



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA**

DAIANE LILIAN BASSANI

**UM ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DA IN 11/FATMA 2014 EM UMA
PROPRIEDADE SUINICOLA DO OESTE CATARINENSE**

**CHAPECÓ
2017**

DAIANE LILIAN BASSANI

**UM ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DA IN 11/FATMA 2014 EM UMA
PROPRIEDADE SUINICOLA DO OESTE CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como
requisito para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Mattias

CHAPECÓ
2017

Dedico este trabalho aos meus familiares, por todo apoio e dedicação durante toda a caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todo o amparo e bênçãos concedidas até aqui.

Aos meus amados pais, José e Rosani, pelo amor incondicional, paciência e pela dedicação e incentivo durante toda a vida e principalmente durante este período de graduação na qual não mediram esforços para me proporcionar uma vida agradável para alcançar esta grande conquista, amo vocês imensamente!

Ao meu querido irmão Jussimar, que nunca mediu esforços para me ajudar, incentivar e amparar nos momentos de dificuldades e teve muita paciência, além de sempre estar presente, mesmo que distante, para aconselhar e auxiliar no que fosse possível, te amo muito!

A minha nona Ida, que de uma forma ou outra, sempre demonstrou orgulho e em todo o momento se preocupou na realização do meu sonho, te amo nona!

Ao meu querido professor e orientador e que por muitos momentos considerei meu pai, Jorge Mattias, por toda paciência, confiança, amizade, conselhos e dedicação durante todo o período da graduação, meu sincero agradecimento!

Aos professores da Universidade Federal da Fronteira Sul que contribuíram para minha formação profissional.

Aos coorientadores Luciano Gatiboni pela ideia da pesquisa e Cristiano Nesi por auxiliar com a interpretação dos resultados e ao professor Fernando Perobelli que me auxiliou no início desta pesquisa.

As minhas amigas Hiasmini, Caroline, Gabriela, Briceli, Priscila, Fernanda e Jéssica que estiveram muito presentes nesta fase de conclusão de curso e sempre me motivaram e deram força para alcançar meus objetivos com muito ânimo e otimismo.

Por fim, meu muito obrigada a todos que de uma forma ou outra, colaboraram para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

Muito Obrigada!

“Você não chegou lá ainda, mas olha o quanto tu
cresceu.”

Autor desconhecido

RESUMO

A suinocultura brasileira tem se desenvolvido muito nos últimos anos, principalmente na Região Sul, onde há uma concentração de propriedades com mão de obra familiar. Esta região também é caracterizada por relevos acidentados que limitam os demais sistemas de produção. O uso dos dejetos de suínos como fertilizante ou mesmo como descarte é rotineiro e, é considerado muitas vezes a única fonte de nutriente aplicada no solo. As aplicações sucessivas tem se constituído um problema ambiental de grandes proporções alterando a qualidade do solo e das águas. Devido isto, os órgãos ambientais estão cada vez mais preocupados e buscam formas de controle cada vez mais específicas, sendo que uma delas é o monitoramento dos níveis de fósforo no solo, possível fonte de poluição das águas. A Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina incluiu em suas regulamentações e recomendações técnicas, através da Instrução Normativa N° 11 de 2014, o Limite Crítico Ambiental de Fósforo que é a referência no monitoramento de qualidade do solo para expressar o teor máximo do nutriente P em solos que recebem aplicação de dejetos de suínos. Neste estudo de caso realizado em uma propriedade suinícola do Oeste de Santa Catarina que procede a aplicação de dejetos líquidos de suínos em uma área de 3,8 ha à mais de 25 anos, 20 amostras foram coletadas, analisadas e avaliadas de acordo as recomendações das IN 11, sendo que 65% das amostras se encontram com teores de P a mais de 20% acima do LCA-P, no qual o órgão regulador recomenda a proibição de aplicação de qualquer fonte de fósforo; 30% das amostras são consideradas em nível até 20% acima LCA-P, onde permite que ainda sejam realizadas aplicações de P, porém que estas sejam limitadas; e 5% das amostras não atingiram o LCA-P. A observação do comportamento dos níveis de P na área não expressaram grande influência da declividade sobre o deslocamento do P na área, visto que a declividade da área termina no rio e não somente onde foram realizados os estudos.

Palavras-chave: fertilizantes orgânicos; eutrofização; manejo; legislação.

