAIO DE 2008 (dia 810), E NAS SAFRAS AGRÍCOLAS: VERÃO 05/06 E INVERNO 06 (a), VERÃO 06/07 (b), INVERNO 07 (c) E VERÃO 07/08 (d), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

(↓ datas de aplicação do dejetos líquido animal).

FONTE: O AUTOR (2008)

Analisando as perdas de nitrogênio nas diferentes safras agrícolas (FIGURAS 31, 32, 33 e 34) verifica-se que de uma maneira geral os nutrientes apresentaram o mesmo comportamento do período todo (novembro de 2005 a maio de 2008). No entanto, fica evidente a grande contribuição do verão 06/07 (FIGURA 31a, 32a, 33a

e 34a). O inverno para todas as formas de nitrogênio não foram apresentados em função de ter ocorrido apenas três datas de coleta.

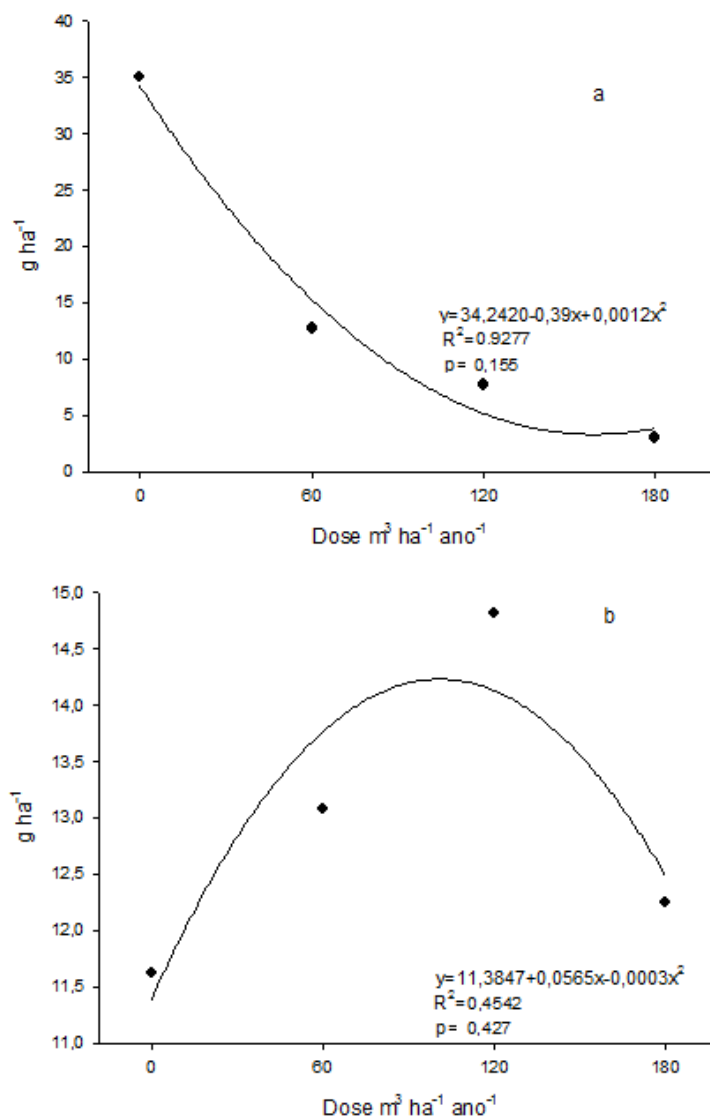


FIGURA 31 - PERDA DE NITRATO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.  
 FONTE: O AUTOR (2008)

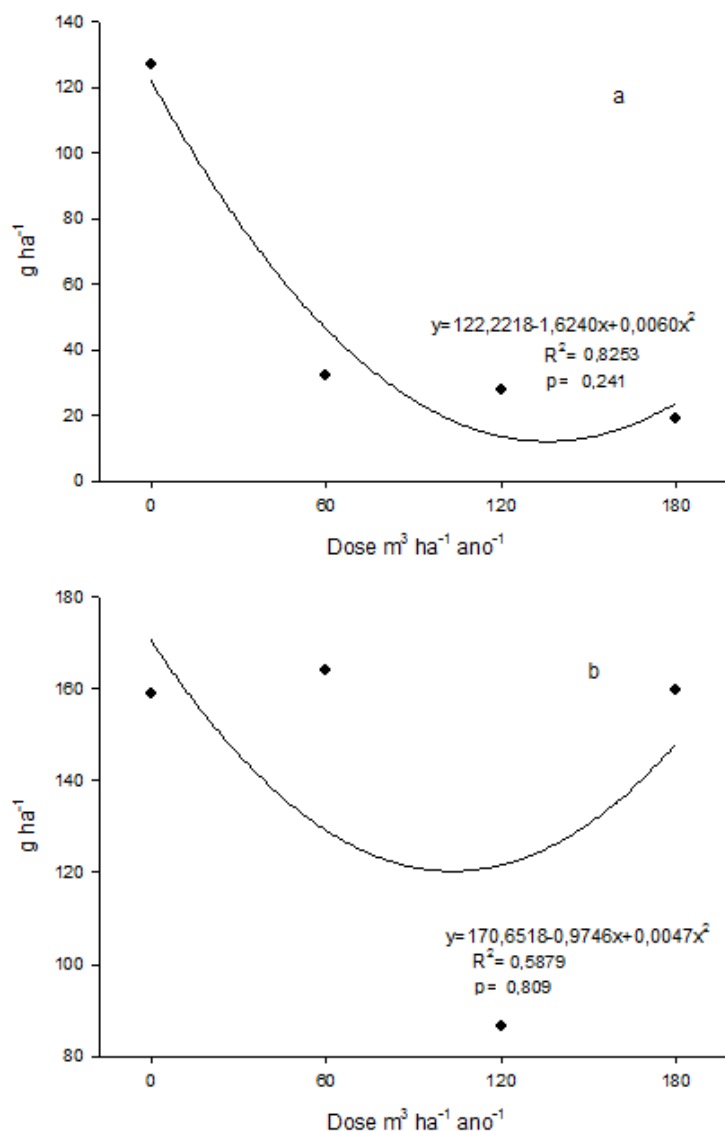


FIGURA 32 - PERDA DE NITROGÊNIO TOTAL NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

Este fato ocorreu porque nesta estação houve apenas três datas de coleta sendo que em uma delas (16/07/07) ocorreu uma grande perda de água no tratamento com 60 m ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de dejetos, conforme podemos verificar no capítulo um.

Da mesma forma o amônio (FIGURA 33b) e nitrogênio particulado (FIGURA 34b) apresentaram o pico da perda com a dose 120 m ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no inverno 07.

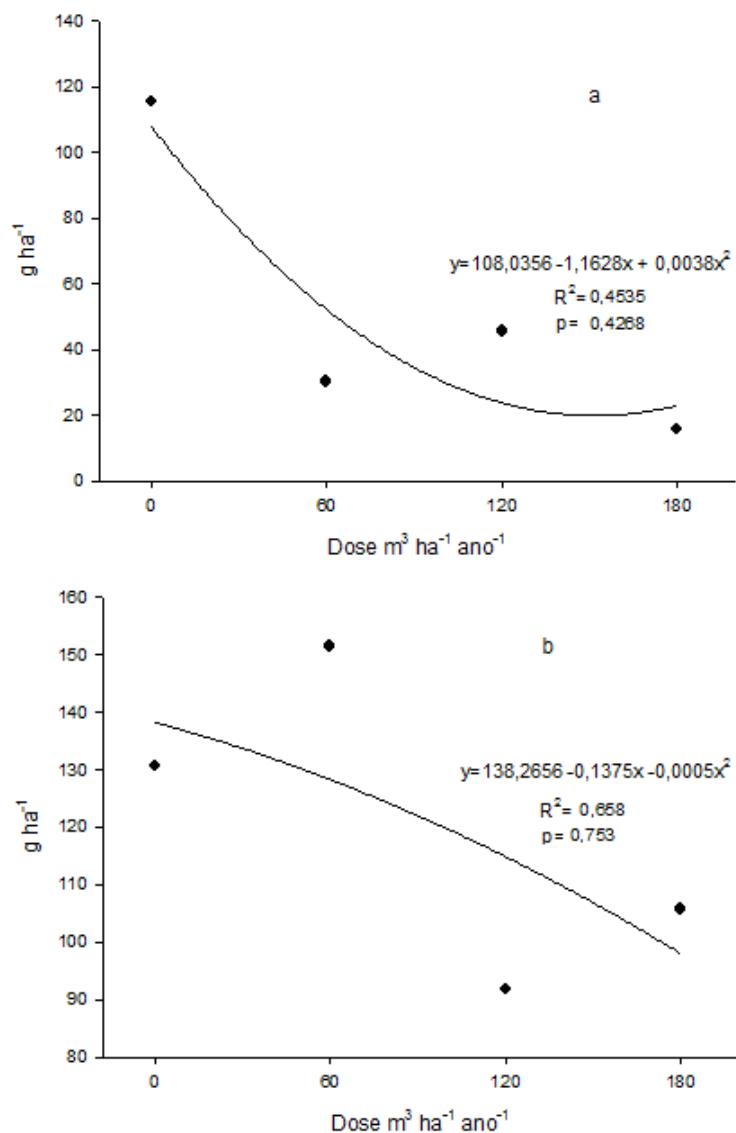


FIGURA 33 - PERDA DE AMÔNIO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

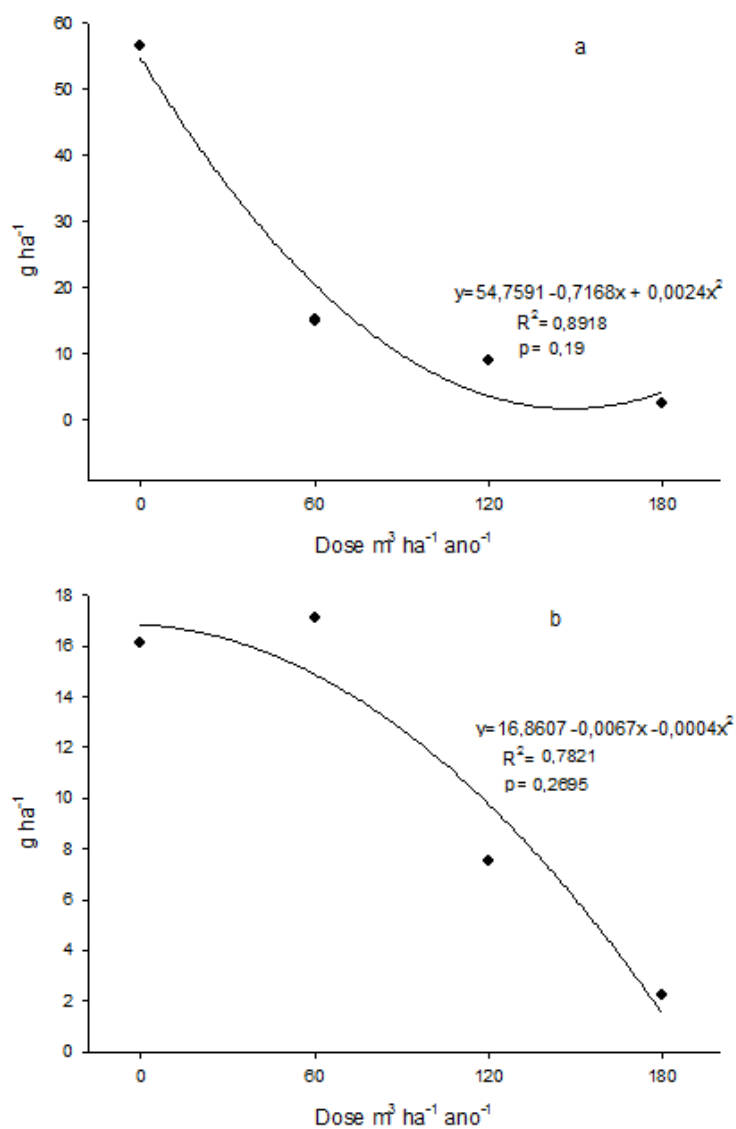


FIGURA 34 - PERDA DE NITROGÊNIO PARTICULADO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS, VERÃO 06 (a), E VERÃO 07/08 (b), EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO, SOB APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO, EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

FONTE: O AUTOR (2008)

#### 4.4 CONCLUSÃO

A aplicação do dejetos líquido bovino ocasionou uma redução nas concentrações médias ponderadas e perdas de nitrogênio em todas as formas analisadas e de maneira geral, foram reduzidas com o aumento das doses do dejetos. No entanto, estes resultados foram obtidos num período de apenas dois anos numa condição de baixa precipitação, solo franco argilo-arenoso, declive suave ondulado e com no mínimo 10 dias de intervalo entre a aplicação do dejetos e a ocorrência de chuva com formação e coleta de escoamento superficial.

