

Gracieli Fernandes  
Ricardo Piton  
André Pellegrini  
Tales Tiecher

Cartilha

**Manejo e Conservação do Solo e  
da Água na Região do Médio Alto  
Uruguai:** Em busca de uma  
Agricultura Sustentável

Guia Prático



Frederico Westphalen  
2016



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivados 3.0 Não Adaptada. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>.

**Revisão Linguística:** Gracieli Fernandes, Ricardo Piton, André Pellegrini, Tales Tiecher

**Revisão metodológica:** Wilson Cadoná

**Capa/Arte:** Silvana Kliszcz

**Projeto gráfico:** Grafimax Editora Gráfica

**Impressão:** Grafimax Editora Gráfica

**O conteúdo dos textos é de responsabilidade exclusiva dos(as) autores(as).**

**Permitida a reprodução, desde que citada a fonte.**

Catálogo na Fonte elaborada pela  
Biblioteca Central URI/FW

C315 Cartilha : manejo e conservação do solo e da água na Região do Médio Alto Uruguai : em busca de uma agricultura sustentável / Gracieli Fernandes ... [et al.] . – Frederico Westphalen, RS : URI – Frederico Westph, 2016.  
28 p.

1. Manejo do solo. 2. Agricultura sustentável. 3. Região do Médio Alto Uruguai. I. Fernandes, Gracieli. II. Piton, Ricardo. III. Pellegrini, André. IV. Tiecher, Tales . V. Título.

CDU 631.4



URI – Universidade Regional Integrada  
do Alto Uruguai e das Missões  
Prédio 9  
Câmpus de Frederico Westphalen:  
Rua Assis Brasil, 709 – CEP 98400-000  
Tel.: 55 3744 9223 – Fax: 55 3744-9265  
E-mail: editorauri@yahoo.com.br, editora@uri.edu.br

Impresso no Brasil  
Printed in Brazil

# *Sumário*

<b>Prefácio.....</b>	<b>4</b>
Importância do manejo e conservação do solo e da água .....	5
<b>Projeto 1: Influência da fertilização do solo na produção de leite.....</b>	<b>6</b>
Introdução.....	7
1 Metodologia .....	10
2 Resultados.....	11
3 Recomendações .....	14
<b>Projeto 2: Avaliação do impacto das pastagens sobre a compactação do solo e a produtividade da cultura do milho em sistemas de integração lavoura-pecuária.....</b>	<b>16</b>
Introdução.....	17
1 Metodologia.....	18
2 Resultados.....	20
3 Recomendações.....	23
<b>Referências .....</b>	<b>27</b>



## *Prefácio*

Este guia prático possui como objetivo conscientizar e repassar a agricultores, suinocultores, alunos e demais interessados os resultados de dois projetos de pesquisa desenvolvidos no Polo de Modernização Tecnológica, Câmpus II da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Câmpus de Frederico Westphalen, durante os anos de 2014 e 2015.

O manejo adequado e as práticas de conservação do solo e da água visam evitar ou minimizar a degradação química e física desses recursos naturais, aumentar a produtividade dos sistemas agrícolas e garantir maior sustentabilidade econômica e ambiental para a cadeia produtiva do leite da Região do Médio Alto Uruguai.

Os projetos foram financiados pela Secretaria de Ciência, Inovação e Desenvolvimento Tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul.

Essa publicação faz parte do projeto NEAPOMAU e é apoiada pelas entidades envolvidas no projeto de criação e manutenção do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica do Médio Alto Uruguai (NEAPOMAU) na chamada MCTI/MAPA/MDA/MEC/MPA/CNPq N°81/2013 que é coordenada pelo Professor Luis Pedro Hillesheim do Departamento de Agrárias da URI - Câmpus de Frederico Westphalen - RS.

## ***Importância do manejo e conservação do solo e da água***

O uso intensivo dos solos da região sul do Brasil com preparo inadequado e ausência de práticas conservacionista resulta na diminuição da fertilidade, degradação das características físicas, químicas e biológicas, acelera a erosão e diminui a produtividade dos solos agrícolas. Desta forma, o manejo e a conservação do solo e da água em atividades agropecuárias ou de integração lavoura-pecuária são ações essenciais para a prevenção e recuperação de áreas degradadas, mantendo a capacidade produtiva dos solos e a preservação ambiental e garantindo esses recursos naturais para as gerações futuras.

No Brasil, cerca de 80 milhões de hectares de pastagens estão degradados o que impressiona é que a área cultivada em grãos no país é de 76 milhões de hectares. A utilização inadequada dos sistemas de cultivo, associada ao manejo inadequado da adubação, está ocasionando perda de solo, perda de nutrientes das áreas de cultivo para as águas, diminuição da atividade biológica do solo, maiores riscos de erosão e com isso, menor infiltração de água e diminuição da reposição de água nos lençóis freáticos.

*“No Brasil, cerca de 80 milhões de hectares de pastagens estão degradados...”*

É necessário compreender o que é a conservação do solo e da água, visto que a erosão acelerada do solo e o assoreamento dos corpos hídricos é consequência ecológica do uso ou manejo inadequado das terras. Ou as pessoas protegem devidamente o solo, manejando-o adequadamente dentro das suas potencialidades, ou, em pouco tempo, teremos apenas terras improdutivas.

***Projeto 1:***  
***Influência da fertilização do solo***  
***na produção do leite***

## **Introdução**

Com a crescente demanda de alimentos, a agricultura está progredindo, sendo que o manejo da fertilidade do solo com adubação química e orgânica é um fator de grande expressão neste contexto de progresso agrícola. Os fertilizantes orgânicos, principalmente os dejetos de suínos e em menor quantidade, dejetos de bovinos e cama de aves, bem como os fertilizantes químicos, são amplamente utilizados na agricultura, na adubação das pastagens destinadas aos bovinos leiteiros e ao gado de corte. Apesar de refletir positivamente na fertilidade do solo nas pastagens, a aplicação indiscriminada de fertilizantes pode ocasionar inúmeros problemas, pois seu uso excessivo pode ocasionar impactos ambientais negativos no solo, nas pastagens e especialmente nos recursos hídricos.