ABSTRACT

The Brazilian pig farming has developed a lot in the last years, mainly in the Southern region, where the concentration of family farming is greater. This region is also characterized by rugged reliefs that limit other production systems. The use of pig manure as fertilizer or even as waste is a routine in these properties and is often considered the only source of nutrient applied to the soil. Successive applications have become a major environmental problem, altering soil and water quality. Due to this fact, environmental agencies are increasingly worried and constantly looking for specific forms of control, one of which is the monitoring of phosphorus (P) levels in the soil, possible source of water pollution. The Environmental Foundation of the State of Santa Catarina (FATMA) included in its regulations and technical recommendations, through the Normative Instruction (NI) No. 11 of 2014, the Critical Environmental Limit of P (CEL-P) in soils. This document is used as a reference in the monitoring of soil quality to express the maximum content of P in soils that receive pig manure. In this case study, carried out on a pig farm located in Western Santa Catarina, which applies liquid pig manure in an area of 3.8 ha to more than 25 years, 20 samples were collected, analyzed and evaluated according to the recommendations found in the NI 11. About 65% of all the samples had P levels 20% above the CEL-P, in which FATMA recommends prohibiting the application of any source of phosphorus; 30% of the samples were considered at a level up to 20% above the CEL-P, where it is still possible to carry out P applications, but these are limited; and 5% of the samples did not reach the CEL-P. The behavior of P levels in the area did not suffer great influence of the slope on the displacement of P, provided that the slope of the area does not end where the studies were carried out.

Keywords: organic fertilizers; eutrophication; environmental impact; management; nutrient.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- a) Vista aérea da área estudada, circulada em vermelho e adaptado do Google Earth, 2016. b) Vista da parte mais alta da área e sendo pastejada. c) Pastagem de cobertura. d) Momento da realização de uma aplicação de dejetos líquido por canhão.....	23
Figura 2 - Croqui dos pontos de coleta sobre o formato de malha Grid.....	24
Figura 3 - Regressão entre P-água e P-Mehlich.	29
Figura 4 - Croqui dos pontos de coleta, sua respectiva altitude e sentido de deslocamento de P.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Correlação entre as variáveis analisadas	28
Tabela 2 - Teores mínimo, máximo e média de P Mehlich-1, P-água e altitude.	28
Tabela 3 - Interpretação e recomendação, segundo os parâmetros preconizados pela Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina, para as amostras correspondentes.	30
Tabela 4 – Teores de fósforo extraído por água.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos específicos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE DEJETOS DE SUÍNOS	14
2.2 USO DE DEJETOS E ALTERAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO	16
2.3 FÓSFORO NO SOLO E COMO POLUENTE AMBIENTAL	18
3 METODOLOGIA	22
3.1 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	22
3.2 COLETAS	23
3.3 ANÁLISES FÍSICAS DO SOLO	24
3.4 ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO	25
3.4.1 Fósforo extraído por Mehlich-1	25
3.4.2 Fósforo extraído com água	26
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 FÓSFORO EXTRAÍDO POR MEHLICH-1	29
4.1.1 Análise dos LCA-P segundo Instrução Normativa N 11 FATMA/2014	29
4.1.2 Análise do deslocamento de fósforo em diferentes altitudes	32
4.2 FÓSFORO EXTRAÍDO POR ÁGUA	34
5 CONCLUSÕES	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Para que a demanda de alimentos seja suprida no mundo inteiro, os setores agroindustriais tiveram um crescimento acelerado e se concentraram em algumas regiões específicas nas quais ofereciam as condições mais adequadas para a produção, assim como no Estado de Santa Catarina que atualmente corresponde a 65,2% do total suínos abatidos por ano no Brasil, seguida pelos Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná (IBGE, 2016).

O Brasil é o 4º maior produtor mundial de carne suína, ficando atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos, representando cerca de 3,2 % da produção mundial, concentrando um plantel de 39 milhões de cabeças em 2015, gerando 1 milhão de empregos diretos e indiretos no Brasil (ABCS, 2016).

A produção de carne suína no Brasil apresentou significativas transformações organizacionais e tecnológicas nos últimos 30 anos, como o aumento da escala de produção, mudanças nos sistemas produtivos, evolução das fronteiras agrícolas, além de ter enfrentado diversas crises econômicas que também auxiliaram para as diferentes mudanças no setor (ABCS, 2016).

No Oeste a atividade está presente principalmente em pequenas propriedades rurais, caracterizadas pela agricultura familiar. A característica regional com relevo acidentado limita a escolha de diferentes atividades agrícolas, tornando a produção de suínos em sistema confinado uma boa opção para a renda familiar.

A região Oeste de Santa Catarina apresenta hoje uma dicotomia, sendo um dos locais mais avançados do mundo quando se refere em tecnologia na produção de suínos e ao mesmo tempo, apresenta graves problemas ambientais, decorrentes do resíduo oriundo desta criação, que a tecnologia por si só não consegue resolver.

