



Metodologia de Instalação de Lisímetros de Drenagem para Avaliação de Lixiviação de Nitrogênio

Autor: GABRIEL¹, Márcia; ROSA², Genesio Mario da; MENEGOL³, Diego; ZWIRTES⁴, Anderson Luiz; WASTOWSKI⁵, Arci Dirceu;

Departamento de Engenharia Florestal; Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS) *campus* da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Frederico Westphalen.

(e-mail)¹gabriel.marcia@gmail.com (e-mail)²genesio@ct.ufsm.br

(e-mail)³menegoldr@gmail.com (e-mail)⁴andersonzwirtes@yahoo.com.br

(e-mail) wastowski@smail.ufsm.br

Resumo

O uso do solo para as atividades agrícolas, pecuária e industrial, tem tido como consequência elevados níveis de contaminação, em decorrência de descargas acidentais ou voluntárias de poluentes no solo, águas superficiais e subsuperficiais. O objetivo deste trabalho foi definir uma metodologia para a implantação de uma estrutura para a avaliação da contaminação da água lixiviada, composta por um conjunto de lisímetros de drenagem, na área experimental do CESNORS/UFSM, *campus* de Frederico Westphalen (RS). Através dessa estrutura visou-se avaliar a contaminação do solo e da água, por nitratos, oriundos de cama de aviário, esterco suíno e nitrogênio mineral (uréia). Efluentes esses que são utilizados como fonte de nitrogênio, na produção agrícola de grãos e pastagens. A contaminação por esse nutriente é uma preocupação da região, onde tem-se uma grande produção de efluentes originados da criação de suínos e aves em confinamento, que interfere no ambiente global da área (solo, águas superficiais e subterrâneas, fauna e vegetação), podendo mesmo estar na origem de problemas da saúde pública. A implantação dos lisímetros de drenagem permite inferir que esses possibilitam avaliar a quantidades de nitrogênio (nitratos) lixiviado na água, utilizados como fonte de nitrogênio na produção vegetal.

Palavras-chave: Lisímetros de drenagem, Nitrato e Contaminação da água.

Área temática: Impactos Ambientais

Abstract

The use of land for agricultural, livestock and industrial, has been the result of high levels of contamination due to accidental or voluntary pollutants in soil, surface and subsurface. The objective of this study was to establish a methodology for implementing a structure for assessing the contamination of the leachate, comprising a set of drainage lysimeters in the experimental area CESNORS/UFSM campus, Frederico Westphalen (RS). Through this structure aimed to evaluate the contamination of soil and water by nitrates originating from poultry litter, swine manure and mineral nitrogen (urea). Wastewater those that are used as a source of nitrogen in agricultural production of grain and pasture. The spread of this nutrient is a concern in the region, which has a large production of waste originating from pig and poultry in confinement, which affects the environment of the area (soil, surface water and groundwater, wildlife and vegetation) may even be the cause of problems of public health. The implementation of drainage lysimeters to infer that these enable the evaluation of quantities of nitrogen (nitrate) leached into the water, used as a source of nitrogen in crop production.

Key words: lysimeter drainage and nitrate contamination of water.



1 Introdução

As regiões Noroeste e Norte do estado do Rio Grande do Sul caracterizam-se por pequenas propriedades, onde a suinocultura e a avicultura são as principais atividades econômicas. Por outro lado, essas atividades são as principais responsáveis pela geração de grandes quantidades de dejetos, que no caso de dejetos de suínos devem, pela legislação vigente, ser armazenados em poços de decantação; Esses devem ter um destino, e atualmente, são transportados e espalhados ao solo como forma de adubação orgânica, principalmente, como fonte de nitrogênio (N), Segundo Karlen *et al.* (1988), folhas bem nutridas em N têm maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese. Portanto, a utilização desses efluentes além de proporcionar melhor desenvolvimento as plantas, por conterem grande quantidade de matéria orgânica melhoram a estrutura do solo e reduzem os custos de implantação das culturas anuais e perenes em função do menor custo da adubação nitrogenada.