As concentrações médias ponderadas de nitrato no escoamento superficial estão abaixo do limite permitido, pela legislação brasileira, no entanto, as concentrações médias ponderadas de amônio se encontram acima do limite crítico, mesmo sem a aplicação de dejetos. Perdas de nitrogênio por lixiviação não foram analisadas neste estudo.

## REFERÊNCIAS

- APHA, A. E. G.; AWWA, A. D. E.; WEF, L. S. C. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington D. C.: American Public Health Association, 19 ed, 1995.
- BASSO, C. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. Tese (Doutorado em ciência do solo) – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS, 2003.
- BERTOL, O. J.; RIZZE, N.E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, O. J. Perdas de nitrogênio via superfície e subsuperfície em sistema de semeadura direta. **REVISTA FLORESTA**, v. 35, n. 3, set.- dez., Curitiba, PR, 2005.
- BRADY, N.C. **The nature and properties of soils/Nyle C. Brady**, 10 th edition, 1990.
- BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 357. **Diário Oficial da União** de 18/03/2005. Brasília, 2005.
- BRASIL - Ministério da Saúde (MS). **Portaria MS nº. 518/2004**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2004.
- CERETA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, A. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, jun, 2003.
- CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; BARCELLOS, L. A. R.; HERBES, Dejetos líquidos bovinos: I perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v 35, n. 6, p.129-304, nov./dez., 2005.
- CERETTA, C. A.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R. ; VIEIRA, R. C. B. ; GIROTTO, E. Perdas acumuladas de nitrogênio, fósforo e potássio com o uso de dejetos líquidos de suínos, durante cinco anos. In: **FERTBIO**, Resumos, Dourados, MS, EMBRAPA, v. 01, 2006.
- DOBLINSK, A. F.; **Poluição difusa decorrente do uso de água residuária da suinocultura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, 2006.
- EGHBALL, B.; GILLEY, J.E. Phosphorus and Nitrogen in Runoff following Beef Cattle Manure or Compost Application. **Journal Environmental Quality**, v. 28, p. 1201-1210, 1999.

GUADAGNIM, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, p. 277-286, 2005.

GOMES, E. S.; SAMPAIO, S. C.; CORREA, M. M.; BOAS, M. V.; ALVES, L. F. A.; SOBRINHO, T. Movimento de nitrato proveniente de água residuária em colunas de solos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 557-568, set./dez., 2004.

KIRCHMANN, H. Animal and municipal organic wastes and water quality, In: R. LAL & B. A. STEWART (Eds.) **Soil processes and water quality**. CRC Press, Boca Raton, FL., p.163-222, 1994.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MORI, H. F. **Perdas de solo, água e nutrientes em sistema de plantio direto sob aplicação de dejetos líquido de bovinos e chuva simulada**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2008.

NETO, J. J.; GOI, S.R.; SPRENT, J. I. Efeito de diferentes formas de nitrogênio na nodulação e crescimento de *Acacia mangium*. **Floresta Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 104-110, jan./dez., 1998.

PELES, D. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejetos líquido de suínos**. Tese (Mestrado em Ciências do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2007.

SHARPLEY, A. N.; SMITH, S. J.; NANEY, J. W. Environmental impact of agricultural nitrogen phosphorus use. **American Chemical Society**, 1987.

SYSTAT. **Manual de uso do Sigma plot 10, Windows**. Disponível em: [www.systat.com/products/sigmaplot](http://www.systat.com/products/sigmaplot)>. Acesso em: 10 nov, 2008.

SMITH, K. A.; JACKSON, D. R.; PEPPER, T. J. Nutrient losses by superface run-off following the application of organic manures to arable land. 1. Nitrogen. **Environmental Pollution**, v. 112, p. 41-51, 2001.

## CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO GERAL

O dejetos líquido bovino reduziu as perdas de água e solo via escoamento superficial durante todo o período avaliado, bem como a concentração média ponderada e perda de  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ , N total, N particulado, P solúvel, P particulado, P total e C orgânico. Este comportamento foi observado também na análise individual das safras agrícolas. No entanto, estes resultados foram obtidos num período de apenas dois anos numa condição de baixa precipitação, solo franco argilo-arenoso, declive suave ondulado e com no mínimo 10 dias de intervalo entre a aplicação do dejetos e a ocorrência de chuva com formação e coleta do escoamento superficial.

As menores concentrações de fósforo em todas as formas foram encontradas com as maiores doses, no entanto, estão acima do limite associado com a eutrofização indicando a necessidade de práticas conservacionistas que promovam a redução do escoamento superficial e assim evite sua entrada nos corpos d' água.

As concentrações médias ponderadas de nitrato no escoamento superficial estão abaixo do limite permitido, pela legislação brasileira, no entanto, perdas de nitrato por lixiviação não foram analisadas neste estudo, o que possivelmente são elevadas considerando a textura franco argilo-arenosa do solo. Com relação às concentrações médias ponderadas de amônio, estas estão acima do limite permitido, mesmo sem a aplicação de dejetos, indicando o potencial poluidor pelo amônio, tanto de águas superficiais como subsuperficiais.

## ANEXOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 1 - PERDA DE ÁGUA (mm) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                                           | 82 |
| ANEXO 2 - PERDA DE SOLO (kg ha <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                         | 83 |
| ANEXO 3 - CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTO (g L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....               | 84 |
| ANEXO 4 - CONCENTRAÇÃO DE NITRATO (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                | 85 |
| ANEXO 5 - CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIO (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....                 | 86 |
| ANEXO 6 - CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....      | 87 |
| ANEXO 7 - CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO PARTICULADO (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR..... | 87 |
| ANEXO 8 - CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO SOLÚVEL (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....       | 88 |
| ANEXO 9 - CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR .....         | 89 |
| ANEXO 10 - CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO PARTICULADO (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....   | 89 |
| ANEXO 11 - CONCENTRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO (mg L <sup>-1</sup> ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILLO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.....      | 90 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 12 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES PARA AS PERDAS DE ÁGUA, SOLO, CARBONO E AS FORMAS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO, E TAMBÉM DAS ANÁLISE DE CONCENTRAÇÕES DE CARBONO, AMÔNIO, NITRATO, NITROGÊNIO PARTICULADO E TOTAL, FÓSFORO SOLÚVEL, PARTICULADO E TOTAL CALCULADAS PARA AS DOSES DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008. .... | 91 |
| ANEXO 13 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES PARA AS CONCENTRAÇÕES DE CARBONO E AS FORMAS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO, PARA AS DOSES DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008. ....                                                                                                                                                         | 93 |

ANEXO 1 - PERDA DE ÁGUA (mm) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR

| 1    |    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Datas de coleta |        |        |        |        |        | 2      |        |  |  | 3 |  |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|---|--|
| Dose | BI | 18/9   | 19/9   | 2/10   | 13/10  | 16/10  | 2/11   | 4/11   | 20/11  | 21/11  | 5/12   | 8/12   | 5/1    | 29/1   | 12/2   | 21/2   | 18/3   | 25/4            | 19/5   | 21/5   | 22/5   | 16/7   | 23/7   | 25/7   | 12/11  |  |  |   |  |
| 0    | B1 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,6941 | -      | 0,0034 | 0,3010 | -      | -      | 0,0420 | 0,5521 | -      | 0,0499          | 0,0538 | 0,1076 | 0,0454 | 0,0029 | 0,0101 | 0,0034 | 0,2840 |  |  |   |  |
| 0    | B2 | 0,0091 | 0,0054 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1097 | -      | 0,0119 | -      | -      | -      | 0,4301 | -      | 0,0499          | 0,1076 | -      | -      | 0,0022 | 0,0101 | 0,0035 | 0,0151 |  |  |   |  |
| 0    | B3 | 0,0050 | 0,0050 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0168 | 0,1815 | -      | 0,0556 | -      | 0,0124 | 0,0765 | 0,0657 | -      | -               | -      | -      | -      | -      | 0,0303 | -      | 0,0363 |  |  |   |  |
| 0    | B4 | 0,0356 | 0,0069 | 0,0053 | 0,0975 | 0,0220 | 0,0106 | 0,0050 | 0,7933 | 1,3866 | 0,0044 | 0,1667 | -      | -      | 0,0523 | 0,4353 | 0,0059 | 0,1751          | 0,0168 | 0,1496 | 0,1042 | 0,0020 | 0,0084 | 0,0034 | -      |  |  |   |  |
| 60   | B1 | 0,0121 | 0,0082 | 0,0018 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,4155 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0319 | -      | -               | -      | -      | -      | 0,0017 | 0,0101 | 0,0035 | 0,3210 |  |  |   |  |
| 60   | B2 | 0,0032 | 0,0045 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0101 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0590 | -      | 0,0052          | 0,0134 | 0,0286 | 0,0097 | 0,0025 | 0,0269 | 0,0040 | 0,1190 |  |  |   |  |
| 60   | B3 | 0,0030 | 0,0020 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0218 | 0,0484 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0054 | -      | 0,0422          | 0,0101 | 0,0067 | -      | -      | -      | -      | 0,3849 |  |  |   |  |
| 60   | B4 | 0,0055 | 0,0040 | -      | 0,0092 | 0,0200 | 0,0054 | 0,0037 | 0,0249 | 0,2637 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1899 | -      | 0,0501          | 0,0101 | 0,0336 | 0,0067 | 0,0044 | 0,0538 | 0,0044 | 0,0622 |  |  |   |  |
| 120  | B1 | 0,0071 | 0,0037 | -      | -      | -      | 0,0017 | -      | 0,0101 | 0,0123 | -      | 0,0484 | 0,0286 | -      | 0,0042 | 0,0412 | -      | -               | 0,0118 | 0,0235 | 0,0118 | 0,0022 | 0,0252 | 0,0082 | 0,1815 |  |  |   |  |
| 120  | B2 | 0,0165 | 0,0084 | 0,0061 | -      | -      | 0,0020 | -      | -      | 0,0627 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0513 | 0,0042 | -               | 0,0084 | 0,0007 | -      | 0,0047 | 0,1916 | 0,0286 | -      |  |  |   |  |
| 120  | B3 | 0,0079 | 0,0025 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0052 | 0,0037 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -               | -      | 0,0084 | -      | 0,0037 | 0,0101 | 0,0286 | 0,1613 |  |  |   |  |
| 120  | B4 | 0,0064 | 0,0052 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -               | 0,0202 | 0,3429 | -      | -      | 0,0101 | 0,0185 | 0,0457 |  |  |   |  |
| 180  | B1 | 0,0042 | 0,0024 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0067 | -      | -      | -      | -      | 0,0212 | -      | -               | 0,0672 | 0,0000 | -      | 0,0022 | 0,0729 | 0,0034 | 0,1076 |  |  |   |  |
| 180  | B2 | 0,0087 | 0,0044 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0057 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -               | 0,0235 | 0,0101 | -      | 0,0044 | 0,0074 | 0,0045 | 0,2437 |  |  |   |  |
| 180  | B3 | 0,0038 | -      | -      | 0,0017 | 0,0092 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0077 | -      | -               | 0,0168 | -      | -      | 0,0029 | 0,0054 | 0,0185 | 0,1291 |  |  |   |  |
| 180  | B4 | 0,0057 | 0,0042 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0141 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -               | -      | 0,0134 | -      | -      | 0,0252 | 0,0084 | 0,0625 |  |  |   |  |

Continuação, ANEXO 1.

| 7/12   | 26/12  | 2/1    | 15/1   | 21/1   | 1/2    | 18/2   | 25/2   | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0202 | -      | 0,0459 | 0,1723 | 0,0487 | -      | 0,0202 | 0,0230 | -      | -      | 0,0101 | 0,0047 | -      |
| 0,0148 | 0,0084 | 0,0761 | 0,1092 | 0,0049 | -      | 0,0106 | 0,0218 | 0,0044 | 0,0032 | 0,0108 | 0,0062 | -      |
| -      | -      | 0,2185 | 0,0000 | 0,0084 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0111 | 0,0050 | -      |
| 0,0168 | 0,0168 | 0,0151 | 0,2827 | 0,0116 | 0,0067 | 0,0645 | -      | 0,0087 | 0,0032 | 0,0101 | 0,0082 | 0,0067 |
| -      | -      | -      | -      | 0,0538 | -      | -      | -      | 0,0044 | -      | 0,0235 | 0,0077 | 0,0076 |
| 0,0111 | 0,0163 | 0,0336 | 0,0487 | 0,0079 | -      | 0,0215 | 0,0025 | 0,0049 | -      | 0,0082 | 0,0037 | 0,0042 |
| -      | -      | 0,0403 | 0,0420 | 0,0131 | -      | 0,0111 | 0,0072 | -      | -      | 0,0114 | 0,0064 | 0,0094 |
| 0,0061 | 0,0217 | 0,0247 | 0,0672 | 0,0311 | -      | 0,0099 | 0,0104 | 0,0029 | 0,0035 | 0,0111 | 0,0030 | 0,0084 |
| -      | -      | -      | -      | 0,0170 | -      | -      | -      | 0,0066 | -      | 0,0049 | 0,0052 | -      |
| 0,0057 | 0,0077 | 0,0383 | 0,1227 | 0,0170 | 0,0267 | 0,0420 | 0,0891 | -      | -      | 0,0072 | 0,0022 | 0,0072 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0055 | -      |
| 0,0061 | 0,0133 | 0,0000 | -      | -      | -      | -      | 0,1042 | 0,0084 | 0,0055 | 0,0161 | 0,0000 | 0,0049 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0029 | -      | 0,0050 | 0,0050 | -      |
| -      | -      | -      | -      | 0,0118 | -      | 0,0040 | 0,0309 | 0,0027 | -      | 0,0134 | 0,0057 | -      |
| 0,0072 | -      | -      | 0,1082 | 0,1176 | -      | -      | -      | 0,0092 | 0,0035 | 0,0168 | 0,0082 | -      |
| 0,0049 | 0,0103 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0055 | 0,0027 | -      | 0,0161 | 0,0084 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento superficial.