O nitrogênio é um nutriente essencial para as plantas, sendo um dos mais representativos do ponto de vista ambiental. É encontrado nos dejetos e fertilizantes nitrogenados. Este nutriente pode ser perdido para a atmosfera e para as águas superficiais e subsuperficiais, o que diminui sua disponibilidade para as plantas. Uma forma de perda de nitrogênio é através do íon nitrato o que afeta diretamente a qualidade da água.

O nitrato é uma das formas de N muito presente nos solos brasileiros e como o Brasil é um país tropical com a presença de chuvas, pode-se afirmar que uma pequena quantidade desse poluente pode chegar rapidamente até o lençol freático pelo rápido transporte realizado pelas águas das chuvas. Essa forma de degradação e perda de nutriente é chamada lixiviação, sendo que o íon nitrato é facilmente lixiviado devido à sua alta mobilidade, podendo atingir extensas áreas, com riscos de contaminação das águas subterrâneas. As concentrações de nitrato e nitrito nas águas para consumo humano não podem exceder os valores de potabilidade de  $10 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrato e  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrito estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Assim, enfatiza-se a necessidade de racionalidade na utilização

dos fertilizantes, o que engloba o uso de doses menores de dejetos combinados com adubos químicos. (Figura 1).

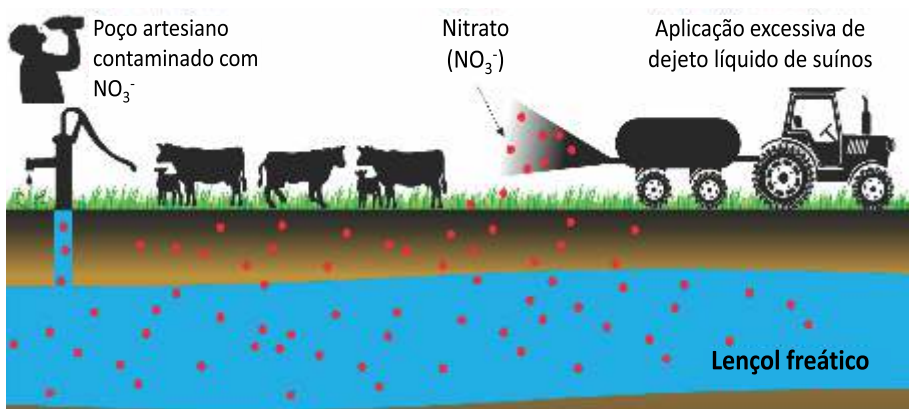


Figura 1. Esquema representando a contaminação do lençol freático com nitrato oriundo da aplicação excessiva de dejetos líquidos de suínos.

Ilustração: Tales Tiecher.

A utilização de dejetos ou de altas doses de adubação pode gerar impactos sobre os recursos naturais da região do Médio Alto Uruguai. Por isso, devido à necessidade de informações e estudos sobre níveis mais adequados para o uso de fertilizantes químicos e orgânicos, este projeto foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito das diferentes formas de fertilização compostas por fertilizantes orgânicos à base de dejetos de suínos, dejetos de bovinos, cama de aviário e fertilizantes químicos, principalmente ureia, sobre as concentrações das formas de N mineral (amônio, nitrito e, principalmente nitrato) no solo, na água (escoada e lixiviada), no leite e nas pastagens permanentes de 14 propriedades rurais da região do Médio Alto Uruguai, no estado do Rio Grande do Sul (Figura 2).



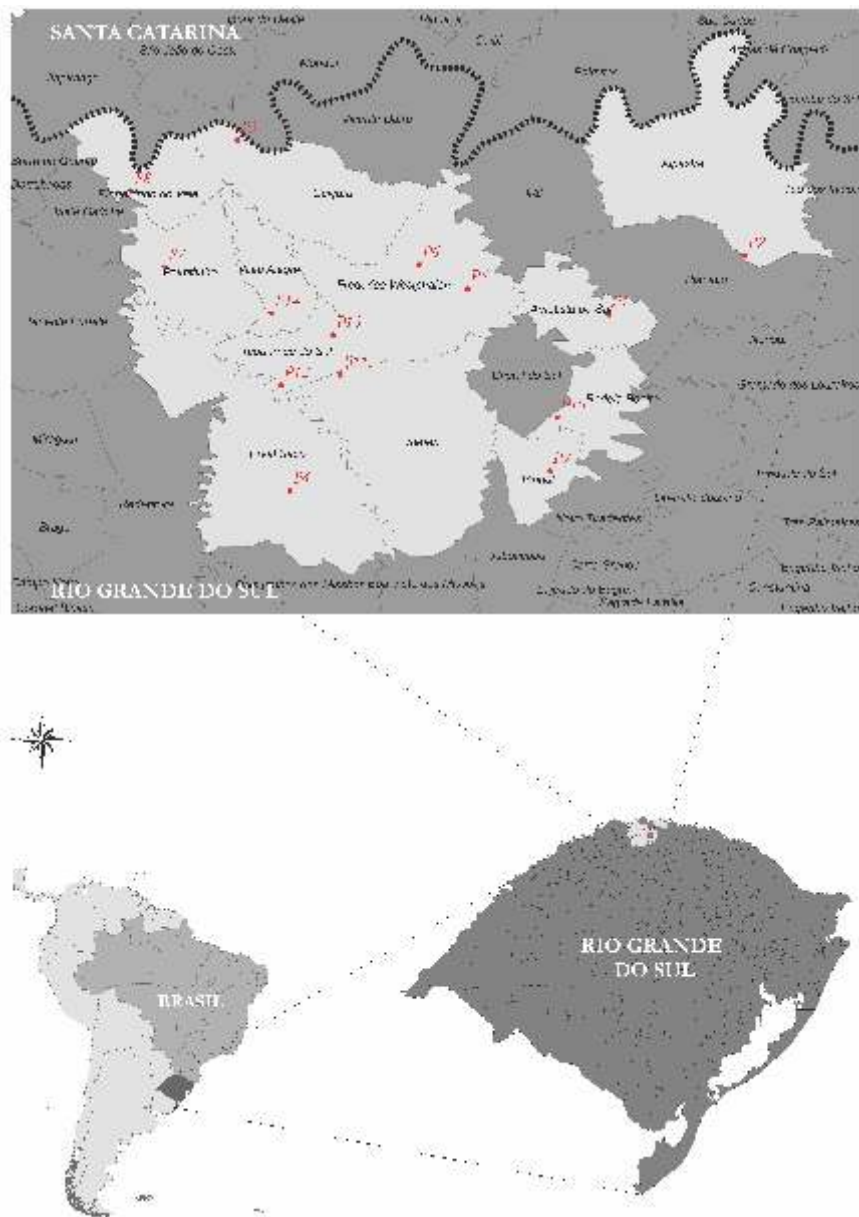


Figura 2. Localização das propriedades monitoradas no estudo.  
Fonte: Viviane Capoane.