Nos últimos anos, os problemas ambientais no setor da suinocultura, estão aumentando em decorrência da maior concentração da atividade e verticalização da produção, sendo esta uma problemática que deve refletir no conjunto da sociedade e nos órgãos responsáveis pela fiscalização destes meios, que podem comprometer a qualidade dos recursos hídricos (SCHERER & NESI, 2009).

O nível de tecnificação empregado atualmente na criação de suínos exige que os animais, na maioria das situações, permaneçam em total regime de confinamento, até o abate, o que resulta em um elevado acúmulo de dejetos nas unidades de criação (CERINI, 2012), sendo o principal destino destes dejetos produzidos, muitas vezes é a própria propriedade, utilizado como um nutriente para as plantas e também como uma forma de descarte no solo (SCHERER & NESI, 2009).

Essa prática é muito comum nas regiões suinícolas do Oeste de Santa Catarina. Muitas vezes é a única fonte de nutrientes disponibilizada para as culturas, mas também é comum a aplicação de altas doses de dejetos nas mesmas áreas, pela necessidade de descarte dos mesmos, e assim, excedendo os níveis ambientais preconizados pela técnica e pela legislação vigente para a recepção dos dejetos nos solos (MATTIAS, 2006).

A utilização do esterco de suíno como fertilizante pode promover efeitos positivos nas características dos solos relacionados com a nutrição de plantas, resultando em um aumento da produtividade, pois além de proporcionar uma maneira racional de disposição do resíduo na própria unidade de produção, desonera o produtor de possíveis gastos com sistemas de tratamento, reduzindo custos do sistema de produção e aumentando a produtividade das culturas (SCHERER & NESI, 2009).

Esta prática de aplicação de dejetos de suínos nas áreas agrícolas está se tornando um grave problema de impacto ambiental, devido às altas doses aplicadas nas mesmas áreas e o aumento significativo das concentrações dos nutrientes contidos nos dejetos disponibilizados aos solos, podendo ser perdidos por percolação, como é o caso do fósforo, levado até as águas e causando eutrofização, danoso para o meio ambiente (GATIBONI, 2014).

Entre os principais nutrientes encontrados nos dejetos de suínos, encontra-se o fósforo, que é o segundo elemento que mais limita a produtividade nos solos tropicais. É um elemento pouco móvel no solo e por isso, fica fixado às partículas e desta forma, suas perdas ocorrem principalmente por erosão e transporte superficial (GATIBONI, 2014).

Estudos já estão sendo realizados para predizer o limite crítico de nutrientes no solo, especialmente o fósforo, e há uma tendência de que a partir do limite atingido, não mais se possa adicionar P (fósforo) na área, seja de fonte inorgânica ou orgânica, pois este elemento pode ser danoso para o ambiente e trazer problemas para as águas.

Sendo assim, identificar o risco ambiental de P a partir da aplicação de dejetos líquidos de suínos é de suma importância para identificarmos a sustentabilidade da atividade na região.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 **Objetivo Geral**

Identificar o risco ambiental de fósforo em solos por 25 anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos.

1.1.2 **Objetivos específicos**

- Classificar os teores de fósforo de acordo o limite crítico proposto pela IN11/2014.
- Mapear o deslocamento de fósforo de acordo a declividade da área.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE DEJETOS DE SUÍNOS

Apesar da importância da suinocultura no setor econômico do Brasil, esta é apontada como uma das atividades com maior potencial poluidor entre todas as atividades agropecuárias do país, devido à alta quantidade de dejetos produzidos e a elevada concentração de nutrientes que nele existe, principalmente nitrogênio e fósforo, podendo causar desequilíbrio ambiental quando altas cargas destes nutrientes são disponibilizadas no ambiente (TAVERNARI et al., 2014).

A principal causa do efeito poluidor dos dejetos é o seu lançamento direto sem o devido tratamento nos cursos de água, que resulta em desequilíbrio ecológico e poluição em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, disseminação de patógenos e contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos (BIPERS, 2002).

A Instrução Normativa N° 11 da FATMA/2014, apresenta uma estimativa de consumo diário de água para suínos de unidade de terminação com peso médio de 23-120 kg em um consumo de 8,3 L/animal/dia e produzindo diariamente uma média de 4,5 L/animal/dia de dejetos. Para suínos alojados em terminação a excreção anual de dejetos por animal alojado é de 4,30 kg/ano de P²O₅, sendo que não ocorrem perdas no processo de armazenamento em esterqueira, nem em compostagem e apresentam 100% de eficiência agrônômica no primeiro e segundo cultivo.