ANEXO 2 - PERDA DE SOLO (kg ha<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

| 1    |    |        |        |        |        |        |        |         |         |        |         |        |        |        |         |        |        |         | Datas de coleta |        |        |        |        | 2      |         |  | 3 |  |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--|---|--|
| Dose | BI | 18/9   | 20/9   | 2/10   | 13/10  | 16/10  | 2/11   | 4/11    | 20/11   | 21/11  | 5/12    | 8/12   | 5/1    | 29/1   | 12/2    | 21/2   | 18/3   | 25/4    | 19/5            | 21/5   | 22/5   | 16/7   | 23/7   | 25/7   | 12/11   |  |   |  |
| 0    | B1 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 15,9647 | 0,0000  | 0,1580 | 15,8531 | -      | -      | 0,4902 | 13,4345 | -      | 0,7155 | 0,5798  | 0,0000          | 8,9277 | 0,6202 | 0,0086 | 1,0487 | 0,0101 | 19,8824 |  |   |  |
| 0    | B2 | 0,0061 | 0,0341 | -      | -      | -      | -      | -       | 7,6824  | -      | 2,1678  | -      | -      | -      | 2,8672  | -      | 0,0998 | 14,4255 | 8,7485          | -      | -      | 0,0160 | 1,0487 | 0,0071 | 0,1261  |  |   |  |
| 0    | B3 | 0,0017 | 0,0151 | -      | -      | -      | -      | 0,5266  | 1,5126  | -      | 1,2610  | -      | 0,5928 | 0,5863 | 0,3724  | -      | -      | -       | -               | -      | -      | 0,0807 | -      | -      | 0,5566  |  |   |  |
| 0    | B4 | 0,1304 | 0,1792 | 0,0668 | 3,3793 | 0,3156 | 0,0319 | 9,2549  | 21,2605 | 0,7618 | 0,7225  | 0,0000 | 0,0000 | 0,6272 | 4,6431  | 0,0137 | 1,5178 | 2,1647  | 1,4790          | 0,7479 | 0,3821 | 0,0215 | 0,0196 | 0,0347 | -       |  |   |  |
| 60   | B1 | 0,0040 | 0,0055 | 0,0327 | -      | -      | -      | -       | 23,6813 | -      | -       | -      | -      | -      | 0,5322  | -      | -      | 0,0320  | -               | -      | -      | 0,0134 | 0,0672 | 0,0129 | 5,8852  |  |   |  |
| 60   | B2 | 0,0224 | 0,1950 | -      | -      | -      | -      | -       | 0,1849  | -      | -       | -      | -      | -      | 0,7669  | -      | 0,0069 | 0,6039  | 0,2689          | 1,6571 | 1,1405 | 0,0084 | 1,3804 | 0,0350 | 5,3943  |  |   |  |
| 60   | B3 | 0,0000 | 0,0081 | -      | -      | -      | -      | 0,4880  | 2,1943  | -      | -       | -      | -      | -      | 0,1667  | -      | 0,3797 | 0,1229  | -               | -      | -      | -      | -      | -      | 3,8487  |  |   |  |
| 60   | B4 | 0,0140 | 0,0242 | -      | 0,6810 | 0,4400 | 0,0382 | 0,3980  | 2,6370  | -      | -       | -      | -      | -      | 1,8359  | -      | 0,3005 | 0,6545  | 0,0314          | 2,7339 | 0,0157 | 0,0437 | 0,1076 | 0,2418 | 2,3838  |  |   |  |
| 120  | B1 | 0,0024 | 0,1097 | -      | -      | -      | -      | 0,1311  | 0,4703  | -      | 1,9200  | 0,1143 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1784  | -      | -      | 0,6204  | 0,0179          | 2,4314 | 0,0157 | 0,0080 | 3,1765 | 0,0110 | 3,5092  |  |   |  |
| 120  | B2 | 0,3075 | 0,1922 | 0,0484 | -      | -      | -      | -       | 1,2120  | 0,0000 | -       | -      | -      | -      | 0,5297  | 0,0406 | -      | 0,8412  | -               | 0,0262 | -      | 0,0910 | 1,7244 | 0,4190 | -       |  |   |  |
| 120  | B3 | 0,0158 | 0,0050 | -      | -      | -      | -      | -       | 0,0486  | 0,0629 | -       | -      | -      | -      | 0,0000  | -      | -      | -       | -               | 0,1289 | -      | 0,0246 | 0,1815 | -      | 1,0218  |  |   |  |
| 120  | B4 | 0,0170 | 0,0010 | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -      | 0,0000  | -      | -      | 0,4984  | -               | 0,9143 | -      | -      | 0,3025 | -      | 0,1371  |  |   |  |
| 180  | B1 | 0,0252 | 0,0306 | -      | -      | -      | -      | -       | -       | 0,3070 | -       | -      | -      | -      | 0,3741  | -      | -      | 0,3314  | 0,0112          | -      | -      | 0,0371 | 0,8510 | 0,0067 | 2,7966  |  |   |  |
| 180  | B2 | 0,0175 | 0,0058 | -      | -      | -      | -      | -       | 0,4000  | -      | -       | -      | -      | -      | 0,0000  | -      | -      | 2,1634  | -               | 0,1008 | -      | 0,3059 | 0,1380 | 0,0333 | 0,1625  |  |   |  |
| 180  | B3 | 0,0063 | -      | -      | 0,1092 | 0,2031 | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -      | 1,3529  | -      | -      | -       | -               | -      | -      | 0,0067 | 0,0179 | 0,0493 | 0,5593  |  |   |  |
| 180  | B4 | 0,0019 | 0,0224 | -      | -      | 0,1244 | -      | -       | 0,3200  | -      | -       | -      | -      | -      | -       | -      | -      | -       | -               | 0,0896 | -      | -      | 0,5546 | -      | 0,0833  |  |   |  |

Continuação, ANEXO 2.

| 7/12   | 26/12  | 2/1    | 15/1   | 21/1   | 1/2    | 18/2   | 25/2   | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,8739 | -      | 1,1624 | 1,4930 | 0,7961 | -      | 1,2101 | 0,5603 | -      | -      | 0,1445 | 0,0424 | -      |
| 0,2514 | 0,0308 | 2,0810 | 2,1849 | 0,1560 | -      | 0,2329 | 0,1457 | 0,0976 | 0,0894 | 0,3012 | 0,0622 | -      |
| -      | -      | 5,8992 | -      | 0,5545 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0850 | 0,2756 | -      |
| 0,3137 | 0,1961 | 0,4437 | 4,6173 | 0,1701 | 0,1723 | 0,2582 | -      | 0,2301 | 0,1022 | 0,1748 | 0,1675 | 0,1703 |
| -      | -      | -      | -      | 0,9322 | -      | -      | -      | 0,1092 | -      | 0,3686 | 0,0541 | 0,1311 |
| 0,3328 | 0,1250 | 0,8067 | 1,1373 | 0,0737 | -      | 0,4661 | 0,0269 | 0,0617 | -      | 0,1565 | 0,0333 | 0,1373 |
| 0,0235 | -      | 0,5513 | 0,9804 | 0,2971 | -      | 0,3291 | 0,1999 | -      | -      | 0,3048 | 0,4322 | 0,1914 |
| 0,0303 | 0,2240 | 0,5600 | 1,4118 | 0,8810 | -      | 0,2347 | 0,2084 | 0,0200 | 0,0376 | 0,0666 | 0,0061 | 0,2549 |
| -      | -      | -      | -      | 0,3055 | -      | -      | -      | 0,1726 | -      | 0,1007 | 0,0955 | -      |
| 0,0686 | 0,1031 | 0,8047 | 0,8997 | 0,2886 | 0,4988 | 1,0784 | 1,7221 | -      | -      | 0,0578 | -      | 0,0361 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 0,0887 | 0,1328 | -      | -      | -      | -      | -      | 1,8409 | 0,1569 | 0,0444 | 0,2313 | -      | 0,0504 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0286 | -      | 0,1429 | 0,0336 | -      |
| -      | -      | -      | -      | 0,0078 | 0,0000 | 0,0834 | 0,5773 | 0,0233 | -      | 0,1793 | 0,3048 | -      |
| 0,0217 | -      | -      | 0,0722 | 0,5882 | -      | -      | -      | 0,1972 | 0,0118 | -      | 0,0522 | -      |
| 0,0180 | 0,0410 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0536 | 0,0717 | -      | 0,0538 | 0,0504 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 3 - CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTO (g L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.**

| 1    |    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Datas de coleta |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 2 |  |  |  | 3 |  |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--|--|--|---|--|
| Dose | Bl | 18/9   | 19/9   | 2/10   | 13/10  | 16/10  | 2/11   | 4/11   | 20/11  | 21/11  | 5/12   | 8/12   | 5/1    | 29/1   | 12/2   | 21/2            | 18/3   | 25/4   | 19/5   | 21/5   | 22/5   | 16/7   | 23/7   | 25/7   | 12/11  |   |  |  |  |   |  |
| 0    | B1 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0033 | -      | 0,4700 | 0,0176 | -      | 0,0280 | 0,0044 | -               | 0,0290 | 0,0043 | 0,0013 | 0,0778 | 0,4594 | 0,1059 | 1,0400 | 0,0300 | 0,0249 |   |  |  |  |   |  |
| 0    | B2 | 0,0074 | 0,1187 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0643 | -      | 1,5352 | -      | -      | 0,0016 | -               | 0,0040 | 0,1916 | 0,0762 | -      | -      | 0,3385 | 1,0400 | 0,0571 | 0,0556 |   |  |  |  |   |  |
| 0    | B3 | 0,0067 | 0,0600 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1880 | 0,0046 | -      | 0,0411 | -      | 0,0101 | 0,0087 | -               | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0089 | -      | 0,0426 |   |  |  |  |   |  |
| 0    | B4 | 0,0104 | 0,3805 | 0,2420 | 0,0359 | 0,0656 | 6,4857 | 0,1267 | 0,0015 | 0,0011 | 4,0231 | 0,0026 | -      | 0,0232 | 0,0025 | 0,0400          | 0,0050 | 0,0162 | 0,1320 | 0,0034 | 0,1232 | 0,5333 | 0,0280 | 0,3100 | 0,0000 |   |  |  |  |   |  |
| 60   | B1 | 0,0028 | 0,0082 | 0,9636 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0138 | -      | -      | -      | -      | 0,0526 | -               | -      | 0,0236 | -      | -      | -      | 0,4800 | 0,0667 | 0,1048 | 0,0058 |   |  |  |  |   |  |
| 60   | B2 | 0,2211 | 0,0963 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1833 | -      | -      | -      | -      | 0,0222 | -               | 0,0258 | 0,0359 | 0,1500 | 0,2047 | 3,9328 | 0,1333 | 0,1925 | 0,2167 | 0,0384 |   |  |  |  |   |  |
| 60   | B3 | 0,0000 | 0,0667 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1031 | 0,0944 | -      | -      | -      | -      | 0,5813 | -               | 0,0215 | 0,1686 | 0,0067 | 0,0100 | -      | -      | -      | -      | 0,0026 |   |  |  |  |   |  |
| 60   | B4 | 0,0491 | 0,0500 | -      | 0,8036 | 0,1109 | 0,4125 | 0,2818 | 0,0649 | 0,0038 | -      | -      | -      | -      | 0,0051 | -               | 0,0121 | 0,0083 | 0,0133 | 0,2440 | 0,0784 | 0,2308 | 0,0038 | 1,2769 | 0,0622 |   |  |  |  |   |  |
| 120  | B1 | 0,0048 | 0,8091 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1300 | 0,3151 | -      | 0,0826 | 0,0141 | 0,0000 | 0,0106 | -               | -      | 0,0035 | 0,0029 | 0,4429 | 0,0448 | 0,1692 | 0,1680 | 0,0163 | 0,0107 |   |  |  |  |   |  |
| 120  | B2 | 0,1143 | 0,1400 | 0,0444 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0311 | -      | -      | -      | -      | 0,0203 | 0,2320          | -      | 0,0145 | 0,0080 | 5,8500 | -      | 0,4143 | 0,0047 | 0,0518 | -      |   |  |  |  |   |  |
| 120  | B3 | 0,0255 | 0,0267 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1806 | 0,1545 | -      | -      | -      | -      | -               | -      | -      | -      | 0,1840 | -      | 0,1818 | 0,1800 | 0,0024 | 0,0040 |   |  |  |  |   |  |
| 120  | B4 | 0,0421 | 0,0258 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0000 | -      | -      | -      | -      | -               | -      | 0,0921 | 0,0033 | 0,0008 | -      | -      | 0,3000 | 0,0036 | 0,0066 |   |  |  |  |   |  |
| 180  | B1 | 0,0480 | 0,1857 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,6850 | -      | -      | -      | 0,0841 | -               | -      | 0,1429 | 0,0010 | -      | -      | 0,7846 | 0,0161 | 0,0600 | 0,0244 |   |  |  |  |   |  |
| 180  | B2 | 0,0231 | 0,0308 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 1,2353 | 0,0000 | -      | -      | -      | -      | -               | -      | 0,0276 | 0,0029 | 0,1000 | -      | 1,6154 | 0,2545 | 0,1630 | 0,0003 |   |  |  |  |   |  |
| 180  | B3 | 0,0446 | 0,0000 | -      | 1,3000 | 0,2691 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 2,2826 | -               | -      | 0,0029 | 0,0040 | -      | -      | 0,0824 | 0,0625 | 0,0145 | 0,0034 |   |  |  |  |   |  |
| 180  | B4 | 0,0059 | 0,1280 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1619 | -      | -      | -      | -      | -      | -               | -      | -      | -      | 0,0500 | -      | -      | 0,0293 | 0,0080 | 0,0022 |   |  |  |  |   |  |