## 1 Metodologia

Em cada propriedade foram instalados experimentos contendo um tubo de PVC, para coleta da água lixiviada e um frasco coletor, para coleta da água escoada superficialmente. Seis períodos de amostragem foram avaliados entre 2014 e 2015, onde foram coletados solo, pastagem, água lixiviada e escoada e leite, sempre após a ocorrência de precipitações significativas, superiores a 70 mm (Figura 3).

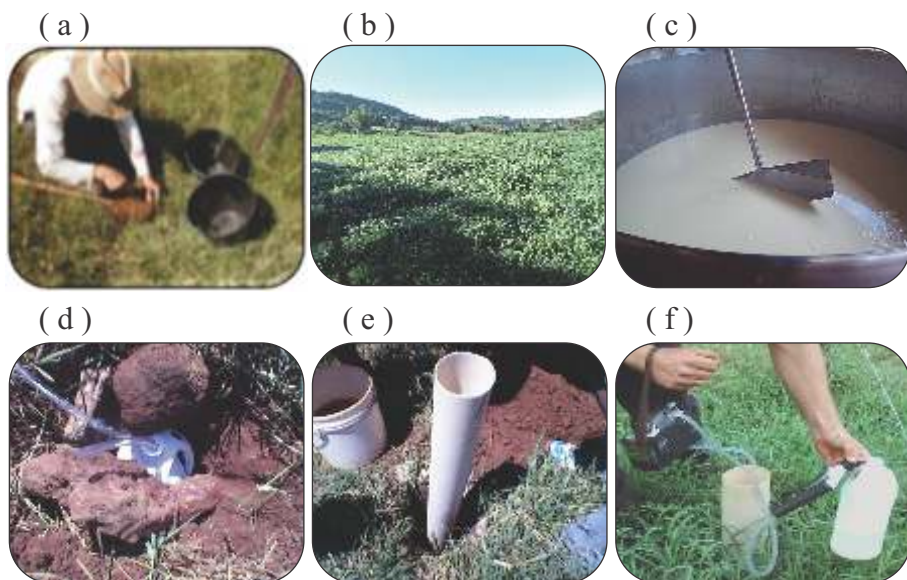


Figura 3. Fotografias das coletas de solo (a), pastagem (b), leite (c), água escoada (d), água lixiviada (e, f).

Das 14 propriedades, 5 utilizavam exclusivamente fertilizantes orgânicos (dejetos suínos, bovinos e de aves) em suas pastagens, 5 utilizavam somente fertilizantes inorgânicos, e 4 utilizavam ambos.

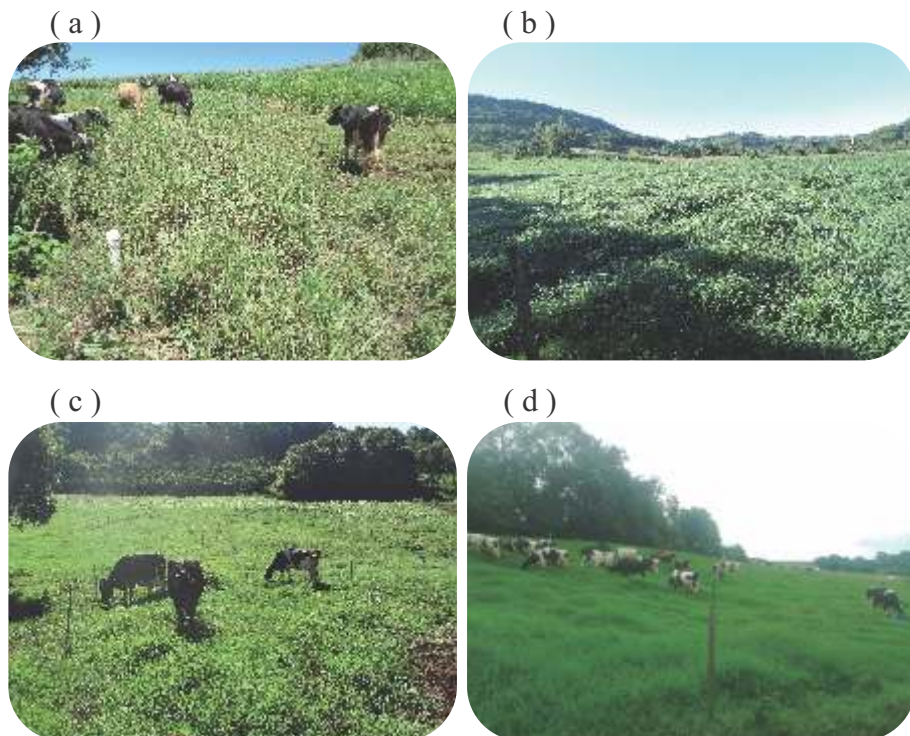


Figura 4. Algumas propriedades monitoradas em Caiçara, RS (a), Frederico Westphalen, RS (b), Rodeio Bonito, RS (c), e Taquaruçu do Sul, RS (d).

## 2 Resultados

Nas amostras de solo analisadas não foram encontradas diferenças significativas entre as formas de adubação utilizadas pelas propriedades, demonstrando que a forma de nitrogênio aplicada (orgânica ou mineral) não interferiu na concentração das formas desse nutriente no solo, ou seja, tanto a adubação química quanto a orgânica podem contribuir de forma semelhante para a produtividade e também para o aumento das concentrações de nitrogênio no solo. A forma de nitrogênio presente em maior concentração nos solos das propriedades foi amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ), seguida de nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) e nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ), visto que a planta absorve nitrogênio mineral apenas sob as formas de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  (Figura 5).