Os dejetos líquidos são também produzidos de acordo a forma de manejo do sistema produtivo, como o sistema de lâmina de água e canaletas, o conteúdo de sólido dos dejetos pode variar entre 1,7% a 2,6%, podendo assim, mudar a composição de nutrientes encontrados no dejetos final, devido à diluição pela água que ocorre neste sistema (FELIPINI, 2005).

Os dejetos são constituídos por fezes pastosa ou sólida, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e higienização, resíduo de ração, pêlos, poeira e outros materiais que são provenientes do processo e fase de criação (KONZEN, 1993).

Os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos. Nitratos e bactérias são os componentes que afetam a qualidade da água subterrânea (BIPERS, 2002).

Mattias (2006) destaca que a composição dos dejetos está totalmente ligada a composição das rações.

A formulação da alimentação do suíno depende de uma série de fatores como potencial genético, sexo, heterose, peso e fase reprodutiva, consumo diário, o nível energético e a disponibilidade de nutrientes na alimentação fornecida, temperatura ambiente, umidade do ar, estado sanitário do animal e entre outros fatores (UFV, 2005).

Os sistemas de criação oferecem diferenciações na alimentação tanto no teor de matéria seca quanto no teor de nutrientes, unidades de terminação e de ciclo completo são as que apresentam maiores concentrações de nutrientes, já a unidade de maternidade é a que apresenta menores teores de nutrientes podendo ser considerado o esterco de pior qualidade (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996).

Para os suínos em crescimento o processo metabólico mais importante é a retenção de nitrogênio, que representa deposição de carne magra na carcaça (LEHNINGER et al., 2002; ABREU et al., 2007).

Entre os nutrientes encontrados na dieta dos suínos, o fósforo é o segundo mais abundante no organismo do animal, este elemento tem função importante, juntamente com o cálcio, para a formação do esqueleto e manutenção da estrutura óssea do organismo do animal (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999). Também tem uma importância fundamental para o processo de crescimento do suíno, pois gera energia em forma de ATP (GIBNEY et al., 2006). Porém, os alimentos de origem vegetal não contêm fósforo digestível suficiente para o animal e sua produção, então tem se a necessidade de adicionar fósforo inorgânico á dieta dos animais, para que apresentem um melhor desempenho (TEJEDOR et al., 2001).

A elevada concentração de nutrientes no alimento ofertado na dieta do animal acarreta em uma conseqüente produção de dejetos, também com muitos nutrientes (KONZEN, 2003). As dietas com altos níveis de proteínas respondem com um maior volume de excreção das fezes (NONES et al., 2002).

O esterco líquido de suínos contém em seus componentes químicos matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre entre outros elementos que vão variar com a dieta do animal e forma de manejo adotado (DARTORA, 1998).

O potencial poluidor do esterco de suíno é muito grande. Quando a Demanda Química de Oxigênio for superior a 30.000 mg/litro, o esterco lançado na água pode reduzir a quantidade de oxigênio dissolvido à valores inferiores aos que a fauna aquática necessita, podendo assim causar sua exterminação no meio (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996).

2.2 USO DE DEJETOS E ALTERAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO

A utilização de resíduos orgânicos como fertilizante do solo é preconizada porque os resíduos possuem nutrientes que serão absorvidos pelas plantas e também porque aumentam a matéria orgânica do solo, melhorando vários parâmetros físicos e químicos (SIMIONI, 2001). Os resíduos orgânicos quando bem manejadas, suprem quase que integralmente as necessidades de nutrientes quando comparado com os fertilizantes solúveis industrializados. O uso destes fertilizantes orgânicos no solo que visam à adubação das culturas devem respeitar as necessidades nutricionais do solo e das plantas, através dos dados apresentados em análise do solo e também pelas recomendações agrônômicas estabelecidas no manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016).

Devido a maior parte do nitrogênio dos dejetos ser encontrado na forma mineral, é considerado prontamente disponível para a maioria das plantas, porém também é facilmente perdido por volatilização (PERDOMO & LIMA, 1998). A eficiência nutricional dos dejetos líquidos de suínos, cujos animais são alimentados com rações concentradas, apresenta maior disponibilidade inicial de nutrientes às plantas do que esterco sólido e os dejetos líquidos de bovinos, criados a pasto ou alimentados com volumosos (CQFS-RS/SC, 2016).