Continuação, ANEXO 3.

| 7/12   | 26/12  | 2/1    | 15/1   | 21/1   | 1/2    | 18/2   | 25/2   | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,2167 | -      | 0,0557 | 0,0051 | 0,0338 | -      | 0,3000 | 0,1066 | 0,0000 | -      | 0,1433 | 0,1929 | -      |
| 0,1159 | 0,0440 | 0,0362 | 0,0185 | 0,6621 | -      | 0,2095 | 0,0308 | 0,5154 | 0,8842 | 0,2625 | 0,1622 | -      |
| -      | -      | 0,0125 | 0,0000 | 0,3920 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0697 | 1,0933 | -      |
| 0,1120 | 0,0700 | 0,1956 | 0,0058 | 0,1275 | 0,3845 | 0,0063 | -      | 0,3038 | 1,0105 | 0,1733 | 0,2490 | 0,3800 |
| -      | -      | -      | -      | 0,0325 | -      | -      | -      | 0,5769 | -      | 0,0671 | 0,0913 | 0,2311 |
| 0,2727 | 0,0474 | 0,0720 | 0,0483 | 0,1191 | -      | 0,1016 | 0,4267 | 0,2621 | -      | 0,2327 | 0,2455 | 0,7840 |
| -      | -      | 0,0342 | 0,0560 | 0,1744 | -      | 0,2697 | 0,3860 | 0,0000 | -      | 0,2353 | 1,0684 | 0,2179 |
| 0,0833 | 0,0481 | 0,0925 | 0,0315 | 0,0919 | -      | 0,2407 | 0,1935 | 0,2471 | 0,3048 | 0,0545 | 0,0667 | 0,3640 |
| -      | -      | -      | -      | 0,1069 | -      | -      | -      | 0,4051 | -      | 0,4276 | 0,3548 | -      |
| 0,2118 | 0,1739 | 0,0553 | 0,0060 | 0,1010 | 0,0704 | 0,0616 | 0,0219 | -      | -      | 0,1116 | 0,0308 | 0,0698 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0121 | -      |
| 0,2444 | 0,0759 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0171 | 0,2240 | 0,1455 | 0,0896 | -      | 0,2138 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,3529 | -      | 0,5667 | 0,1333 | -      |
| -      | -      | -      | -      | 0,0057 | -      | 0,5167 | 0,0609 | 0,3250 | -      | 0,1000 | 0,9412 | -      |
| 0,0419 | -      | -      | 0,0006 | 0,0043 | -      | -      | -      | 0,2327 | 0,0952 | 0,0040 | 0,0776 | -      |
| 0,0753 | 0,0393 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1758 | 1,0000 | -      | 0,0208 | 0,0720 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

ANEXO 4 - CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR

|      |    | 1               |        |        |        |        |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        |         |         |        | 2      |        |        |        |        |        |  |  |  |  | 3 |  |
|------|----|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|---|--|
|      |    | Dados de coleta |        |        |        |        |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |   |  |
| Dose | Bl | 18/9            | 19/9   | 2/10   | 13/10  | 16/10  | 2/11   | 4/11   | 20/11   | 21/11   | 5/12   | 8/12    | 5/1    | 29/1   | 12/2    | 21/2   | 18/3    | 25/4    | 19/5   | 21/5   | 22/5   | 16/7   | 23/7   | 25/7   | 12/11  |  |  |  |  |   |  |
| 0    | B1 | -               | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 13,8975 | -       | 0,6390 | 5,3417  | -      | 6,0150 | 16,8603 | -      | 17,7354 | 12,7771 | 0,0000 | 8,4575 | 1,1981 | 0,0369 | -      | 0,1608 | 1,2983 |  |  |  |  |   |  |
| 0    | B2 | 2,3111          | 0,4802 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 2,8961  | -      | 2,4092  | -      | -      | 79,9688 | -      | 9,6258  | 29,2680 | 0,2099 | -      | -      | 0,1853 | -      | 0,2700 | 0,1592 |  |  |  |  |   |  |
| 0    | B3 | 0,5573          | 1,6007 | -      | -      | -      | -      | -      | 4,6975  | 15,1092 | -      | 3,6435  | -      | 19,281 | 3,1886  | -      | -       | -       | -      | -      | -      | 1,4471 | -      | -      | 0,0760 |  |  |  |  |   |  |
| 0    | B4 | 1,0638          | 0,5201 | 0,3467 | 9,0364 | 4,5676 | 1,4507 | 0,1467 | 12,8620 | 18,2738 | 0,0758 | 12,7522 | -      | 5,7271 | 31,6045 | 0,4612 | 61,3295 | 8,7509  | -      | 4,1748 | 3,6941 | 0,1403 | 0,0578 | 0,1106 | -      |  |  |  |  |   |  |
| 60   | B1 | 0,9776          | 0,4813 | 0,2379 | -      | -      | -      | -      | -       | 5,9637  | -      | -       | -      | -      | 6,0895  | -      | -       | 10,6722 | -      | -      | -      | 0,0903 | 0,8522 | 0,1075 | 35,028 |  |  |  |  |   |  |
| 60   | B2 | 0,1263          | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 1,5539  | -      | -       | -      | -      | 4,9860  | -      | 1,7638  | 18,9808 | 3,3350 | 0,1052 | 0,0329 | 0,2205 | 0,2852 | 0,1907 | 0,950  |  |  |  |  |   |  |
| 60   | B3 | -               | 0,2539 | -      | -      | -      | -      | -      | 2,6429  | 1,5005  | -      | -       | -      | -      | 0,6372  | -      | 2,7365  | 3,1570  | -      | 0,1124 | -      | -      | -      | 0,0367 | 1,6069 |  |  |  |  |   |  |
| 60   | B4 | 1,4966          | 0,1271 | -      | 4,3515 | 0,5751 | 1,4891 | 0,5358 | 1,5109  | 3,5342  | -      | -       | -      | -      | 48,9262 | -      | 17,4010 | 2,7692  | -      | 1,7120 | 0,3701 | 1,4759 | 8,9341 | 0,6829 | 0,3188 |  |  |  |  |   |  |
| 120  | B1 | 0,3314          | 0,2114 | -      | -      | -      | -      | -      | 1,5452  | 0,0124  | -      | 8,4420  | 2,1956 | 0,0000 | -       | -      | -       | 11,3172 | 0,7027 | 0,0342 | 0,0631 | 0,0627 | 0,5615 | 0,1900 | 4,3313 |  |  |  |  |   |  |
| 120  | B2 | 0,7588          | 1,3280 | 0,6852 | -      | -      | 0,1875 | -      | -       | 2,5066  | -      | -       | -      | -      | 10,3387 | -      | -       | 28,0781 | -      | 0,0129 | -      | 0,1904 | 1,1648 | 0,0512 | -      |  |  |  |  |   |  |
| 120  | B3 | 0,3422          | 0,2890 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 0,0111  | 0,5919 | -       | -      | -      | -       | -      | -       | -       | -      | 0,4520 | -      | 0,4675 | 1,0988 | 1,5342 | 2,2233 |  |  |  |  |   |  |
| 120  | B4 | 1,6420          | 0,6185 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -       | -      | 5,9753  | -       | 7,5278 | -      | -      | -      | 0,3831 | 1,7926 | 0,408  |  |  |  |  |   |  |
| 180  | B1 | 0,3088          | 0,2726 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -      | 5,3676  | -      | -       | 0,4323  | 1,5484 | 0,0000 | -      | 0,0674 | 4,2535 | 0,3265 | 5,828  |  |  |  |  |   |  |
| 180  | B2 | 1,5987          | 0,1544 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -      | 0,0000  | -      | 17,3697 | -       | 0,1838 | -      | 0,2671 | 0,1162 | -      | 2,1813 | -      |  |  |  |  |   |  |
| 180  | B3 | 0,3586          | 0,0000 | -      | 1,2689 | 0,7684 | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -       | -      | -       | -       | -      | -      | 0,2442 | 0,1087 | 0,8286 | 0,0469 | -      |  |  |  |  |   |  |
| 180  | B4 | 0,8595          | 0,7314 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 1,1565  | -      | -       | -      | -      | -       | -      | -       | -       | -      | 2,3456 | -      | -      | 0,8477 | 0,8286 | 0,250  |  |  |  |  |   |  |

## Continuação, ANEXO 4.

| 7/12   | 26/12  | 2/1     | 15/1    | 21/1    | 1/2    | 18/2    | 25/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,0336 | -      | 8,0699  | 4,1653  | 1,8478  | -      | 2,9580  | 6,5740  | -      | -      | 2,2283 | 0,5766 | -      |
| 0,2167 | 0,1251 | 9,0028  | 0,2218  | 0,1631  | -      | 0,2695  | 11,4154 | 1,4700 | 0,0503 | 1,2788 | 0,9195 | -      |
| -      | -      | 50,9333 | -       | 1,0950  | -      | -       | -       | -      | -      | 2,2495 | 0,3300 | -      |
| 0,1489 | 2,8279 | -       | -       | 0,0217  | 0,6391 | 4,8035  | -       | 1,2305 | 0,3654 | -      | 0,5391 | 0,9161 |
| -      | -      | -       | -       | 30,1658 | -      | -       | -       | 0,1063 | -      | 8,3430 | 2,1822 | 0,0364 |
| 0,9313 | 5,6718 | 2,2350  | 5,6512  | 2,3343  | -      | 5,4351  | 1,8247  | 0,5578 | -      | 4,4936 | 0,6738 | 0,3511 |
| 0,0871 | 0,0000 | 5,4806  | 1,3661  | 0,4408  | -      | 0,9277  | 0,0703  | -      | -      | 6,0972 | 0,2355 | -      |
| 0,6468 | 5,9629 | 7,8285  | 4,6301  | 4,4862  | -      | 2,0558  | 0,7681  | 0,3934 | 0,6370 | -      | 0,6522 | 1,2872 |
| -      | -      | -       | -       | 3,4141  | -      | -       | -       | 0,0024 | -      | 1,8880 | 0,0797 | -      |
| 0,5555 | 1,4187 | 2,4353  | 12,5405 | 1,6771  | 2,2456 | 20,4617 | 34,9287 | -      | -      | 2,8459 | -      | 1,1242 |
| 0,0000 | -      | -       | -       | -       | -      | -       | -       | -      | -      | -      | -      | 0,2215 |
| 0,1732 | -      | -       | -       | -       | -      | -       | 21,3299 | 0,9617 | 0,7580 | 2,1384 | 1,2330 | 0,6769 |
| 0,4252 | -      | -       | -       | -       | -      | -       | -       | 0,4603 | -      | 0,4513 | -      | -      |
| -      | -      | -       | -       | 3,7867  | -      | 0,1366  | 6,0650  | 0,1760 | -      | 1,5387 | 0,4775 | -      |
| 0,0893 | -      | -       | 27,9297 | 57,8438 | -      | -       | -       | 1,7131 | 0,2310 | 1,4043 | 0,5391 | -      |
| 0,4864 | 0,8566 | -       | -       | -       | -      | -       | 2,2642  | 0,1760 | -      | 1,0561 | 1,4213 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetos líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