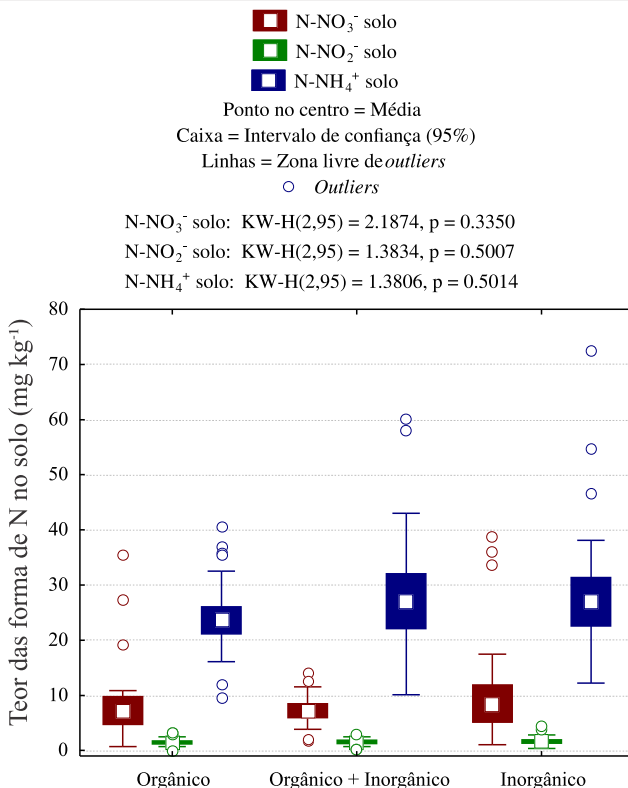


Figura 5. Teor de nitrato, nitrito e amônio no solo das pastagens permanentes submetidas à aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos.

Quanto à pastagem, é muito difícil estabelecer a concentração de nitrato na planta que seja tóxica para os animais, pois a condição nutricional do animal aumenta ou diminui a gravidade da intoxicação. No Brasil, o nível considerado seguro está em torno de 2,1 g kg<sup>-1</sup> de nitrato na pastagem. O nível considerado tóxico na forragem pastada está entre 3,5 e 4,5 g kg<sup>-1</sup> de nitrato. Apenas 22,3% das amostras apresentaram concentrações de nitrato na pastagem seguras para os animais; 53,2% das amostras apresentaram concentrações de nitrato na pastagem superiores ao nível considerado tóxico.

A legislação brasileira não estabelece valores máximos para a presença de nitrato e nitrito em leite, no entanto, considera impróprio para o consumo o leite bovino que contenha estes contaminantes. Das amostras de

leite analisadas, 54,5% apresentaram ausência de nitrato e 81,8% apresentaram ausência de nitrito, sendo que as demais amostras apresentaram concentrações relativamente baixas.

Os resultados demonstraram ainda que a forma de nitrogênio aplicada via fertilizante (orgânica ou inorgânica) nas pastagens permanentes da região do Médio Alto Uruguai não interferiu nos teores das formas de nitrogênio na água escoada superficialmente e na água lixiviada (que percolou através das camadas do solo, atingindo o lençol freático). Visando verificar se a dose de nitrogênio aplicada pelas propriedades anualmente está influenciando nas concentrações de nitrogênio nas águas, principalmente sob a forma de nitrato, estimou-se a quantidade aplicada por cada uma delas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características das propriedades e estimativa da quantidade de nitrogênio aplicado nas áreas de pastagem via fertilizantes.

Ponto de Coleta	Área total (ha)	Área de pastagem (ha)	Número de vacas	Vacas/ha	Produção L/vaca/dia	Produção total L/dia	Dose de ureia (kg ureia ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Dose de N via fertilizante químico (kg N ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Dose de dejetos** (m <sup>3</sup> ou ton ano <sup>-1</sup> )	Dose de N via dejetos*** (kg N ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Dose de N total nas pastagens (kg N ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
P1	22,0	15,0	49	3,3	15,0	470	0	0	150 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	300	300
P2	32,0	7,5	52	6,9	17,0	450	*	412	2 ton ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	60	472
P3	16,0	4,3	21	4,9	12,5	200	150	68	0	0	68
P4	400,0	10,0	71	7,1	20,0	1150	700	315	300 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	600	915
P5	6,0	1,0	5	5,0	10,0	40	100	45	0	0	45
P6	25,0	6,0	15	2,5	14,0	160	1000	450	0	0	450
P7	37,0	11,0	45	4,1	20,0	800	100	45	40 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	80	125
P8	18,0	6,0	22	3,7	15,0	330	0	0	500 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1000	1000
P9	29,0	3,0	14	4,7	15,0	160	0	0	1000 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	2000	2000
P10	25,0	10,0	26	2,6	13,0	290	700	315	0	0	315
P11	7,3	2,0	11	5,5	18,0	120	0	0	7 ton ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	210	210
P12	12,5	5,0	19	3,8	20,0	220	400	180	0	0	180
P13	10,3	5,0	43	8,6	22,0	500	200	90	500 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	1000	1090
P14	10,0	4,0	20	5,0	13,0	200	0	0	100 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	200	200

\* Propriedade P2 utiliza 870 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrato de amônio e 670 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> da fórmula NPK 16-16-15.

\*\* Quantidade de DLS é fornecida em m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e cama de aviário em ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

\*\*\* Para o cálculo da dose de N aplicado via dejetos foi utilizada a concentração média de 2 kg N m<sup>-3</sup> de DLS e 30 kg N ton<sup>-1</sup> cama de aviário, de acordo com os valores médios obtidos da CQFS-RS/SC (2004).