Por outro lado, a prática de espalhar ao solo, em áreas de cultivo, os resíduos gerados nessas atividades, tem contribuído para a contaminação do solo quando da não observância de quantidades a serem aplicadas e da composição desses produtos gerados.

A utilização de quantidade elevada de nitrogênio além da capacidade de absorção pelas plantas e/ou sua fixação no solo, para posterior utilização das culturas subsequentes, pode segundo OLIVEIRA (2004), causar contaminação no meio ambiente. Esse fato, somado aos custos relativamente altos do armazenamento e aplicação desse resíduo nas lavouras, torna imprescindível o desenvolvimento de técnicas de manejo economicamente viáveis e que não ofereçam riscos ambientais, principalmente de poluição hídrica por nitrato.

A contaminação do solo tornou-se uma das preocupações ambientais, uma vez que, geralmente, a contaminação interfere no ambiente global da área afetada (solo, águas superficiais e subterrâneas, fauna e vegetação), podendo mesmo estar na origem de problemas de saúde pública.

O nitrato movimenta-se através da água no solo, ou seja, o nitrato acompanha os movimentos descendentes da água durante elevadas precipitações pluviais e ascendentes durante a evaporação da água e evapotranspiração das plantas.

No Estado do Rio Grande do Sul a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico durante o ciclo de desenvolvimento das culturas de primavera-verão, segundo (BERLATO 1992) é da ordem de 30% ao ano. O nível de risco de perdas por deficiência hídrica pode ser diminuído através do uso da irrigação (ROSA, 2000), o que em última análise pode favorecer o movimento do nitrato em áreas irrigada, onde o teor de nitratos no solo for elevado.

A eficiência do uso da água é outro fator de extrema importância, pois a água de irrigação aplicada em excesso provoca redução da produção em consequência da diminuição da aeração do solo e da lixiviação de nutrientes, (STEGMAN *et al.*, 1980 apud ROSA, 2000). Estudos sobre lâmina de irrigação têm sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar a utilização de lisímetros para os estudos das relações entre água, solo, planta e atmosfera. Segundo KIRKHAM *et al.* (1984), os lisímetros são estruturas destinados a medir, de maneira precisa, eventos de precipitação, evaporação e drenagem. O autor ainda afirma, que foram desenvolvidos inicialmente para a quantificação e qualificação da água do solo percolada em estudos hidrológicos.

O objetivo deste trabalho foi definir uma metodologia para a implantação de uma estrutura de lisímetros de drenagem para avaliação da contaminação da água lixiviada, por nitrato (N), oriundo de cama de aviário, esterco suíno e nitrogênio mineral (Uréia) e avaliação de lâminas de irrigação para as culturas e sua influência na produção e na lixiviação de N aplicado.

2 Materiais e métodos



A área experimental foi instalada no ano de 2008, no Centro de Educação Superior Norte - RS *campus* da Universidade Federal de Santa Maria, em Frederico Westphalen, (RS), com coordenadas geográficas: latitude 27° 25' 43, S, longitude 53° 43' 25 W, e altitude média de 488 m. O clima da região é subtropical úmido, tipo Cfa2, conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961), a temperatura do mês mais frio oscila entre -0°C e 18°C; a temperatura do mês mais quente é superior a 25°C a precipitação média anual é de 2.100 mm.

O processo de instalação do conjunto de lisímetros, formados por 12 lisímetros e dois poços de observação, iniciou-se com a escolha do local, onde foram observados os fatores de disponibilidade solar, representatividade da área da região, direção dos ventos predominantes e disponibilidade hídrica.

O local da instalação dos lisímetros foi delimitado, sendo essa 10 x 20 m. A locação foi iniciada realizando-se o alinhamento no sentido leste oeste, onde foram distribuídas três colunas de 1,40 m espaçadas de um metro. As fileiras foram marcadas sendo estas de 1,50 m com espaçamento de 1,40 m entre a primeira e a segunda fileira, de 1,00 m entre a segunda e a terceira, e de 1,40 entre a terceira e a quarta. Entre a primeira e a segunda fileira e a terceira e quarta foram locados os poços de observação.