ANEXO 5 - CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIO (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

|      |    | 1      |        |        |        |        |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |         | 2       |         |         |         |        |         |         |          |         |  |  |  |  |  |  |  | 3 |  |  |  |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|
| Dose | BI | 18/9   | 19/9   | 2/10   | 13/10  | 16/10  | 2/11   | 4/11   | 20/11   | 2/11    | 5/12   | 8/12    | 5/1    | 29/1    | 12/2    | 2/2    | 18/3    | 25/4    | 19/5    | 2/5     | 22/5    | 16/7   | 23/7    | 25/7    | 12/11    |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B1 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 40,6702 | -       | 0,1327 | 11,6191 | -      | 11,7350 | 3,6299  | -      | 9,4921  | 12,7771 | -       | 60,2224 | 4,5043  | 0,5292 | -       | -       | 0,7542   | 96,9300 |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B2 | 0,9148 | 0,2057 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 6,6867  | -      | 2,4461  | -      | -       | 8,8669  | -      | 2,2958  | 29,2680 | 42,1328 | -       | -       | 0,4436 | 3,4490  | 0,8834  | 5,8275   |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B3 | 0,3878 | 0,2290 | -      | -      | -      | -      | -      | 6,3085  | 22,6368 | -      | 3,2885  | -      | 2,7550  | 2,4643  | -      | -       | -       | -       | -       | -       | -      | 9,2705  | -       | 12,9773  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B4 | 2,0599 | 0,4213 | 0,4742 | 3,9469 | 5,4683 | 1,0047 | 0,3704 | 14,1600 | 32,3606 | 0,1142 | 5,9570  | -      | 7,0247  | 0,5310  | 0,2199 | 18,8055 | 11,2125 | -       | 23,5984 | 48,1880 | 0,4770 | 0,2374  | 0,7655  | -        |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B1 | 1,2168 | 0,5782 | 0,1872 | -      | -      | -      | -      | -       | 16,3152 | -      | -       | -      | -       | 8,7376  | -      | -       | 10,6722 | -       | -       | -       | 0,5918 | 0,2547  | 0,4043  | 190,7708 |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B2 | 0,2615 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 10,431  | -      | -       | -      | -       | 10,934  | -      | -       | 15,2611 | 5,6264  | 9,0551  | 4,3046  | 0,2966 | 3,9712  | 0,4229  | 50,4963  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B3 | -      | 0,2618 | -      | -      | -      | -      | -      | 3,5552  | 4,7916  | -      | -       | -      | -       | 16,368  | -      | -       | 3,4303  | -       | -       | 1,1486  | -      | -       | -       | 85,7491  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B4 | 0,8625 | 0,6064 | -      | 0,7061 | 1,5375 | 0,9350 | 0,5407 | 2,6269  | 3,4518  | -      | -       | -      | -       | -       | -      | 5,9749  | 2,7692  | -       | 8,7325  | 2,4858  | 2,4721 | 22,6720 | 1,7652  | 23,6088  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B1 | 0,4839 | 0,3616 | -      | -      | -      | -      | -      | 1,3281  | 0,6964  | -      | 1,6805  | 2,0630 | -       | 14,3423 | -      | -       | 11,3172 | 19,1776 | 2,9005  | 5,9448  | 0,1069 | 11,4004 | 3,5072  | 45,8514  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B2 | 1,4747 | 0,4950 | 0,8578 | -      | -      | 0,8188 | -      | -       | 12,3463 | -      | -       | -      | -       | 13,5687 | -      | -       | 26,8541 | -       | 0,0068  | -       | 0,8954 | 60,1977 | 15,2541 | -        |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B3 | -      | 0,4477 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 0,2445  | 0,3986 | -       | -      | -       | -       | -      | -       | -       | -       | 1,1175  | -       | 0,7971 | 4,6449  | 10,7483 | 85,0056  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B4 | 2,5105 | 0,8587 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -       | -       | -      | -       | 1,9344  | -       | 58,1655 | -       | -      | 5,8130  | 8,3710  | 6,7157   |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B1 | 0,4786 | 0,6641 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -       | 2,8800  | -      | -       | 4,8385  | 1,9810  | -       | -       | 0,6380 | 32,1713 | 1,5653  | 34,1296  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B2 | 2,7178 | 0,0058 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 0,5584  | -      | -       | -      | -       | -       | -      | -       | 17,3697 | -       | 4,6470  | -       | 0,7352 | 2,3274  | 2,5447  | 113,6293 |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B3 | 0,3793 | -      | -      | 0,3571 | 3,1735 | -      | -      | -       | -       | -      | -       | -      | -       | 3,3994  | -      | -       | 11,9714 | -       | -       | -       | 0,7000 | 2,3432  | 9,5645  | 69,9283  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B4 | 0,3930 | 0,4171 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 0,1844  | -      | -       | -      | -       | -       | -      | -       | -       | -       | 6,0540  | -       | -      | 6,7305  | 4,5008  | 23,9041  |         |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |

Continuação, ANEXO 5.

| 7/12    | 26/12   | 2/1     | 15/1    | 2/11    | 1/2     | 18/2    | 25/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4    | 22/4   | 2/5    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 10,4976 | -       | 22,4003 | 66,6353 | 27,2680 | -       | 4,2420  | 7,4737  | -      | -      | 4,8300  | 2,5309 | -      |
| 7,7009  | 2,6233  | 21,5628 | -       | 2,7689  | -       | 1,6048  | 0,7820  | -      | 10,403 | 5,8888  | 1,4311 | -      |
| -       | -       | 99,4760 | -       | 9,6879  | -       | -       | -       | -      | -      | 4,9883  | 2,3351 | -      |
| 8,9553  | 8,2143  | 8,1891  | -       | 1,7904  | 2,7523  | 12,4310 | -       | 3,7609 | 1,4642 | 4,0160  | 3,9755 | 3,1078 |
| -       | -       | -       | -       | 24,7584 | -       | -       | -       | 10,640 | -      | 11,2039 | 3,1918 | 1,3419 |
| 5,8776  | 6,9884  | 12,2925 | 15,6622 | 4,4395  | -       | 6,9059  | 0,8865  | 2,7776 | -      | 2,9886  | 1,9130 | 2,2866 |
| -       | -       | 21,8946 | 18,9956 | 6,9129  | -       | 4,3067  | 2,5813  | -      | -      | 4,4288  | 3,1401 | 4,4373 |
| 0,7190  | 11,2156 | 14,3108 | 26,3040 | 15,8411 | -       | 3,7450  | 4,0398  | 1,3230 | 2,0573 | -       | 1,4613 | 3,0871 |
| -       | -       | -       | -       | 8,5991  | -       | -       | -       | 2,9980 | -      | 2,8322  | -      | -      |
| 2,6979  | 3,3334  | 5,9548  | 32,7113 | 8,0194  | 12,2545 | 18,6688 | 51,4418 | -      | -      | 2,5619  | -      | 4,1582 |
| -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -      | -       | -      | -      |
| 10,161  | 5,4218  | -       | -       | -       | -       | -       | 47,0487 | 4,5596 | 2,8411 | 5,7965  | 3,3451 | 2,7322 |
| -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | 1,3230 | -      | 1,5235  | -      | -      |
| -       | -       | -       | -       | 6,8303  | -       | 12,571  | 17,2399 | 1,1923 | -      | 5,7586  | 3,2280 | -      |
| 5,0138  | -       | -       | 39,7235 | 65,7178 | -       | -       | 2,1879  | 2,0379 | 6,4840 | 4,3220  | -      | -      |
| 2,6680  | 4,0463  | -       | -       | -       | -       | -       | 2,7035  | 0,6198 | -      | 3,7322  | 3,9228 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 6 - CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.**

| 1    |    |         |         |          | 2       |         |         |        |         |         |         |          |        |          | 3       |          |          |         |        |        |         |         |        |  |
|------|----|---------|---------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|---------|----------|----------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--|
| Dose | BI | 18/9    | 19/9    | 20/11    | 21/11   | 12/2    | 18/3    | 25/4   | 19/5    | 21/5    | 22/5    | 23/7     | 25/7   | 12/11    | 7/12    | 2/1      | 15/1     | 18/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4    | 22/4    | 2/5    |  |
| 0    | B1 | -       | -       | 50,4480  | -       | 4,1531  | 9,6286  | 3,4500 | -       | 68,0400 | 6,4463  | -        | -      | 162,9794 | 11,1000 | 23,2214  | 75,6578  | -       | -      | -      | 7,8488  | 2,7665  | -      |  |
| 0    | B2 | 1,3684  | -       | -        | 6,6867  | 9,3356  | -       | -      | 42,6000 | -       | -       | 15,7950  | -      | 13,7981  | 11,1155 | 29,7848  | 54,5188  | 18333   | 2,7251 | -      | -       | -       | -      |  |
| 0    | B3 | 0,8558  | -       | 6,9140   | 22,6368 | 3,4618  | -       | -      | -       | -       | -       | -        | -      | 20,6550  | -       | 109,3625 | -        | -       | -      | -      | 6,3154  | -       | -      |  |
| 0    | B4 | 3,0153  | -       | 126,2600 | 32,3606 | -       | 19,2904 | 3,4500 | -       | -       | 82,8088 | -        | -      | -        | -       | -        | -        | 77,6880 | 5,2683 | -      | 0,0000  | 4,8541  | 4,8675 |  |
| 60   | B1 | 1,6470  | -       | -        | 10,431  | 8,7376  | -       | -      | -       | -       | -       | 1,4400   | -      | -        | -       | -        | -        | -       | -      | -      | 11,2263 | -       | 2,7563 |  |
| 60   | B2 | -       | -       | -        | 4,7916  | 10,934  | 20,1227 | 0,0000 | 8,3000  | 17,3294 | 6,2821  | -        | -      | 103,5450 | 6,4845  | 14,1875  | 18,5963  | -       | 2,7782 | -      | 4,8908  | -       | 3,1453 |  |
| 60   | B3 | -       | -       | -        | 3,4518  | -       | -       | -      | -       | -       | -       | -        | -      | 334,9125 | -       | 22,9500  | 25,2656  | 14,3014 | -      | -      | -       | -       | -      |  |
| 60   | B4 | 2,0339  | 0,7272  | 16,7644  | 5,2409  | -       | 6,5535  | 2,6550 | -       | -       | 7,3350  | 31,1975  | -      | 26,3625  | -       | 15,4442  | 33,6250  | 0,0000  | -      | 2,0670 | -       | 18,169  | 4,4000 |  |
| 120  | B1 | 1,1708  | 14,383  | 2,4105   | 0,0000  | 15,3237 | -       | 3,9550 | 43,4000 | 8,8025  | 7,2056  | 169,7175 | 8,2381 | -        | -       | -        | -        | -       | -      | -      | 2,9924  | -       | -      |  |
| 120  | B2 | 4,5325  | -       | -        | 0,0197  | 13,9312 | -       | -      | -       | -       | -       | 70,2363  | 215688 | -        | 4,7643  | 11,6565  | 102,9756 | 50,2188 | -      | -      | 4,0554  | -       | 5,7754 |  |
| 120  | B3 | 2,3552  | -       | -        | 2,1574  | -       | -       | -      | -       | -       | -       | 10,1925  | -      | 90,0000  | -       | -        | -        | -       | -      | -      | -       | -       | -      |  |
| 120  | B4 | 2,9023  | 0,9560  | -        | -       | -       | -       | 0,2250 | -       | -       | -       | 58,0746  | -      | 54,9100  | 1,3995  | -        | -        | -       | -      | 3,3887 | 7,2540  | 4,1356  | 3,0885 |  |
| 180  | B1 | 1,1125  | -       | -        | -       | 3,2229  | -       | -      | 2,0938  | -       | -       | 38,6508  | -      | -        | -       | -        | -        | -       | -      | -      | -       | -       | -      |  |
| 180  | B2 | 2,9575  | -       | -        | -       | -       | -       | 2,6450 | 0,0000  | 9,4238  | -       | 7,4680   | -      | -        | -       | -        | -        | -       | 2,2060 | -      | 16,1600 | 4,2288  | -      |  |
| 180  | B3 | 0,9688  | -       | -        | -       | 3,3994  | -       | -      | -       | -       | -       | 29,9344  | -      | 173,2800 | -       | -        | 316,6365 | -       | 3,9703 | -      | 9,0375  | 6,7834  | -      |  |
| 180  | B4 | 23,7150 | 24,6250 | -        | 19751   | -       | -       | -      | -       | -       | -       | -        | -      | -        | -       | -        | -        | -       | -      | -      | 41,7800 | 64,9063 | -      |  |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 7 - CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO PARTICULADO (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.**