Observou-se correlação positiva entre a quantidade de N aplicado via fertilizante e o teor de nitrato na água lixiviada (Figura 6). A alta correlação positiva entre a quantidade de N aplicado e o teor de nitrato na água lixiviada demonstra o grande potencial poluidor da aplicação indiscriminada de fertilizantes em pastagens permanentes da região do Médio Alto Uruguai, fato este que está comprometendo a qualidade da água. Além disso, duas amostras de propriedades diferentes



apresentaram teores de nitrato na água acima do limite de  $10 \text{ mg L}^{-1}$  estabelecidos pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde. As duas propriedades aplicam doses de nitrogênio superiores a  $900 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Doses de 150 a  $200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  já podem ser consideradas elevadas.

Dessa forma, pode-se concluir que o teor das formas de N na água lixiviada e escoada, no solo e nas pastagens não são influenciadas pela forma do fertilizante utilizado (orgânico ou inorgânico), mas o uso indiscriminado de fertilizantes em pastagens permanentes para produção de forragens para alimentação do rebanho leiteiro pode causar contaminação das águas, comprometendo a saúde humana e animal.

### ***3 Recomendações***

Em áreas com solos mais arenosos, o monitoramento do impacto do uso continuado de dejetos deve ser maior, por serem ambientes mais frágeis. A utilização de práticas conservacionistas como rotação de culturas e manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo favorecem o acúmulo de matéria orgânica e contribuem para a infiltração de água no solo e a redução das transferências de nutrientes para ambientes aquáticos. Antes da utilização dos dejetos de animais nas lavouras é imprescindível a realização de uma análise química do solo, para evitar o desperdício de nutrientes, visto que a transformação dos dejetos em insumos agrícolas de baixo risco ambiental exige a adoção de adequados processos de manejo, tratamento, armazenamento e utilização.

O risco de contaminação ambiental está diretamente ligado às condições de solo, declividade, quantidade e forma de aplicação e ao número de vezes em que o fertilizante é aplicado no mesmo local. Quando é utilizada a adubação com dejetos líquidos de animais, práticas conservacionistas como terraceamento, plantio em contorno, cobertura adequada do solo e sistema de plantio direto agem positivamente para evitar erosão e escoamento superficial, diminuindo o risco de contaminação da água.



Outra prática importante para aumentar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados, diminuir perdas e conservar o solo e a água, principalmente para a aplicação de fertilizantes orgânicos, é o parcelamento da adubação, de acordo com as necessidades de cada cultura e em função das características do solo e do clima. Quando da utilização de altas doses de N (em torno de  $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), aplicação em solos de textura arenosa ou em solos argilosos, porém com baixa CTC e aplicação em áreas sujeitas a chuvas intensas, deve-se tentar utilizar um número maior de parcelamentos, entre 3 e 4. Podem ser realizados 1 a 2 parcelamentos da adubação quando da aplicação de doses de nitrogênio baixas ou médias ( $40$  a  $80 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), aplicação em solos de textura média ou argilosa, com alta CTC ou em áreas sujeitas a chuvas de baixa intensidade.

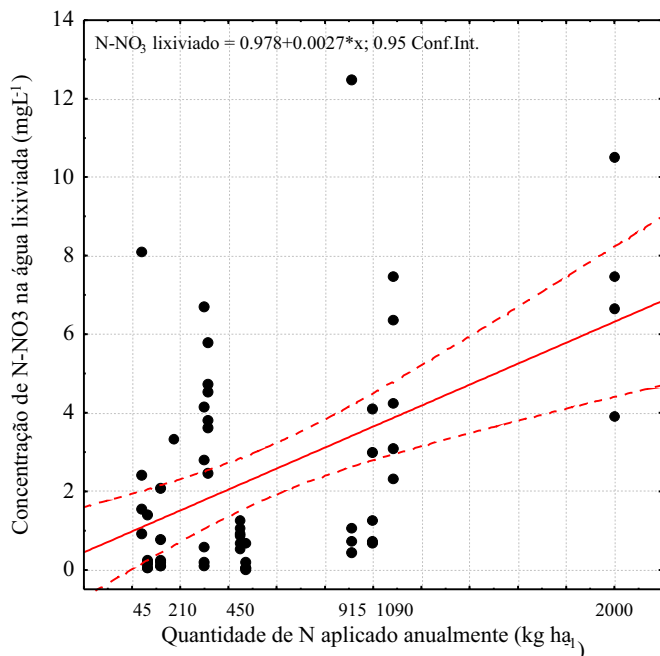


Figura 6. Correlação entre o teor de nitrato na água lixiviada e a dose de nitrogênio aplicada anualmente via fertilizantes.

***Projeto 2:  
Avaliação do impacto das  
pastagens sobre a compactação  
do solo e a produtividade da  
cultura do milho em sistemas  
de integração lavoura-pecuária***



## ***Introdução***

A região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul se caracteriza pela integração entre lavoura e pecuária. Esse sistema tem por objetivo maximizar o uso da terra, com produção de alimento para o animal, aumentando a capacidade de suporte da propriedade. O manejo incorreto nesse sistema, com elevada carga animal na área e o tráfego intenso de máquinas e implementos agrícolas, principalmente em condições de solo úmido, causam a compactação do solo, modificando a resistência dos agregados, aumentando a densidade e resistência, o que restringe o crescimento radicular e reduz a taxa de infiltração de água no solo.

Em pequenas propriedades familiares, o problema está no aumento da compactação pela utilização repetitiva de áreas para a produção de silagem, aliada ao pastoreio com pouco resíduo, ou incremento de palha. O tráfego no momento da colheita é o mais intenso entre as atividades agrícolas e, normalmente, não é observado o teor de umidade do solo, resultando em um aumento da compactação.

Porém, o que provoca a compactação de um solo não é exclusivamente a entrada de animais ou mesmo das máquinas agrícolas. O problema da compactação está na forma como é realizado o manejo animal e o manejo da cobertura vegetal, visto que a falta de cobertura vegetal da superfície expõe diretamente o solo, tornando-o suscetível à erosão (e, conseqüentemente ocorre perda de nutrientes e contaminação das águas) e à compactação. A manutenção da cobertura vegetal aumenta a infiltração de água, mantém ou eleva os teores de matéria orgânica e aumenta a biodiversidade dos microrganismos, fatores estes que atuam melhorando a estrutura e tornando o solo menos suscetível aos processos erosivos. Desta forma, pode-se alcançar maior sustentabilidade econômica e ambiental nas propriedades. A presença de palhada na superfície do solo pode dissipar a energia da compactação pelo tráfego de máquinas e pisoteio animal, atuando como um amortecedor das pressões aplicadas sobre o solo.