Após a locação iniciou-se a escavação das valas com aproximadamente 1,2 m metros de profundidade (Figura 2a), onde após o nivelamento do fundo, foi depositada uma camada de aproximadamente 0,1 m de areia, com a finalidade de facilitar a acomodação dos lisímetros.

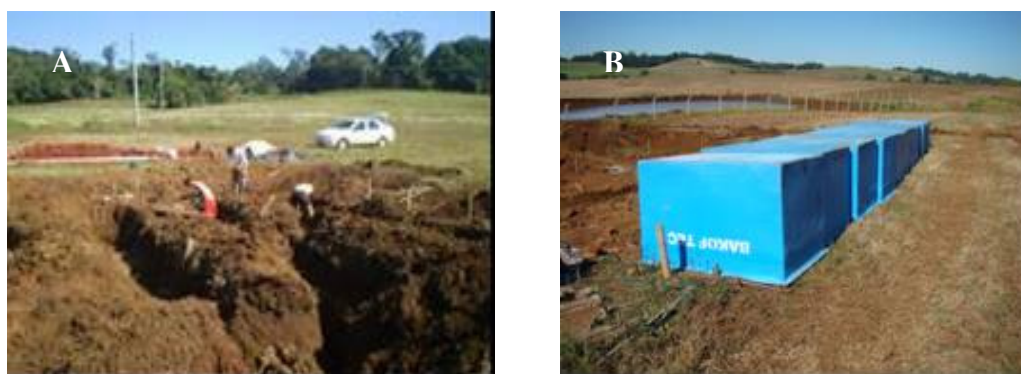


Figura 2. (a) vista parcial escavação das valas de acomodação caixa de fibra de vidro, (b) caixa de fibra de vidro.

Os lisímetros são caixas fabricadas em fibra de vidro com dimensões de 1,40 x 0,95 m e profundidade de 1,00 m (Figura 2b), sendo que as bordas foram reforçadas por abas de 0,5cm de largura. As caixas receberam furação de 25 mm na parte inferior das mesmas. Nessa furação foi conectado um flange de PVC rígido, e nesse foi colada uma curva de 90°.

Após essa operação as caixas foram assentadas nas valas já preparadas, sendo que no centro das valas foram escavadas valas menores, onde foram depositados canos de PVC, que foram conectados na seqüência das curvas de 90°, já instaladas nas caixas. Esses canos foram distribuídos nas valas e conectados aos poços de observação. Dessa forma, cada caixa foi ligada por canos aos poços de observação e na extremidade de cada cano foi acoplada uma torneira para o controle da drenagem do solo. Das caixas até os poços foi observada uma inclinação mínima de 2% para os canos de drenagem, para que a água de drenagem fluísse ao poço de observação. As caixas foram numeradas de 1 a 12, sendo que as primeiras seis foram ligadas ao poço um e da sétima a décima segunda ligas ao poço dois.

Os poços de observação foram construídos em alvenaria com tijolo maciço nas dimensões de 1,10 x 1,10 e 1,40 m de profundidade, os quais estão conectados,



individualmente, os lisímetros (Figura 3a e 3b). O fundo do poço foi concretado em desnível, com o objetivo de drenar os excessos de água que possam vir a existir.

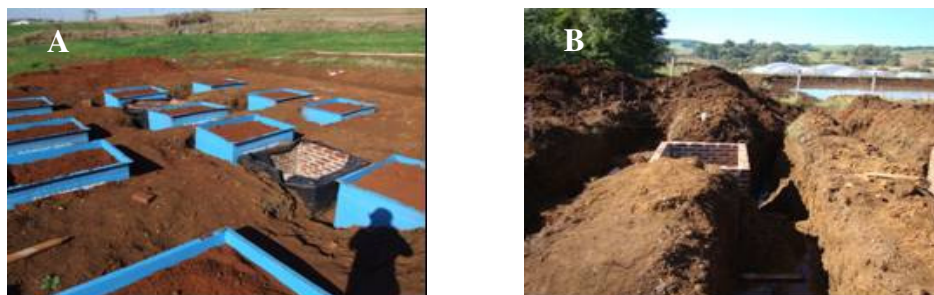


Figura 3: Vista parcial da construção do poço de observação em alvenaria.