| 1    |    |         |        |          | 2        |         |         |         |         |                 |         |         |        |         | 3      |        |         |         |        |        |        |        |        |
|------|----|---------|--------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dose | B1 | 18/9    | 19/9   | 20/11    | 21/11    | 12/2    | 18/3    | 25/4    | 19/5    | Datos de coleta |         | 23/7    | 25/7   | 12/11   | 7/12   | 2/1    | 15/1    | 18/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
| 0    | B1 | -       | -      | 12,0175  | -        | 14,8144 | 12,3245 | 37,0384 | -       | 25,1345         | 15,0038 | -       | -      | 10,5764 | -      | 10508  | 15,1890 | -       | -      | -      | -      | -      | -      |
| 0    | B2 | -       | -      | -        | -        | -       | -       | -       | -       | -               | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -       | -       | -      | -      | -      | -      | -      |
| 0    | B3 | 1,6217  | -      | 3,9183   | 29,2019  | 22,6961 | -       | -       | -       | -               | -       | 8,6973  | -      | 9,3069  | -      | -      | -       | -       | -      | -      | 2,8024 | 0,7238 | -      |
| 0    | B4 | 10,9835 | 1,5775 | 156,6332 | 100,2375 | -       | 84,7928 | 74,7529 | -       | -               | 3,4383  | -       | -      | -       | -      | 2,4098 | 44,2802 | 18,8397 | -      | -      | -      | -      | 0,1905 |
| 60   | B1 | 3,9637  | -      | -        | 50,1353  | 13,4264 | -       | -       | -       | -               | -       | 3,0234  | -      | 82,2255 | -      | -      | -       | -       | 14885  | -      | 4,4905 | -      | -      |
| 60   | B2 | -       | -      | -        | 1,3217   | 11,5738 | 1,5319  | 18,8221 | -       | -               | -       | 3,9341  | -      | 20,2152 | 0,8168 | 2,8750 | 7,3340  | 7,8423  | -      | -      | -      | -      | -      |
| 60   | B3 | -       | -      | 3,3007   | 10,4602  | -       | -       | -       | -       | -               | -       | -       | -      | 65,1562 | -      | -      | -       | 2,5753  | 0,6086 | -      | -      | -      | -      |
| 60   | B4 | 1,5204  | 0,5762 | 4,2713   | 8,2765   | -       | 15,6815 | 29,0762 | -       | -               | 5,5330  | -       | -      | 4,9904  | -      | -      | -       | 3,0730  | -      | -      | -      | -      | -      |
| 120  | B1 | 1,1764  | 0,7558 | 2,9409   | 3,5195   | 13,6937 | -       | 43,4368 | -       | -               | 2,8823  | 6,1735  | 2,1375 | -       | -      | -      | -       | -       | -      | -      | 1,3235 | -      | -      |
| 120  | B2 | 2,9473  | 0,0025 | -        | 3,8344   | 26,3985 | -       | -       | -       | -               | -       | 33,0330 | 1,6615 | -       | -      | 4,6074 | 4,5478  | 10,6568 | -      | -      | 0,8111 | -      | -      |
| 120  | B3 | 2,5899  | 0,0008 | -        | 0,0401   | -       | -       | -       | -       | -               | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -       | -       | -      | -      | -      | -      | -      |
| 120  | B4 | 1,8433  | 1,1706 | -        | -        | -       | -       | -       | -       | -               | -       | 4,6058  | -      | 17,4155 | 1,6766 | -      | -       | -       | 3,2588 | 2,1937 | 6,0889 | 0,0143 | 1,8085 |
| 180  | B1 | 1,1621  | -      | -        | -        | 10,0211 | -       | -       | 19,1250 | -               | -       | 15,9508 | -      | -       | -      | -      | -       | -       | -      | -      | 0,7838 | -      | -      |
| 180  | B2 | 1,3315  | -      | -        | -        | -       | -       | 44,2244 | -       | -               | -       | 0,2974  | -      | -       | -      | -      | -       | -       | 0,7458 | -      | 2,4640 | -      | -      |
| 180  | B3 | 1,1313  | -      | -        | -        | 4,0785  | -       | -       | -       | -               | -       | 1,0548  | -      | 14,5478 | -      | -      | 3,0912  | -       | 3,7881 | -      | 2,3657 | -      | -      |
| 180  | B4 | 1,2484  | 0,9521 | -        | 1,2575   | -       | -       | -       | -       | -               | -       | -       | -      | -       | -      | -      | -       | -       | -      | -      | 0,9156 | 0,1374 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 8 - CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO SOLÚVEL (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR**

|      |    | 1      |        |        |        |        |        |        |         |         |                 |         |        |        |         | 2      |         |         |         |         |         |        |         |         |        |        |  |  |  | 3 |  |  |  |
|------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--|--|--|---|--|--|--|
| Dose | B1 | 18/9   | 19/9   | 2/10   | 13/10  | 16/10  | 2/11   | 4/11   | 20/11   | 21/11   | Datas de coleta |         |        |        | 29/1    | 12/2   | 21/2    | 18/3    | 25/4    | 19/5    | 21/5    | 22/5   | 16/7    | 23/7    | 25/7   | 12/11  |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B1 | -      | -      | 3,2135 | -      | 2,3456 | 4,5321 | 2,1234 | 20,4435 | 6,8975  | 2,2155          | 16,1190 | -      | 3,2456 | 33,2500 | 1,0012 | 10,9742 | 54,4238 | -       | 32,0320 | 34,4385 | 9,3483 | -       | -       | 16079  | 6,5488 |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B2 | 0,0046 | 0,0111 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 4,0878  | -               | 14,101  | -      | -      | 12091   | -      | 12667   | 4,0589  | 17,0400 | -       | -       | 0,7916 | 14,177  | 0,2700  | 0,0230 |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B3 | 0,0652 | 0,0676 | -      | -      | -      | -      | -      | 0,9943  | 25,6284 | -               | 0,6752  | -      | 5,1904 | 0,3314  | -      | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -       | 17,4479 | -      | 0,2241 |  |  |  |   |  |  |  |
| 0    | B4 | 0,4654 | 0,0051 | 0,0073 | 2,3142 | 0,1507 | 0,1184 | 0,0092 | 2,0768  | 35,3510 | 0,0047          | 0,1488  | -      | 9,2880 | 37,6133 | 0,7359 | 15,1872 | 2,9670  | 17,9800 | 43,4320 | 33,1235 | 12041  | -       | 0,1106  | -      |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B1 | 0,0075 | 0,0431 | 0,0009 | -      | -      | -      | -      | -       | 10,7030 | -               | -       | -      | -      | 3,3887  | -      | -       | 3,3270  | -       | -       | -       | 0,9966 | 2,2064  | 0,1075  | -      |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B2 | 0,0010 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 2,2986  | -               | -       | -      | -      | 0,3229  | -      | 0,3780  | 4,4541  | 4,0044  | 28,0415 | 5,4129  | 15339  | 4,4164  | 0,1907  | 0,4938 |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B3 | -      | 0,0190 | -      | -      | -      | -      | -      | 1,5613  | 0,3110  | -               | -       | -      | -      | 0,2432  | -      | 4,9447  | 0,8645  | -       | 3,2024  | -       | -      | -       | 0,0225  | 18263  |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 60   | B4 | 0,0704 | 0,0532 | -      | 0,2173 | 0,8901 | 0,0189 | 0,2457 | 0,1275  | 76,9595 | -               | -       | -      | -      | 3,5962  | -      | 4,0953  | 1,3102  | -       | 16,4200 | 2,9340  | 3,0433 | 23,5336 | 0,6829  | 0,2821 |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B1 | 0,0141 | 0,0026 | -      | -      | -      | 0,2123 | -      | 0,6066  | 0,9198  | -               | 4,6800  | 0,9588 | -      | 1,1625  | -      | -       | 3,0196  | 24,1456 | 3,8220  | -       | 0,9177 | 1,0673  | 0,1900  | -      |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B2 | 0,0123 | 0,0025 | 0,1638 | -      | -      | 0,1729 | -      | -       | 4,8565  | -               | -       | -      | -      | 5,3406  | 0,2058 | -       | 5,2939  | -       | 0,3683  | -       | 2,0648 | 6,1617  | 0,0512  | -      |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B3 | 0,1161 | 0,0008 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 0,3497  | 0,3027          | -       | -      | -      | -       | -      | -       | -       | -       | 4,8538  | -       | 2,7873 | 1,8764  | 15142   | 10200  |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 120  | B4 | 0,0529 | 0,0721 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -               | -       | -      | -      | -       | -      | -       | 1,1419  | -       | -       | -       | -      | -       | 0,0275  | 19718  | 0,3665 |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B1 | 0,0559 | 0,0308 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -               | -       | -      | -      | 1,8639  | -      | -       | 1,3143  | 6,3750  | -       | -       | 0,7202 | 6,0348  | 0,3265  | -      |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B2 | 0,0400 | 0,0083 | -      | -      | -      | 0,3155 | -      | -       | 1,2206  | -               | -       | -      | -      | 0,0000  | -      | -       | 8,3516  | -       | 2,5530  | -       | 14197  | 1,1518  | 0,0000  | -      |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B3 | 0,0510 | -      | -      | 0,0105 | 0,4763 | -      | -      | -       | -       | -               | -       | -      | -      | 0,9327  | -      | -       | -       | -       | -       | -       | 13396  | 19718   | 0,8286  | 0,9082 |        |  |  |  |   |  |  |  |
| 180  | B4 | 0,0069 | 0,0027 | -      | -      | -      | -      | -      | -       | 3,8245  | -               | -       | -      | -      | -       | -      | -       | -       | -       | -       | 4,0920  | -      | 0,0000  | 4,6208  | 2,7475 | -      |  |  |  |   |  |  |  |

Continuação, ANEXO 8.

| 7/12   | 26/12  | 2/1    | 15/1   | 21/1   | 1/2    | 18/2    | 25/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,8910 | -      | -      | 5,9963 | 0,7830 | -      | 29,5802 | 65,7396 | -      | -      | 1,1490 | 6,0606 | -      |
| 0,0645 | 0,0788 | 0,0963 | 0,1300 | 0,0034 | -      | 0,2695  | 114,154 | 0,5866 | 0,2413 | 0,9872 | -      | -      |
| -      | 0,0798 | -      | -      | 0,0472 | -      | -       | -       | -      | -      | 1,4078 | 0,4945 | -      |
| 0,0713 | 0,3353 | 0,0405 | 0,2355 | 0,0133 | -      | 4,8035  | 1,6675  | 0,9688 | 0,3019 | 1,3883 | 0,7830 | 0,8117 |
| -      | -      | -      | -      | 1,6096 | -      | -       | -       | 0,6016 | -      | 3,0706 | 0,8226 | 1,1085 |
| 0,0842 | -      | 0,1045 | 0,1225 | 0,0186 | -      | 5,4351  | 0,3247  | 0,6325 | -      | 0,3664 | 0,0163 | 0,3814 |
| -      | -      | -      | 0,2850 | 0,0825 | -      | 0,9277  | 0,0703  | -      | -      | 1,1293 | 0,6077 | 1,1278 |
| -      | 0,7189 | -      | 0,5540 | 0,2313 | 0,1240 | 2,0558  | 0,7681  | 0,5697 | 0,4320 | 1,1015 | 0,4512 | 0,7061 |
| -      | -      | -      | -      | 0,4994 | -      | -       | -       | 0,5870 | -      | 0,1488 | 0,7463 | 0,0000 |
| 0,0493 | 0,0552 | 0,1425 | 0,6369 | 0,0732 | 0,1212 | 20,4617 | 34,9287 | -      | -      | 0,7510 | -      | 0,7411 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -      | -      | -      | -      |
| 0,0613 | 0,0587 | -      | -      | -      | -      | -       | 2,7299  | 0,1340 | 0,1619 | 0,1954 | 0,0417 | 0,0261 |
| -      | -      | -      | -      | -      | -      | -       | -       | -      | -      | 0,3944 | -      | -      |
| -      | -      | -      | -      | 0,1356 | -      | 0,1366  | 6,0650  | 0,3746 | -      | 1,7374 | 0,5333 | -      |
| -      | -      | -      | 0,5265 | 1,8480 | -      | -       | -       | 1,0805 | 0,4418 | 1,8103 | 0,8003 | -      |
| -      | 0,0183 | -      | -      | -      | -      | -       | 0,6142  | 0,3746 | -      | 0,3166 | 0,1955 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.  
 (-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 9 - CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR**