Diante disso, desenvolveu-se um experimento buscando avaliar diferentes formas de manejo do solo e conciliar o fornecimento adequado de forragem para os animais com a cobertura de palha sobre o solo, evitando assim, limites críticos de compactação sob áreas de produção de silagem.

### ***1 Metodologia***

A instalação do experimento utilizou duas formas de manejo do solo: plantio direto e plantio escarificado (no momento da semeadura da aveia), e quatro níveis de resíduos de forragem: 100%, 50%, 40% e 30%, dispostos em três blocos, conforme Figura 1a. O critério para a entrada dos animais nas pastagens foi o mesmo em todos os tratamentos e a carga animal nas pastagens foi calculada buscando manter os diferentes níveis de resíduo de forragem após o pastejo. No piquete 1 não foram largados animais, o que manteve 100% dos resíduos; no piquete 2 foram largados 4 animais durante 3,5 horas, uma carga animal que manteve 50% dos resíduos; no piquete 03 foram largados 6 animais durante 3,5 horas, o que manteve 40% dos resíduos e no piquete 04 foram largados 10 animais durante 2,5 horas, uma carga animal que manteve 30% dos resíduos. A pastagem adotada foi a aveia-preta e como animais experimentais foram usadas vacas em lactação da raça Holandesa com peso médio de 500 kg. A resistência mecânica à penetração foi determinada com um penetrômetro (Figura 1c) digital realizando três coletas de dados em cada ponto de tratamento a cada pastejo realizado pelos animais.

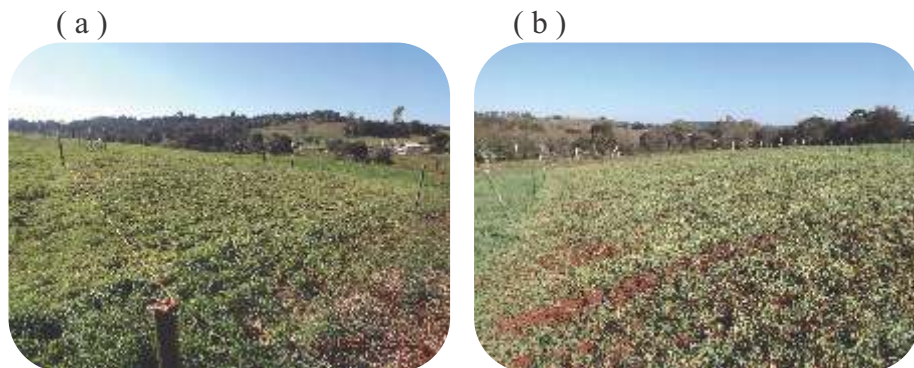


Figura 1: Área experimental com plantio direto com e sem escarificação em diferentes níveis de resíduos de forragem.

As determinações da condutividade hidráulica saturada, densidade do solo, porosidade total, macro e micro porosidade foram determinadas por amostras coletadas com anéis volumétricos em profundidades de 0 cm à 6cm; 7cm a 12 cm; 13cm a 20cm e 21cm a 40cm após cada pastejo realizado pelos animais em cada tratamento, através de pesagem posterior a saturação das amostras, aplicação de tensão de 60 cm de coluna de água e secagem a 105°C, conforme Figura 2.

Quanto à produtividade do milho, a colheita foi feita quando a cultura atingiu o estágio fenológico de grão leitoso a farináceo, em uma coleta de planta inteira cortada a 15 cm do solo, sendo triturada em moinho forrageiro e posterior feita a secagem e pesagem.



Figura 2. Coleta de amostras de solo indeformada e determinações de propriedades físicas do solo na mesa de tensão e pesagens.

## 2 Resultados

Os resultados da resistência à penetração antes da colheita do milho demonstraram que a escarificação diminuiu a resistência à penetração para todos os tratamentos de cobertura do solo de forma mais eficaz que no tratamento não escarificado (Figura 3).

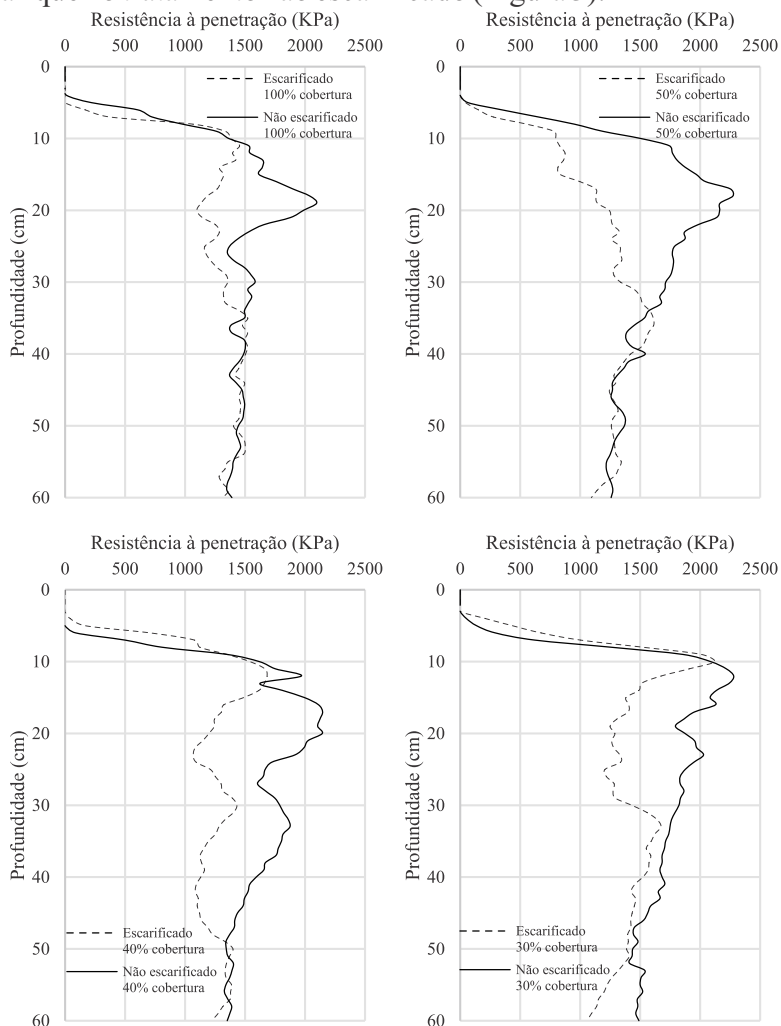


Figura 3. Efeito da escarificação do solo na resistência à penetração em diferentes coberturas do solo: 100% (a), 50% (b), 40% (c), 30% (d).