As caixas depois de niveladas no solo foram gradativamente preenchidas com solo. Internamente as caixas receberam uma camada de 0,1 m de pedra brita nº 2, para facilitar a drenagem de águas lixiviadas acumuladas no fundo das caixas. O solo foi acondicionado em camadas, respeitando a ordem natural do solo da área onde foi coletado, para cada camada de 10 a 20 cm de solo colocado internamente, foi colocado solo do local, onde esta sendo instalado o experimento, no entorno da caixa, evitando-se assim pressões tanto para o interior das caixas com para o exterior dessa.

O solo utilizado no interior das caixas foi coletado a 700 m do local do experimento, sendo esse classificado como Latossolo Vermelho-Escuro (EMBRAPA, 1999), e manejado no sistema plantio direto a mais de cinco anos.

Ao término do preenchimento das caixas o solo foi irrigado permitindo assim a sua melhor acomodação no interno da caixa, tanto externo quanto interno, após três semanas foram coletadas amostras de solo dos lisímetros nas profundidades de 0-10; 10-20 cm para análise da condição química do solo, valores apresentados no quadro 1. Completando assim a primeira fase de instalação dos lisímetros.

IDENTIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO QUÍMICA DO SOLO										
PH	Índice SMP	Argila %	M.O %	K Mg/L	P Mg/L	Ca cmol/L	Mg cmol/L	H + AL cmol/L	% Sat. da CTC	
									Bases	AL
5,7	6,1	72	1,7	46	4,6	4,8	2,8	3,3	70,0	0,0

Quadro 1: Identificação da análise química do solo

Na seqüência das ações, foi iniciada a construção de uma estrutura de metal de 10 x 16 m com 4,5 m de pé direito, com a finalidade de sustentar uma cobertura de PVC (Figura 5), com a finalidade de evitar a entrada de precipitações naturais nos lisímetros, uma vez que um dos objetivos da instalação dos lisímetros é a condução de experimentos com diferentes lâminas de irrigação.



Figura 5: Vista parcial da estrutura metálica.



No dia 26 de junho, iniciou-se o processo de umedecimento do solo, através da adição de água ao solo com as torneiras dos canos de drenagem fechados. Quando o solo apresentou uma lâmina de 0,02 m de água na superfície do solo e não se observou mais a saída de bolhas de ar do interior do solo na superfície, as torneiras dos lisímetros foram abertas e a água de drenagem acondicionada em recipientes, onde no final da drenagem, 24 horas após a abertura das torneiras, segundo metodologia proposta por MONTOVANI, et al (2005), o solo foi considerado com tendo atingido a capacidade de campo.

Com objetivo de restaurar a estrutura do solo e iniciar as definições da metodologia de coleta de água de drenagem, no dia 15 de julho, foi realizada a semeadura da cultura da aveia preta (*Avena strigosa*), para essa cultura não foi usada correção do solo ou adubação.

O experimento de lixiviação do nitrogênio no solo iniciou-se no dia 10 de setembro de 2008, com a dessecação da aveia, através da aplicação de $1/\text{ha}^{-1}$ do produto Glifosato. No dia 25 de setembro foi realizada a coleta de amostra de solo dos lisímetros (quadro 1), para a definição da recomendação da adubação para a cultura do milho, sendo essa apresentada no quadro 2.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO QUÍMICA (milho) para $9.000 \text{ kg}/\text{há}^{-1}$						
Descrição	Volume recomendado pelo ROLAS			Volume aplicado $\text{kg}/\text{há}^{-1}$		
NPK	N165 kg	P150 kg	K110 kg	Uréia	SFT	HCI
Adub. Química base	19,80	150,06	110,4	44,00	366,00	184,00
Adub. Química cobertura	145,35	0,00	0,00	323,00	0,00	0,00
Adub. Química total	165,15	150,06	110,04	367,00	366,00	184,00

Quadro 2: Volume recomendado de NPK pelo ROLAS para a produção de $9000 \text{ kg}/\text{há}^{-1}$ e volume aplicado (Uréia, SFT e HCL) correspondendo a necessidade de NPK.