| 1    |    |         |        |         | 2        |         |         |         |         | 3       |         |         |        |         |        |         |         |         |        |        |        |        |        |        |
|------|----|---------|--------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dose | BI | 18/9    | 19/9   | 20/11   | 21/11    | 12/2    | 18/3    | 25/4    | 19/5    | 21/5    | 22/5    | 23/7    | 25/7   | 12/11   | 7/12   | 2/1     | 15/1    | 18/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |        |
| 0    | B1 | -       | -      | 15,2310 | -        | 17,1600 | 16,8566 | 39,1618 | -       | 32,0320 | 17,2193 | -       | -      | 13,8220 | 1,9800 | 2,0520  | 26,1631 | -       | -      | -      | 15,698 | 10,773 | -      |        |
| 0    | B2 | 4,0446  | -      | -       | 34,3070  | 13,9240 | -       | -       | 17,0400 | -       | -       | 12,1725 | -      | 6,1346  | 2,2231 | 11,9139 | 21,8075 | 4,4447  | 2,3901 | -      | -      | -      | -      |        |
| 0    | B3 | 1,6869  | -      | 4,9125  | 54,8303  | 23,0275 | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -      | 9,5310  | 0,0000 | 9,8800  | -       | -       | -      | -      | 2,3120 | -      | -      |        |
| 0    | B4 | 11,4489 | 1,5826 | 15,8710 | 45,3750  | -       | 99,9799 | 77,7199 | -       | -       | 16,5618 | -       | -      | -       | 2,7513 | -       | -       | 19,0752 | 2,1073 | -      | -      | -      | 1,9998 | 0,9735 |
| 60   | B1 | 3,9713  | -      | -       | 157,1729 | 16,8150 | -       | -       | -       | -       | -       | 10,7200 | -      | -       | -      | -       | -       | -       | -      | -      | -      | 4,4905 | -      | 1,5081 |
| 60   | B2 | -       | -      | -       | 3,6203   | 11,8967 | 1,9100  | -       | 3,5960  | 28,0415 | 2,7064  | -       | -      | 20,7090 | 0,9009 | 2,8750  | 7,4385  | 7,9648  | 2,3838 | -      | 0,9782 | -      | 0,6291 | -      |
| 60   | B3 | -       | -      | 4,8620  | 10,7712  | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -      | 66,9825 | -      | 18240   | 3,8563  | 2,8603  | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 60   | B4 | 1,5909  | 0,6294 | 4,3988  | 85,2359  | -       | 19,7768 | 30,3865 | -       | -       | 14,670  | 21,7433 | -      | 5,2725  | -      | 6,3284  | 3,4500  | 3,6270  | -      | 0,7224 | -      | 0,6514 | 10,300 | -      |
| 120  | B1 | 1,1904  | 0,7585 | 3,5475  | -        | 14,8562 | -       | 46,4564 | 19,4600 | 3,8220  | 2,8823  | 53,8935 | 2,3275 | -       | -      | -       | -       | -       | 0,9029 | -      | 1,3235 | -      | -      | -      |
| 120  | B2 | 2,9596  | -      | -       | 8,6909   | 31,7391 | -       | -       | -       | -       | -       | 18,473  | 17,128 | -       | 0,1029 | 4,6626  | 4,6903  | 11,2938 | -      | -      | 0,8111 | -      | 1,5851 | -      |
| 120  | B3 | 2,7060  | -      | -       | 0,3898   | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -      | 36,2400 | -      | -       | -       | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 120  | B4 | 1,8962  | 1,2427 | -       | -        | -       | -       | 4,2752  | -       | -       | -       | 33,3149 | -      | 17,7820 | 1,7379 | -       | -       | -       | -      | 2,3277 | 6,2508 | 1,7771 | 1,8502 | -      |
| 180  | B1 | 1,2180  | -      | -       | -        | 11,8850 | -       | -       | 6,3750  | -       | -       | 1,6902  | -      | -       | -      | -       | -       | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 180  | B2 | 1,3715  | -      | -       | -        | 0,0000  | -       | 52,5760 | -       | 2,5530  | -       | 1,2488  | -      | -       | -      | -       | -       | 0,5922  | 0,8824 | -      | 2,4640 | 0,8415 | -      | -      |
| 180  | B3 | 1,1823  | -      | -       | -        | 5,0111  | -       | 0,0000  | -       | -       | -       | 11,2238 | -      | 15,4560 | -      | -       | 8,0736  | -       | 3,7881 | -      | 2,8075 | 1,3475 | -      | -      |
| 180  | B4 | 1,2552  | 0,9548 | -       | 5,0820   | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -       | -      | -       | -       | -       | -      | -      | 0,9156 | 1,2981 | -      | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 10 - CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO PARTICULADO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.**

| 1    |    |         |        |          | 2        |          |         |         |                 | 3 |        |         |          |         |         |         |         |         |        |        |        |        |        |
|------|----|---------|--------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------------|---|--------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dose | BI | 18/9    | 19/9   | 20/11    | 21/11    | 12/2     | 18/3    | 25/4    | Datas de coleta |   |        |         |          | 12/11   | 7/12    | 2/1     | 15/1    | 18/2    | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |
| 0    | B1 | -       | -      | 13,1910  | -        | 138,3130 | 15,7590 | 33,7194 | -               | - | -      | -       | 137,5660 | -       | -       | 26,1631 | -       | -       | -      | -      | -      | -      | -      |
| 0    | B2 | -       | -      | -        | 30,2192  | 138,0325 | -       | -       | -               | - | 3,2659 | -       | 6,1117   | 2,1586  | 11,8352 | 21,7112 | 4,3147  | -       | -      | -      | 18,171 | -      | -      |
| 0    | B3 | 1,6217  | -      | 3,9183   | 29,2019  | 22,6961  | -       | -       | -               | - | 8,6973 | -       | 9,3069   | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -      | 2,8024 | 0,7238 | -      |
| 0    | B4 | 10,9835 | 1,5775 | 156,6332 | 100,2375 | -        | 84,7928 | 74,7529 | -               | - | 3,4383 | -       | -        | 0,0000  | 2,4098  | 44,2802 | 18,8397 | -       | -      | -      | -      | -      | 0,1905 |
| 60   | B1 | 3,9637  | -      | -        | 50,1353  | 13,4264  | -       | -       | -               | - | -      | 3,0234  | -        | 82,2255 | -       | -       | -       | 14885   | -      | -      | 4,4905 | -      | -      |
| 60   | B2 | -       | -      | -        | 1,3217   | 11,5738  | 1,5319  | 18,8221 | -               | - | -      | 3,9341  | -        | 20,2152 | 0,8168  | 2,8750  | 7,3340  | 7,8423  | -      | -      | -      | -      | -      |
| 60   | B3 | -       | -      | 3,3007   | 10,4602  | -        | -       | -       | -               | - | -      | -       | -        | 65,1562 | -       | -       | -       | 2,5753  | 0,6086 | -      | -      | -      | -      |
| 60   | B4 | 1,5204  | 0,5762 | 4,2713   | 8,2765   | -        | 15,6815 | 29,0762 | -               | - | 5,5330 | -       | -        | 4,9904  | -       | -       | -       | 3,0730  | -      | -      | -      | -      | -      |
| 120  | B1 | 1,1764  | 0,7558 | 2,9409   | 3,5195   | 13,6937  | -       | 43,4368 | -               | - | 2,8823 | 6,1735  | 2,1375   | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -      | 1,3235 | -      | -      |
| 120  | B2 | 2,9473  | 0,0025 | -        | 3,8344   | 26,3985  | -       | -       | -               | - | -      | 33,0330 | 1,6615   | -       | -       | 4,6074  | 4,5478  | 10,6568 | -      | -      | 0,8111 | -      | -      |
| 120  | B3 | 2,5899  | 0,0008 | -        | 0,0401   | -        | -       | -       | -               | - | -      | -       | -        | 35,2200 | -       | -       | -       | -       | -      | -      | 0,0000 | -      | -      |
| 120  | B4 | 1,8433  | 1,1706 | -        | -        | -        | -       | -       | -               | - | -      | 4,6058  | -        | 17,4155 | 1,6766  | -       | -       | -       | 3,2588 | 2,1937 | 6,0889 | 0,0143 | 18,085 |
| 180  | B1 | 1,1621  | -      | -        | -        | 10,0211  | -       | -       | 19,1250         | - | -      | 15,9508 | -        | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -      | 0,7838 | -      | -      |
| 180  | B2 | 1,3315  | -      | -        | -        | -        | -       | 44,2244 | -               | - | -      | 0,2974  | -        | -       | -       | -       | -       | -       | 0,7458 | -      | 2,4640 | -      | -      |
| 180  | B3 | 1,1313  | -      | -        | -        | 4,0785   | -       | -       | -               | - | -      | 1,0548  | -        | 14,5478 | -       | -       | 3,0912  | -       | 3,7881 | -      | 2,3657 | -      | -      |
| 180  | B4 | 1,2484  | 0,9521 | -        | 1,2575   | -        | -       | -       | -               | - | -      | -       | -        | -       | -       | -       | -       | -       | -      | -      | 0,9156 | 0,1374 | -      |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

ANEXO 11 - CONCENTRAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO (mg L<sup>-1</sup>) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008, EM LATOSSOLO DE TEXTURA FRANCO ARGILO ARENOSO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CHUVA NATURAL, PONTA GROSSA, PR.

| 1    |    |                 |        |            |           |           |         |         |         |          |         |         |         |           |         |         |          |          |        |        |        |        |        |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|----|-----------------|--------|------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Dose | B1 | Datas de coleta |        |            |           |           |         |         |         |          |         |         |         |           |         |         |          |          |        |        |        |        |        |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|      |    | 18/9            | 20/9   | 20/11      | 21/11     | 12/2      | 18/3    | 25/4    | 19/5    | 21/5     | 22/5    | 23/7    | 25/7    | 12/11     | 7/12    | 2/1     | 15/1     | 18/2     | 13/3   | 20/3   | 14/4   | 22/4   | 2/5    |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0    | B1 | -               | -      | 10870,1600 | -         | 557,3003  | 43,3026 | 67,0680 | -       | 103,2000 | 27,3375 | 11,7000 | -       | 145,7625  | 7,2000  | 38,9025 | 50,7375  | 50,7375  | 0,0000 | -      | 2,7000 | 0,5250 | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0    | B2 | 1,9683          | -      | -          | 202,9524  | 356,2128  | -       | -       | 67,2000 | -        | -       | 3,0600  | -       | 29,0250   | 17,7540 | 33,9750 | 48,7500  | 58,5000  | 2,8275 | -      | -      | -      | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0    | B3 | 0,0000          | 4,5675 | 310,2400   | 907,2000  | 52,7264   | -       | -       | -       | -        | -       | -       | -       | 26,7300   | -       | 39,0000 | -        | -        | -      | -      | 8,9100 | -      | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0    | B4 | 17,1396         | 5,5289 | 13427,4560 | 5336,1000 | 3209,0100 | 50,6412 | 64,2735 | 55,5000 | 63,4125  | 38,1300 | 2,5500  | 5,0310  | -         | 13,5000 | 5,7375  | 163,9950 | 214,4550 | 4,2900 | 0,9619 | 1,5750 | 1,0290 | 2,4000 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60   | B1 | 8,1432          | -      | -          | 3602,6928 | 215,4600  | -       | -       | -       | -        | -       | 6,9750  | 2,4980  | 265,0125  | -       | -       | 0,0000   | 0,0000   | -      | -      | 6,3000 | 1,3800 | 5,9906 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60   | B2 | 2,9754          | -      | -          | 68,0400   | 508,5990  | 29,8158 | 0,0000  | 51,9000 | 60,5625  | 19,1835 | 44,6400 | 6,9750  | 115,2270  | 23,7600 | 27,0000 | 196,8375 | 134,8500 | 1,5225 | -      | 3,4913 | 0,1650 | 3,2344 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60   | B3 | 0,0000          | -      | 165,9840   | 344,7360  | 29,5680   | -       | -       | -       | -        | -       | -       | -       | 137,4000  | -       | 12,6000 | -        | 0,0000   | -      | -      | 7,6500 | -      | 8,5050 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60   | B4 | 5,6724          | -      | 1915200    | 553,5432  | 0,0000    | 44,6553 | 86,0220 | 14,7000 | 33,7500  | 4,5000  | 48,9600 | -       | 26,3625   | 2,7540  | 27,5625 | 54,0000  | 54,0000  | -      | 15356  | 3,9600 | 0,7425 | 2,8313 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120  | B1 | 5,4810          | -      | 152,5440   | 56,7210   | 241,8150  | 0,0000  | 73,6817 | 16,8000 | 6,3000   | 19,1625 | 94,5000 | 9,1875  | 1125,9000 | -       | -       | -        | 0,0000   | 0,2925 | -      | 1,9575 | -      | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120  | B2 | 12,3039         | -      | -          | 454,3140  | 320,2500  | -       | -       | -       | 0,7650   | -       | -       | 20,4000 | -         | 6,6300  | 21,5460 | 54,7500  | 71,1750  | -      | -      | 2,0963 | -      | 4,7246 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120  | B3 | 0,0000          | -      | -          | 37,1070   | -         | -       | -       | 7,5000  | 21,3750  | -       | 9,6750  | 38,2883 | 1396,8000 | -       | -       | -        | -        | -      | -      | -      | -      | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120  | B4 | 6,1161          | 5,3940 | -          | -         | -         | -       | -       | -       | 191,2500 | -       | 19,8900 | 36,6878 | 11,2200   | 13,6620 | -       | -        | -        | 0,0000 | 4,0343 | 3,2400 | 0,6188 | 4,0020 |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 180  | B1 | 1,6313          | -      | -          | -         | -         | -       | -       | 15,0000 | -        | -       | 61,8450 | 3,4530  | 729,6000  | 6,3000  | -       | -        | -        | 1,7850 | -      | 1,2375 | -      | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 180  | B2 | -               | -      | -          | -         | -         | -       | -       | -       | 8,5500   | -       | 3,3660  | 8,1506  | 8678,2500 | -       | -       | -        | -        | 1,3200 | -      | 6,0000 | 0,2550 | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 180  | B3 | -               | -      | -          | -         | 44,4360   | -       | -       | -       | -        | -       | 6,1200  | 17,6138 | 714,2400  | 16,0605 | -       | 60,3750  | 108,6750 | 0,8250 | -      | 4,8750 | 0,5512 | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 180  | B4 | 1,0353          | -      | -          | 173,1072  | -         | -       | -       | -       | 709,2000 | -       | -       | 10,0838 | 518,3820  | 7,5555  | -       | -        | -        | -      | -      | -      | 3,4688 | -      |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

(1,2 e 3) = Representa o intervalo de 10, 29 e 11 dias( respectivamente) entre a aplicação do dejetto líquido bovino e primeira chuva com formação de escoamento superficial.