A cobertura do solo de apenas 30% não foi eficiente em manter os efeitos benéficos da escarificação sobre atributos físicos do solo, resultando numa maior resistência à penetração em torno de 10 cm de profundidade. Além disso, no solo que não foi escarificado, a menor cobertura do solo também resultou numa maior resistência à penetração.

A porosidade total não foi afetada pelo manejo com ou sem escarificação, e as camadas de 12-40 cm apresentaram maior porosidade total do que as camadas de 0-12 cm. A microporosidade e a densidade do solo também não foram alteradas pelos tratamentos. A densidade foi similar em todas as profundidades. Já a microporosidade aumentou com a profundidade em ambos os tratamentos. O único parâmetro que foi afetado pelos tratamentos com e sem escarificação foi a macroporosidade, a qual foi maior no tratamento escarificado no solo da camada superficial de 0-6 cm. O volume de macroporos duplicou nessa camada após a escarificação. Como os macroporos são responsáveis pela infiltração de água no solo, esses resultados indicam que a escarificação é uma boa estratégia de manejo de solo visando aumentar a infiltração da água.

Os resultados de produção de milho obtidos demonstram que a manutenção de uma cobertura de 100% com resíduos vegetais resultam num incremento de aproximadamente 26% na produção de matéria seca da parte aérea de milho e de 12% na produção de grãos de milho comparativamente ao tratamento com apenas 30% de resíduo conforme Figura 4. Isso significa que a produtividade de milho, tanto para silagem quanto para grãos, nas propriedades do Médio Alto Uruguai pode ser aumentada através de ferramentas de manejo do solo simples e adequadas para todas as propriedades rurais, como o aumento da cobertura do solo com resíduos culturais.

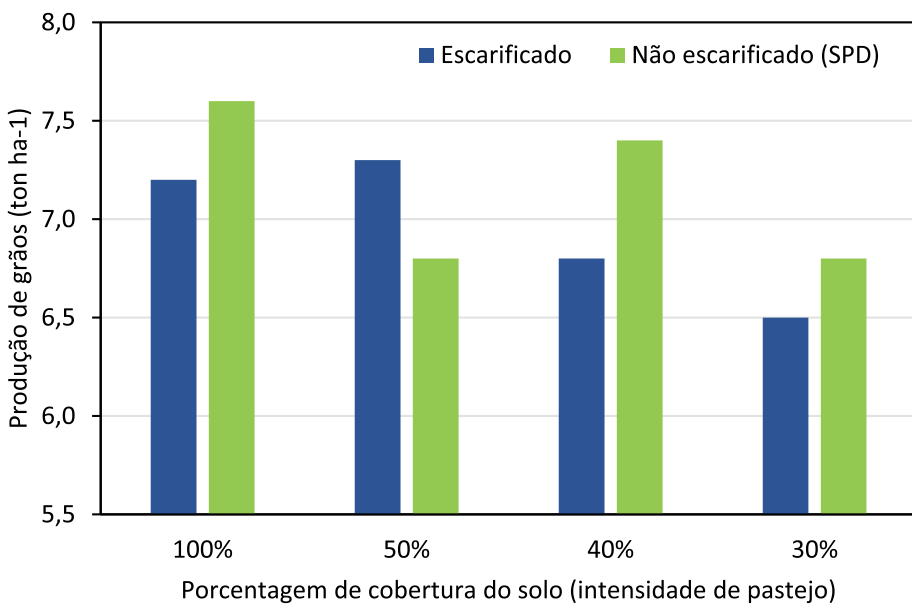
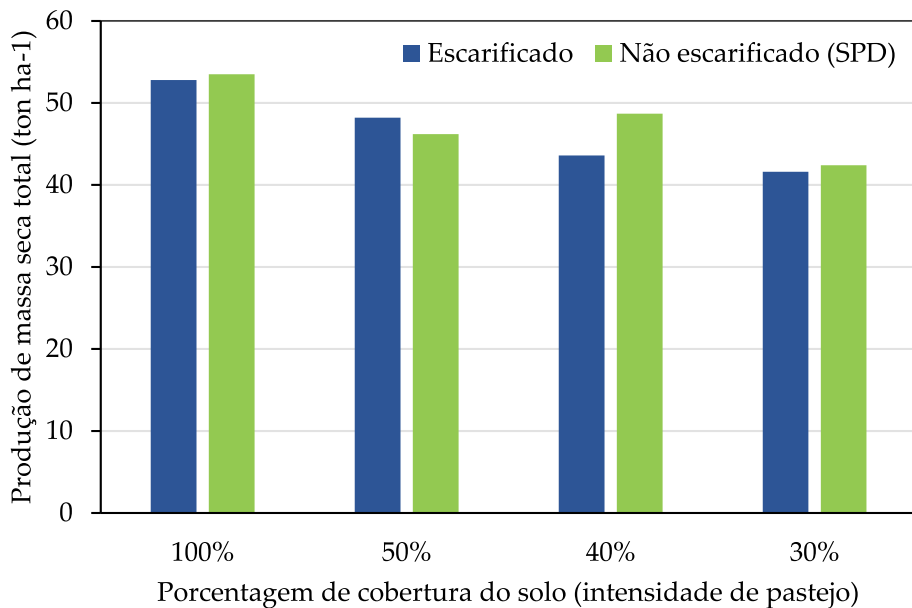


Figura 4. Efeito do manejo e da cobertura do solo na produção de massa seca de grãos do milho [A] e parte aérea [B].