A recomendação de adubação utilizada neste trabalho foi realizada com base no manual de adubação e calagem para os estados do Rio grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS), utilizando-se como base os valores da análise de solo, para tal foram coletadas amostras de solo dos lisímetros nas profundidades de 0-10; 10-20 cm. A interpretação dos resultados foi feita pelas faixas de valores recomendada para a cultura de milho em plantio direto, tendo como parâmetro a produtividade de grãos de $9000 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$.

Como o objetivo do trabalho é avaliar a lixiviação de N oriundos de dejetos de suíno e cama de aviário e nitrogênio mineral, foram coletadas amostras de dejetos de cama de aviários e esterco suíno oriundos de instalações didáticas do colégio agrícola de Frederico Westphalen. Os resultados da análise química do esterco suíno e da cama de aviário são apresentados no quadro 3, esses resultados propiciaram a recomendação dos volumes a serem aplicados, desses produtos, para atingir os mesmos valores de N recomendado pelo ROLAS para a cultura do milho na produtividade estimada.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA (MILHO) PARA $9.000 \text{ kg}/\text{há}^{-1}$				
Descrição	Teor observado na análise			Volume aplicado
CAMA DE AVIÁRIO	N	P	K	Cama aviário
Adub. Aves concen. Total	13,00	3,50	2,50	Quantidade aplicada kg/ha^{-1} 5157
Adub. Aves concen. Disp	3,20	3,50	2,50	
Adub. Aplicado plantio	165,02	180,49	128,92	
DEJETO SUÍNO	N	P	K	Dejeto suíno
Adub. Suíno concen. total	4,06	3,60	2,00	Quantidade aplicada $\text{m}^3/\text{ha}^{-1}$ 52,5
Adub. Suíno concen. Disp	3,24	3,24	2,00	
Adub. Aplicado Plantio	170,10	170,10	105,00	

Quadro 3: Teor de NPK observado na análise química das amostra de dejetos de suíno e cama de aviário e seu volume aplicado por kg/ha^{-1}



No dia 05 de outubro realizou-se a adubação nitrogenada, pelo fornecimento de nitrogênio através de esterco suíno, cama de aviário e uréia mineral, recomendados a partir dos dados de NPK. Assim, foram aplicados 5137 kg/ha^{-1} de cama de aviário $52,5 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$ de dejetos suíno e 323 kg/ha^{-1} de uréia na cobertura, e 44 kg/ha^{-1} de uréia e 366 kg/ha^{-1} de superfosfato triplo (SFT) e 184 kg/ha^{-1} de Cloreto de Potássio (KCI) na base, que corresponde a necessidade de NPK de 165 kg/ha^{-1} N, 150 kg/ha^{-1} P e 110 kg/ha^{-1} K, segundo ROLAS.

A adubação orgânica com esterco suíno e cama de aviário foi aplicada com regadores e a adubação mineral (uréia, SFT e KCI) foi aplicada a lanço.

A semeadura da cultura do milho, variedade AS 1551, foi realizada no dia 17 de dezembro de 2008, manualmente, no sistema plantio direto, em linhas, com uma população de $60.000 \text{ plantas ha}^{-1}$, com espaçamento entre linhas de 45 cm e 6 cm de profundidade. A colheita da cultura ocorreu no dia 25 de abril de 2009, 113 dias após a emergência (DAE). O monitoramento da água drenada e da perda de nitrogênio foi realizado a partir da aplicação de N em pré-semeadura (05 de outubro de 2008), até a colheita da planta.

Como o conjunto de lisímetros está protegido de precipitações pluviais naturais, o suprimento de água as plantas foi fornecido via água de irrigação. As lâminas de irrigação foram calculadas segundo a metodologia descrita por PEREIRA (1997), que considera a evapotranspiração como fator para aplicação de água via irrigação. Os dados meteorológicos para compor as informações necessárias para a estimativa da evapotranspiração e conseqüentemente a lâmina de irrigação necessária, foram obtidos da estação meteorológica instalada no *campus* de Frederico Westphalen. A lâmina de irrigação estimada foi aplicada por meio de regadores.