De acordo estudos de Matos et al., (2012) o uso de dejetos de suínos como fertilizante melhoram as condições físicas do solo e aumentam também o teor de matéria orgânica e

assim, potencializam o armazenamento de água no solo, que é influenciado pelas cargas adsorventes, oriundas dos teores de argila e matéria orgânica.

Quando o uso dos dejetos for para complementação ou substituição da adubação química, os problemas causados são reduzidos e somente ocorrem se a capacidade de armazenamento do solo for excedida pela aplicação de doses excessivas de adubos, resultando no processo de lixiviação dos nutrientes (WERNER et al., 1989; SEGANFREDO et al., 2003).

Berwanger et al., (2008) ressalta que os dejetos são fertilizantes não balanceados, pois considera difícil o ajuste de necessidades quantitativas e temporárias das plantas e as ofertas do solo, água e ar, porém afirma que é fundamental a rotação de culturas.

Outro problema relacionado ao uso dos dejetos como fertilizante é a dificuldade de ajuste das dosagens de acordo a necessidade das plantas, pois a proporção de nutrientes existente nos dejetos nem sempre é a que a planta necessita, ocorrendo assim o desequilíbrio das reais necessidades nutricionais (conhecidas ou não) do solo e das plantas. (CQFS-RS/SC, 2004). Além de ainda poder trazer problemas há longo prazo, através do sistema de plantio direto e pelo conseqüente não revolvimento do solo, podendo causar acidez no solo e elevadas concentrações de alguns nutrientes em superfície (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 2007).

Scherer et al., (2010) afirma que o uso prolongado de dejetos de suínos avaliados sobre os atributos químicos dos solos com culturas anuais para o Oeste do Estado de Santa Catarina, mostrou um acúmulo dos nutrientes P, K, Cu, Zn nas camadas superficiais.

O esterco de suínos tem efeito mais relevante nas camadas superficiais do solo, principalmente de 0-10 cm, acarretando em um aumento significativo de P, que não apresenta significativas mobilidade para as camadas inferiores do perfil do solo, e também de 10-20 cm com maiores teores de K, Ca, Mg, que são afetados pelas altas doses de aplicação (SCHERER et al., 2007).

É importante ressaltar que o fato de realizar aplicação de altas doses de dejetos no solo, não irão acarretar em produção de matéria seca se não houver um balanceamento dos nutrientes no solo e o real conhecimento das exigências das plantas, pois o desequilíbrio entre os nutrientes presentes nos dejetos e os requeridos pelas plantas, podem ocasionar queda na produção vegetal e impactos ambientais (SEFARIM & GALBIATTI, 2012).

As aplicações contínuas de dejetos de suínos elevam os teores de P no solo, comparando-se com solos que não são efetuados aplicações de dejetos. A preocupação com este macronutriente proveniente dos dejetos se dá, pois o fósforo pode atingir as redes de drenagem e causar eutrofização¹ das águas (MATTIAS, 2006; BERWANGER et al., 2008).

O uso contínuo de dejetos e esterco também podem aumentar as quantidades totais de metais pesados no solo como Cu, Zn, Pb, Cd, Fe e Mn (MATTIAS, 2006) que em altas doses e aplicações contínuas, podem causar contaminação do solo e toxicidade às plantas (PERDOMO, 1996).

Para o manejo atual do descarte dos dejetos de suínos o produtor necessita ter uma grande área de terra disponível, podendo ser própria ou de terceiros para que assim, não corra o risco de limitar a capacidade produtiva da área (SANTOS FILHO et al., 2011).

2.3 FÓSFORO NO SOLO E COMO POLUENTE AMBIENTAL

Fósforo é o elemento que mais limita a produtividade nos solos tropicais, devido sua habilidade em formar compostos de alta energia de ligação com os colóides. Pode ser encontrado no solo nas formas orgânica e inorgânica que depende da natureza que o composto está ligado. Redistribui-se no ambiente pela ação antrópica, sendo retirado das jazidas, onde está concentrado e depositado via fertilizante nos ambientes agrícolas. Quando os solos forem bem manejados, se tornam o nicho de estabilidade do elemento e suas saídas são decorrentes da exportação pelas plantas e organismos. No entanto, quando mal manejadas o elemento é transferido para os ambientes aquáticos, não podendo ser recuperado, causando severos danos ambientais (GATIBONI, 2003).