(-) Amostras não coletadas por falta de escoamento.

**ANEXO 12 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES PARA A PERDA DE ÁGUA, SOLO, CARBONO E AS FORMAS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO, PARA AS DOSES DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008.**

| <b>Perda</b>                                       | <b>Fonte</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>f</b> | <b>p</b> | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>Perda</b>                                             | <b>Fonte</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>f</b> | <b>p</b> | <b>R<sup>2</sup></b> |
|----------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|----------------------|----------------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|----------------------|
| <b>Sedimento</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)     | Regressão    | 2           | 1222,15     | 611,075     | 74,167   | 0,0818   | 0,9799               | <b>Fósforo Solúvel</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)     | Regressão    | 2           | 2082,57     | 1041,3      | 242,9    | 0,045    | 0,9938               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 8,2392      | 8,2392      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 4,2865      | 4,2865      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 1230,39     | 410,13      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 2086,86     | 695,62      |          |          |                      |
| <b>Sedimento</b><br>(verão 06/07)                  | Regressão    | 2           | 781,416     | 390,708     | 63,287   | 0,0885   | 0,9765               | <b>Fósforo Solúvel</b><br>(verão 06/07)                  | Regressão    | 2           | 2,5186      | 1,2593      | 0,221    | 0,833    | 0,5539               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 6,1736      | 6,1736      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 5,6914      | 5,6914      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 787,59      | 262,53      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 8,21        | 2,7367      |          |          |                      |
| <b>Sedimento</b><br>(verão 07/08)                  | Regressão    | 2           | 58,3781     | 29,189      | 311,12   | 0,0401   | 0,9952               | <b>Fósforo Solúvel</b><br>(verão 07/08)                  | Regressão    | 2           | 2,5186      | 1,2593      | 0,221    | 0,833    | 0,5539               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 0,0938      | 0,0938      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 5,6914      | 5,6914      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 58,4719     | 19,4906     |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 8,21        | 2,7367      |          |          |                      |
| <b>Água</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)          | Regressão    | 2           | 1,0898      | 0,5449      | 23,653   | 0,1439   | 0,9379               | <b>Fósforo Particulado</b><br>(inverno 05 a verão 07/08) | Regressão    | 2           | 4463,67     | 2231,8      | 17,94    | 0,165    | 0,9186               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 0,023       | 0,023       |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 124,425     | 124,42      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 1,1128      | 0,3709      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 4588,1      | 1529,4      |          |          |                      |
| <b>Água</b><br>(verão 06/07)                       | Regressão    | 2           | 1,4893      | 0,7446      | 12,173   | 0,1986   | 0,8816               | <b>Fósforo Particulado</b><br>(verão 06/07)              | Regressão    | 2           | 2788,63     | 1394,3      | 12,69    | 0,195    | 0,8863               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 0,0612      | 0,0612      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 109,863     | 109,86      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 1,5504      | 0,5168      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 2898,5      | 966,17      |          |          |                      |
| <b>Água</b><br>(verão 07/08)                       | Regressão    | 2           | 0,0221      | 0,011       | 4,2804   | 0,3234   | 0,6862               | <b>Fósforo Particulado</b><br>(verão 07/08)              | Regressão    | 2           | 40,7318     | 20,366      | 0,954    | 0,586    | 0,8101               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 0,0026      | 0,0026      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 21,3418     | 21,342      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 0,0246      | 0,0082      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 62,0736     | 20,691      |          |          |                      |
| <b>Carbono</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)       | Regressão    | 2           | 4515550     | 2257775     | 22,954   | 0,146    | 0,936                | <b>Nitrogênio Total</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)    | Regressão    | 2           | 917,799     | 458,9       | 6,629    | 0,265    | 0,7896               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 98363       | 98363       |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 69,225      | 69,225      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 4613913     | 1537971     |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 987,024     | 329,01      |          |          |                      |
| <b>Carbono</b><br>(verão 06/07)                    | Regressão    | 2           | 5681259     | 2840630     | 17,373   | 0,1673   | 0,9161               | <b>Nitrogênio Total</b><br>(verão 06/07)                 | Regressão    | 2           | 7241,41     | 3620,7      | 8,087    | 0,241    | 0,8253               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 163504      | 163504      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 447,736     | 447,74      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 5844764     | 1948255     |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 7689,15     | 2563        |          |          |                      |
| <b>Carbono</b><br>(verão 07/08)                    | Regressão    | 2           | 457679      | 228839      | 24,959   | 0,1401   | 0,9411               | <b>Nitrogênio Total</b><br>(verão 07/08)                 | Regressão    | 2           | 1436,76     | 718,38      | 0,264    | 0,809    | 0,5879               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 9168,66     | 9168,66     |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 2719,96     | 2720        |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 466847      | 155616      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 4156,73     | 1385,6      |          |          |                      |
| <b>Fósforo Total</b><br>(inverno 05 a verão 07/08) | Regressão    | 2           | 11606,1     | 5803,04     | 17,489   | 0,1667   | 0,9166               | <b>Nitrato</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)             | Regressão    | 2           | 548,931     | 274,47      | 178,1    | 0,053    | 0,9916               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 331,81      | 331,81      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 1,5407      | 1,5407      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 11937,9     | 3979,3      |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 550,471     | 183,49      |          |          |                      |
| <b>Fósforo Total</b><br>(verão 06/07)              | Regressão    | 2           | 984,604     | 492,302     | 23,98    | 0,1429   | 0,9387               | <b>Nitrato</b><br>(verão 06/07)                          | Regressão    | 2           | 591,629     | 295,81      | 20,24    | 0,155    | 0,9277               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 20,5295     | 20,5295     |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 14,6154     | 14,615      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 1005,13     | 335,045     |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 606,245     | 202,08      |          |          |                      |
| <b>Fósforo Total</b><br>(verão 07/08)              | Regressão    | 2           | 54,1993     | 27,0996     | 26,658   | 0,1357   | 0,9448               | <b>Nitrato</b><br>(verão 07/08)                          | Regressão    | 2           | 4,7262      | 2,3631      | 2,248    | 0,427    | 0,4542               |
|                                                    | Resíduo      | 1           | 1,0166      | 1,0166      |          |          |                      |                                                          | Resíduo      | 1           | 1,0511      | 1,0511      |          |          |                      |
|                                                    | Total        | 3           | 55,2158     | 18,4053     |          |          |                      |                                                          | Total        | 3           | 5,7773      | 1,9258      |          |          |                      |

Continuação, ANEXO 12.

| <b>Perda</b>                                                | <b>Fonte</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>f</b> | <b>p</b> | <b>R<sup>2</sup></b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|----------------------|
| <b>Amônio</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)                 | Regressão    | 2           | 763,3858    | 381,693     | 33,78    | 0,1208   | 0,9562               |
|                                                             | Resíduo      | 1           | 11,2995     | 11,2995     |          |          |                      |
|                                                             | Total        | 3           | 774,6853    | 258,228     |          |          |                      |
| <b>Amônio</b><br>(verão 06/07)                              | Regressão    | 2           | 4786,447    | 2393,22     | 2,2446   | 0,4268   | 0,4535               |
|                                                             | Resíduo      | 1           | 1066,194    | 1066,19     |          |          |                      |
|                                                             | Total        | 3           | 5852,641    | 1950,88     |          |          |                      |
| <b>Amônio</b><br>(verão 07/08)                              | Regressão    | 2           | 914,3226    | 457,161     | 0,3818   | 0,753    | 0,658                |
|                                                             | Resíduo      | 1           | 1197,425    | 1197,42     |          |          |                      |
|                                                             | Total        | 3           | 2111,747    | 703,916     |          |          |                      |
| <b>Nitrogênio Particulado</b><br>(inverno 05 a verão 07/08) | Regressão    | 2           | 425,4952    | 212,748     | 15,395   | 0,1774   | 0,9056               |
|                                                             | Resíduo      | 1           | 13,8194     | 13,8194     |          |          |                      |
|                                                             | Total        | 3           | 439,3146    | 146,438     |          |          |                      |
| <b>Nitrogênio Particulado</b><br>(verão 06/07)              | Regressão    | 2           | 1723,297    | 861,649     | 13,357   | 0,19     | 0,8918               |
|                                                             | Resíduo      | 1           | 64,5087     | 64,5087     |          |          |                      |
|                                                             | Total        | 3           | 1787,806    | 595,935     |          |          |                      |
| <b>Nitrogênio Particulado</b><br>(verão 07/08)              | Regressão    | 2           | 141,1939    | 70,597      | 6,3826   | 0,2695   | 0,7821               |
|                                                             | Resíduo      | 1           | 11,0609     | 11,0609     |          |          |                      |
|                                                             | Total        | 3           | 152,2548    | 50,7516     |          |          |                      |

ANEXO 13 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES PARA A CONCENTRAÇÃO DE CARBONO E AS FORMAS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO, PARA AS DOSES DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO DE NOVEMBRO DE 2005 A MAIO DE 2008.

| Concentração                                                | Fonte     | G.L. | S.Q.        | Q.M.      | f        | p      | R <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------------------|-----------|------|-------------|-----------|----------|--------|----------------|
| <b>Carbano</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)                | Regressão | 2    | 5681259,297 | 2840629,6 | 17,3734  | 0,1673 | 0,9161         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 163504,446  | 163504,45 |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 5844763,743 | 1948254,6 |          |        |                |
| <b>Fósforo Total</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)          | Regressão | 2    | 250,1812    | 125,0906  | 18,0548  | 0,1642 | 0,9192         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 6,9284      | 6,9284    |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 257,1096    | 85,7032   |          |        |                |
| <b>Fósforo Solúvel</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)        | Regressão | 2    | 14,0877     | 7,0439    | 756,9782 | 0,0257 | 0,998          |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 0,0093      | 0,0093    |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 14,097      | 4,699     |          |        |                |
| <b>Fósforo Particulado</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)    | Regressão | 2    | 81,6245     | 40,8123   | 17,9372  | 0,1647 | 0,9186         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 2,2753      | 2,2753    |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 83,8998     | 27,9666   |          |        |                |
| <b>Nitrogênio Total</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)       | Regressão | 2    | 19,4259     | 9,7129    | 12,8014  | 0,1939 | 0,8872         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 0,7587      | 0,7587    |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 20,1846     | 6,7282    |          |        |                |
| <b>Nitrato</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)                | Regressão | 2    | 3,5489      | 1,7744    | 178,1468 | 0,0529 | 0,9916         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 0,01        | 0,01      |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 3,5588      | 1,1863    |          |        |                |
| <b>Amônio</b><br>(inverno 05 a verão 07/08)                 | Regressão | 2    | 4,9107      | 2,4554    | 31,5427  | 0,1249 | 0,9532         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 0,0778      | 0,0778    |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 4,9886      | 1,6629    |          |        |                |
| <b>Nitrogênio Particulado</b><br>(inverno 05 a verão 07/08) | Regressão | 2    | 6,8767      | 3,4383    | 263,463  | 0,0435 | 0,9981         |
|                                                             | Resíduo   | 1    | 0,0131      | 0,0131    |          |        |                |
|                                                             | Total     | 3    | 6,8897      | 2,2966    |          |        |                |

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.