A água de drenagem coletada foi submetida a testes de teor de nitrogênio total, seguindo a metodologia indicada por Tedesco *et.al.* (1995), que utilizou a destilação das amostras de água com liga de devarda e óxido de magnésio em destilador de arraste de vapor semimicro Kjeldahl, as avaliações foram realizadas no laboratório de Pesquisa e Análise Química (LAPAQ), localizado nas dependências do CESNORS/UFMS. Os valores obtidos nas análises da água apresentado no (quadro 4) foram comparados aos valores de limite máximo de resíduos (LMR). O LMR é a quantidade máxima de resíduo de uma substância que pode estar legalmente presente nos alimentos ou rações animais sem causar danos à saúde do consumidor, ou seja, concentração permitida na água de consumo humano. O nível crítico utilizado como padrão foi a concentração permitida na água para consumo humano sendo esta de $10 \text{ mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$, segundo a portaria do CONAMA nº 357, de março 2005.

A coleta da água drenada foi realizada nos poços de observação onde foram colocados recipientes de PVC de 20 litros. O volume drenado foi medido e dessa foi coletado uma amostra de 100 ml para a determinação da concentração de nitrogênio, os valores observados são apresentados no quadro 4.

3 Resultados

N° *	Dia **	Numero dos lisímetros / mg/L de Nitrogênio Total										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	23/12	0,0	0,49	0,35	0,63	0,42	0,21	0,42	0,49	0,21	0,28	0,35
02	12/01	0,0	0,49	0,14	0,56	0,42	0,07	0,28	0,63	0,28	0,07	0,28
03	07/01	0,35	0,56	0,21	0,56	0,42	0,14	0,42	0,56	0,28	0,14	0,35
04	31/01	0,56	1,12	0,35	0,77	0,98	0,56	0,77	0,84	0,63	0,63	0,91

Quaro 4: Valor de nitrogênio presente nas amostra de água coletada nos lisímetros.

*Numero de amostra coletadas nos lisímetros. **Dia, mês de coleta da água nos lisímetros.

Os dados apresentados no (quadro 4) permitem inferir que na água coletada dos lisímetros nos poços de observação é possível avaliar o volume de água lixiviada, em cada



lisímetros de drenagem e dessa, em laboratório, avaliar os níveis de nitrogênio total presentes. Esses dados preliminares possibilitaram a definição da metodologia a ser utilizada na avaliação do nitrogênio total. A partir desses dados foi definida em coletas subsequentes realizadas no período de 18 de maio de 2009 a 13 de julho de 2009 na cultura de cobertura (*Avena strigosa*), resultados apresentados no quadro 5.

Nº *Am **	N	Número dos lisímetros										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/18/05	(N-NH4)	1,40	1,40	0*	1,40	1,40	0*	0,70	0*	0*	2,10	1,40
	N(NO3+NO2)	0,70	0*	0,70	3,50	4,20	2,10	2,8	1,4	0,70	0,00	0,70
	N-total	2,10	1,40	0,70	4,90	5,60	2,10	3,50	1,40	0,70	2,10	2,10
2/25/05	(N-NH4)	7,00	5,60	1,40	1,40	4,20	2,80	3,50	2,8	2,80	0,70	3,50
	N(NO3+NO2)	2,80	1,40	3,50	2,80	7,70	2,10	2,80	2,8	4,20	2,80	2,10
	N-total	9,80	7,00	4,90	4,20	11,90	4,90	6,30	5,6	7,00	3,50	5,60
3/3/06	(N-NH4)	0*	0*	0*	4,20	1,40	2,80	2,10	0,82	5,60	0,70	3,50
	N(NO3+NO2)	0*	0*	0*	3,50	7,00	4,9	1,40	1,65	2,10	4,20	2,10
	N-total	0*	0*	0*	7,70	8,40	7,70	3,50	2,47	7,70	4,90	5,60
4/13/06	(N-NH4)	0*	1,40	0,70	0*	0*	4,20	0*	0*	5,60	1,40	4,20
	N(NO3+NO2)	0*	2,10	2,80	0*	0*	1,40	0*	0*	1,40	2,10	2,10
	N-total	0*	3,50	3,50	0*	0*	5,60	0*	0*	7,00	3,50	6,30
5/13/07	(N-NH4)	42,78	8,18	0,84	3,68	3,54	15,56	0*	0*	1,00	0,30	0*
	N(NO3+NO2)	50,56	7,27	2,53	16,58	7,97	3,89	0*	0*	2,10	23,3	0*
	N-total	93,33	15,45	3,37	20,26	11,52	19,44	0*	0*	7,00	37,3	0*