O fósforo (P) é um elemento pouco móvel no solo, devido sua forte fixação às partículas do solo. Desta forma, suas perdas ocorrem através da erosão, onde as partículas de P são transportadas junto ao solo. Quando ocorre uma elevada concentração de P nas camadas superficiais, este material rico em P, pode ser transferido por erosão podendo chegar até aos sistemas aquáticos e também pode ser liberado para o sistema do solo através da lixiviação do

¹ Quando há o enriquecimento de um corpo d'água com nutrientes, ocorre desenvolvimento desordenado de algas, produzindo biomassa (compostos orgânicos), onde na decomposição, consumirá o oxigênio, criando um ambiente anaeróbio.

nutriente via drenagem vertical do solo ou escoamento superficial e assim, potencializando os processos de eutrofização das águas superficiais e subsuperficiais. (GATIBONI, 2014).

Segundo a Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina e sua Instrução Normativa N° 11 de 2014, a dose de fertilizante orgânico de suínos ou qualquer outro fertilizante mineral, são baseadas no teor de fósforo (extraído por Mehlich-1²) e na necessidade para manter os teores deste nutriente em classe “alta” de disponibilidade na camada de 0-10 cm do solo, visando à adequada nutrição das plantas evitando o acúmulo excessivo do nutriente no solo.

O conhecimento das formas de acumulação de P em solos que receberam sucessivas aplicações de dejetos de suínos é fundamental, para ter conhecimento do potencial de contaminação deste elemento. Isso pode auxiliar em estratégias de manejo adequadas para cada sistema de cultivo (CERETTA et al., 2010).

As sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos causam o indesejável acúmulo de fósforo de frações predominantemente lábeis³ no solo, principalmente quando cultivado com sistema de plantio direto, podendo então, representar alto risco no potencial de contaminação de águas superficiais e subsuperficiais (CERETTA et al., 2010).

Além do acúmulo do nutriente com o excesso de aplicações ainda deve-se ter muito cuidado com aplicação de dejetos de suínos em áreas com declividade acentuada, pois ocorrem grandes perdas através do escoamento superficial quando ocorrem chuvas, devendo ser evitada aplicação quando está prevista a possibilidade de chuvas eminentes. Outro fator importante é manter o solo com cobertura verde para que assim, aumente a extração dos nutrientes através das plantas, diminua as perdas por escoamento superficial e também como consequência, o potencial poluidor dos dejetos (BASSO et al., 2005).

O aumento de P nos sistemas aquáticos é extremamente danoso ao ambiente, pois como ele é naturalmente pobre no solo e essencial às plantas, ele também é naturalmente pobre nas águas e essencial para as algas se desenvolverem. Quando fornecido pelo sistema agrícola, água ou sedimentos por erosão, ricos em P, aumenta sua disponibilidade nos sistemas hídricos superficiais como açudes, lagos, reservatórios de represas, e redes de

² Método de ácidos extratores de fósforo disponível para as plantas.

³ Composto não assimilado pelas plantas.

drenagem, causando um rápido crescimento de algas (eutrofização) nos sistemas (GATIBONI et al., 2014).

Segundo Gatiboni et al., (2014) as plantas apresentam uma resposta positiva em seu rendimento quando adicionado fertilizantes fosfatados, porém quando o nível de P for elevado, considerando que está em um nível crítico, as plantas param de apresentar ganhos na produtividade, pois o P, já não é mais o fator limitante para o crescimento das plantas. Quando o solo recebe níveis de P muito elevados, ele perde a capacidade de retenção e a partir daí, começa a liberar maiores quantidades de P para as águas, considerando então que este ponto é o limite crítico ambiental de P (LCA-P), causando problemas ambientais.

Segundo Instrução Normativa N° 11 da FATMA/ 2004 a dose máxima aplicada de dejetos líquidos de suínos deve ser 50m³/ha/ano, para concessão de licenciamento ambiental para novas propriedades suinícolas, por meio de comprovação de área agrícola ou de pastagem suficiente para a disposição do volume dos dejetos a serem gerados na unidade de produção. Esta quantidade também era o único preceito legal que normatiza a quantidade de dejetos de animais aplicados no solo.

Entretanto, Gatiboni et al., 2014 contesta que esta Instrução Normativa (IN) de 2004 apresentava limitações, pois não considera a capacidade de retenção de P do solo, o teor de P pré-existente no solo, a potencial de extração de P pelas culturas e, principalmente, não considera o teor de P dos dejetos aplicados. Concluindo que esta IN não traz mecanismos seguros para a proteção ambiental, justificando que a mesma não leva em consideração as aplicações de fertilizantes minerais e outros tipos de dejetos animais, podendo ultrapassar completamente a capacidade de reciclagem do solo ou também tendo limite para maiores doses de aplicações.