Os resultados demonstraram que a melhor estratégia de rotação de culturas, conciliando produtividade animal e vegetal e que atendendo a maior parte da realidade da região do Médio Alto Uruguai é a utilização de um sistema com escarificação do solo e com uma cobertura vegetal de no mínimo 50%. Nessa estratégia, a escarificação promove a melhoria nos atributos físicos do solo, enquanto a cobertura vegetal evita perdas de solo por erosão e mantém a melhoria desses atributos físicos por maior período de tempo, mantendo a alta produtividade do sistema.

Contudo, o revolvimento do solo é uma forma imediata e temporária de reduzir a compactação, pois este sistema de manejo escarificado acarreta em maior perda de solo e emissões de carbono, não sendo um manejo sustentável em longo prazo. Desta forma, a adequação de quantidades de resíduos pode ser a saída para não ultrapassar os níveis críticos de compactação do solo, além de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos.

### ***3 Recomendações***

Na Região do Médio Alto Uruguai existem muitas propriedades que trabalham com a bovinocultura de leite e corte, cada qual com seu sistema de produção. Destas, a maioria são pequenas propriedades que utilizam o sistema lavoura-pecuária. A seguir estão algumas recomendações para que o sistema adotado nas propriedades seja sustentável ambientalmente, economicamente e socialmente.

- i) Análise de solo:** é fundamental conhecer a fertilidade do solo onde será produzida e a quantidade de reposição de nutrientes a ser aplicada. A aplicação adequada mantém o equilíbrio nutricional do solo e da planta e evita desperdícios de adubação desnecessária. Conseqüentemente, melhora a



produtividade e diminui a entrada de pragas e doenças na cultura. Evita degradação química no solo.

**ii) Evitar a compactação do solo:** a compactação reduz o espaço poroso e reduz os macroporos. Com isso, ocorre a diminuição da infiltração de água no solo, aumento da erosão e dificuldade para a penetração das raízes. A compactação de implementos agrícolas em sistema convencional é de aproximadamente 20 a 30 cm e em sistema plantio direto de 8 a 12cm de profundidade. As patas dos animais atingem uma profundidade de 5 a 10 cm de compactação. A seguir temos algumas práticas que podem ser adotadas para evitar a compactação do solo:

- a. evitar operações agrícolas e tráfego de máquinas com o solo demasiadamente úmido;
- b. dar preferência à máquinas agrícolas com rodados mais largos, o que aumenta a área de contato com o solo, diminuindo a pressão ocasionada pelos pneus;
- c. evitar deixar os animais em pastejo por muito tempo na mesma área, bem como em dias com excesso de umidade no solo;
- d. reduzir a intensidade de preparo do solo, evitando a formação do “pé de arado”.

**iii) Cobertura vegetal:** uma cobertura vegetal adequada assume importância fundamental para a diminuição do impacto das gotas de chuva na superfície do solo. Ocorre redução da velocidade das águas que escorrem sobre o terreno,



possibilitando maior infiltração de água no solo, diminuição da perda de partículas e nutrientes e gera o aumento de matéria orgânica. Portanto, é importante manter uma boa cobertura de solo após cada pastejo, evitando deixar o solo desprotegido.

**iv) Adubação verde:** a dificuldade de manter uma área da propriedade sem produção comercial por um pequeno período é uma dificuldade encontrada pelas pequenas propriedades dos agricultores do Médio Alto Uruguai. Porém, as vantagens de uma adubação verde vão além da produção comercial. A seguir algumas vantagens da adubação verde:

- a. Possui um sistema radicular bastante agressivo que descompacta as camadas mais profundas do solo;
- b. As plantas leguminosas fornecem nitrogênio fixado diretamente da atmosfera e ajudam na fixação de carbono no solo aumentando o teor de matéria orgânica e conseqüentemente a capacidade de armazenamento de água no solo;
- c. Recicla os nutrientes lixiviados e perdidos em profundidade, libera o fósforo fixado, reduz os teores de alumínio trocáveis e contribui para o sequestro de carbono;
- d. Intensifica a atividade biológica do solo e é matéria prima para compostagem.

Para deitar a massa verde pode ser utilizado um rolo faca, evitando o uso de agrotóxicos. É importante mudar de uma agricultura extrativista para uma agricultura sustentável, caso contrário, teremos solos improdutivos a médio prazo. Será necessário que os sistemas de



produção usem manejos pensando na conservação do solo e as práticas citadas nesta cartilha são algumas das orientações para que se tenha uma agricultura sustentável.

## Referências

BRASIL. **Portaria nº 2.914**. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2011.

CABRAL, J. R. et al. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 823–831, ago. 2011.

CERETTA, C. A.; AITA, C. **Manejo e conservação do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2009.

CIANCIO, N. H. R. **Fontes orgânica e mineral: produção de culturas, alteração nos atributos químicos do solo e transferência de formas de nitrogênio e de fósforo**. Santa Maria, 2015, 92 f. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. [s.l.] Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. p. 400

DRESCHER, G. L. **Predição da mineralização de nitrogênio pelo método Direct Steam Distillation (DSD) em solos aptos ao cultivo de arroz irrigado**. Santa Maria, 2015, 72 f. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Práticas Conservacionistas Vegetativas – Edáficas – Mecânicas**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

FERREIRA, T.N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.



GIACOMINI, S. J. et al. Transformações do nitrogênio no solo após adição de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 211–219, fev. 2013.

JADOSKI, S. O. et al. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 193–200, 2010.

LOURENZI, C. R. **Dejetos de suínos: produção de culturas, efeitos na matéria orgânica e na transferência de formas de fósforo**. Santa Maria, 2014, 127 f. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

LOURENZI, C. R. et al. Nutrients in soil layers under no-tillage after successive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 157–167, fev. 2013.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1375–1383, ago. 2010.

SEIDEL, E. P. et al. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 2, p. 113–117, 12 jul. 2010.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, planta e outros materiais**. [s.l.] Universidade Federal de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, 1995. p. 174.