Quadro 5: Valor de nitrogênio presente na amostra de água lixiviada dos lisímetros durante o ciclo fisiológico da cultura de aveia.

** Número de amostra/ dias, mês que foram coletadas as amostras. * Os lisímetros que não apresentam resultados nos dias analisados, justificam-se por maior consumo de água da cultura em relação ao seu desenvolvimento.

Os valores observados nos quadros 3 e 4 não foram avaliados em relação as suas diferenças estatísticas, pois o objetivo principal do projeto e a definição de metodologia de instalação do conjunto de lisímetros de drenagem e a definição de metodologia de coletas e avaliação da água lixiviada.

4 Conclusão

a) Da análise dos resultados preliminares coletados pode-se inferir que a metodologia aplicada para instalação do conjunto de lisímetros de drenagem possibilitara a avaliação da lixiviação de nitratos utilizados na produção de grãos, pastagens e cobertura verde do solo.

b) Os lisímetros de drenagem permitem a avaliação do balanço hídrico das culturas sendo ferramenta importante na indicação da necessidade hídrica das culturas utilizadas na região (milho, soja, feijão, aveia, etc.).

c) Os lisímetros de drenagem possibilitam à avaliação das quantidades de nitrogênio, de diferentes origens, aplicado as culturas e sua resposta em produtividade e seu reflexo no nível de nitratos lixiviados, que seriam contaminantes do solo e dos mananciais hídricos.



5 Bibliografia

BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: Bergamaschi, H.; Berlato, M. A.; Fontana, D. C.; Cunha, G. R.; Santos, M. L. V. dos; Farias, J. R. B.; Barni, N. A. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**, Porto Alegre: UFRGS, 1992. p.11-23.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; DIEKOW, J.; MARCOLAN, A.L & TISSOT, A.R. Possibilidades de manejo do nitrogênio na cultura do milho em sucessão a aveia preta, sob plantio direto. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. Anais. Passo Fundo, 1997. p.235-237.**

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Rio de Janeiro, 1999. 412p.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46p.**

PEREIRA, A. R. et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
OLIVEIRA, Paulo Armando V. De. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos. manual de boas práticas**. Concórdia: EMBRAPA- CNPSA, 2004. P. 43-45 (Programa Nacional do Meio Ambiente –PNMA II; projeto de controle da degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina).

ROSA, G. M. **Análise econômica da implantação de sistemas de irrigação na produção de grãos na região do planalto médio do Rio Grande do Sul**. Santa Maria. UFSM, 2000. 59p Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO/ **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. -10 ed.-Porto Alegre, 2004.

SALASSIER, B., SOARES, A. A., MANTOVANI Ch. E. **Manual de irrigação/** -Publicação 7. ed. atual. e ampl.-Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005.

TEDESCO, M.J.;VOLKWEISS,S.J; BOHNEN,H. **Análise de solo, plantas e outros materiais** .Porto Alegre: Faculdade de Agronomia /Universidade Federal do Rio Grande do Sul,1985.188 p.(Boletim técnico 5).

KARLEN D. L et al 1988: *Zea mays* **Adubação e Calagem –Manchas** www.zeamays.com.br/Adubacao_e_calagem/marcha.htm. Acesso dia 10 de setembro de 2009.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA resolução no 357, de 17 de março de 2005. www.slideshare.net/./recursos-hdricos-no-brasil. Acesso em: 11setembro de 2009.