Porém em 2014, a Instrução Normativa N°11 da FATMA sofreu atualização, adotando referências de monitoramento da qualidade do solo nas áreas que são submetidas aplicações de fertilizantes líquidos de suínos, através da extração de teores de P, Cu e Zn que remetem um histórico de adubação já realizada na área e assim, determinando um Limite Crítico Ambiental de Fósforo (LCA-P) através da equação:

$$\text{LCA-P} = 40 + \text{argila (\%)}$$

Onde, argila (%) é o teor de argila na camada 0-10 cm do solo, expresso em porcentagem.

A Instrução Normativa N° 11 FATMA/2014, cita as seguintes medidas para níveis de P extraíveis por Mehlich-1.

a) Até 20% acima do LCA-P: a dose de P a ser aplicada ao solo deve ser limitada em 50% da dose de manutenção recomendada para a cultura a ser adubada, visando à redução gradual dos teores de P no solo. Outra medida seria o uso de culturas com alto potencial de extração e exportação de P e também o revolvimento do solo visando à diluição do P em camadas mais profundas e utilizando juntamente boas práticas conservacionistas para o controle de erosão. O teor de P deve ser reduzido em 4 anos, e caso os níveis não baixarem, é recomendado que se faça a proibição de aplicação até que os níveis se tornem aceitáveis, que devem ser abaixo do LCA-P.

b) Mais de 20% acima do LCA-P: deverá ser proibida a aplicação de fertilizantes orgânicos de suínos ou qualquer outro resíduo ou fertilizante de qualquer outra fonte, até que os níveis de P sejam reduzidos ao LCA-P aceitável.

É importante conhecer os LCA-P e o solo estar apresentando os níveis recomendados como satisfatórios, e é fundamentalmente necessário que se tenha boas práticas de manejo e conservação dos solos, pois áreas que perdem solo por erosão irão contribuir para a descarga de P no ambiente (GATIBONI et al., 2014).

3 METODOLOGIA

A descrição metodológica deste trabalho se encontra descrita abaixo.

3.1 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Neste estudo utilizou-se amostras de um Cambissolo Eutrófico (EMBRAPA, 2004), coletadas em uma propriedade que utiliza dejetos de suíno líquido como fertilizante e descarte há pelo menos 25 anos e está localizada na cidade de Seara, Oeste de Santa Catarina, com latitude 27°13'44,5''S e longitude 52°10'43''O, em uma área de aproximadamente 3,8 ha (Figura 1) com relevo acidentado e declividade acentuada. As medidas de altitude encontradas através do GPS Garmin, caracterizaram que o ponto de coleta da amostra mais baixo apresentou 365 metros de altitude e o ponto mais alto apresentou 391 metros de altitude, portanto, totalizando 26 metros na diferença de altitude entre os pontos.

O clima da região conforme classificação de Köppen é tipo Cfa⁴, apresentando verões quentes com concentração de chuvas, não apresenta estação seca definida e invernos com geadas frequentes (PANDOLFO et al., 2002).

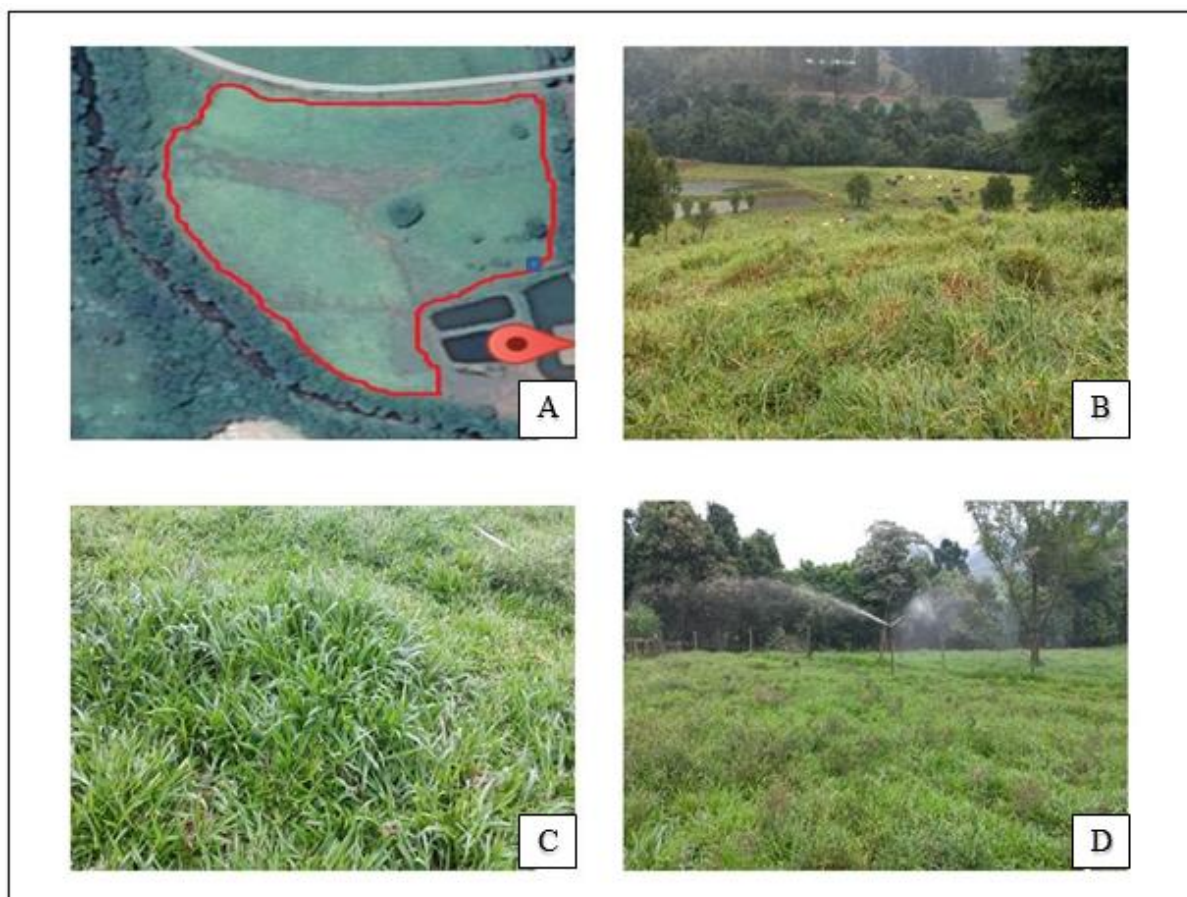
Através da análise química realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da Epagri-Chapecó, o solo apresentou pH 5,7; CTC 9,09 cmol/dm³; M.O 4,7% e Índice SMP 6,1 (alto).

A área em pesquisa apresenta cobertura perene com aproximadamente 90% de *Brachiária brizantha* e 10% de *Hemarthia altissima* distribuídos de forma aleatória por toda a área.

Já foram cultivadas de 1970 a 1990, soja, milho, trigo, aveia, feijão e nunca se realizou correção de acidez, e em 1989, realizou-se a única adubação química na área, após essa data, não foi efetuado qualquer tipo de análise nutricional do solo e a partir de 1990, iniciou-se as aplicações de dejetos de suínos líquidos, que se davam ao menos três vezes ao ano (Comunicação pessoal).

⁴ Clima Subtropical Úmido com verão quente.

Figura 1- a) Vista aérea da área estudada, circulado em vermelho e adaptado do Google Earth, 2016. b) Vista da parte mais alta da área e sendo pastejada. c) Pastagem de cobertura. d) Momento da realização de uma aplicação de dejetos líquido por canhão.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

3.2 COLETAS

As amostras de solo foram coletadas no dia 17 de dezembro de 2015 em profundidade 0-10 cm coletadas com pá de corte, em 20 pontos diferentes determinados por Grid (Figura 2). Após a coleta, o solo foi seco em estufa com fluxo de ar durante 10 dias há uma temperatura de 60 °C, moído em moedor de solo elétrico com peneira de malha de 2,00 mm e acondicionado em sacos plásticos.

As análises físicas e químicas do solo foram realizadas no laboratório de Química e Fertilidade de solo da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó-SC, no período de 07/07/2016 até 12/10/2016.

105°C, até ocorrer à secagem completa. Transferiu-se para uma proveta de volume 1000 ml o conteúdo de argila e silte provenientes do depósito na bacia e completando com água destilada o conteúdo até completar 1000 ml.

- Agitou-se as amostras por 20 segundos com um bastão, tendo este em sua extremidade inferior uma tampa de borracha contendo vários furos e de diâmetro um pouco menor que o da proveta. Marcou-se o tempo após concluir a agitação, seguindo a temperatura encontrada a 5cm de profundidade da amostra em branco (somente água e calgon) e assim equivaler o tempo de sedimentação determinado de acordo à esta temperatura encontrada na tabela da Lei de Stokes que considera a densidade de partícula igual a 2,65.
- Após o tempo de sedimentação de acordo a temperatura, pipetou-se 50 ml da amostra da proveta em 5 cm de profundidade e adicionada à um Becker de massa conhecida e levou-se a estufa a 105 °C até a secagem completa do conteúdo.
- Retirou-se da estufa rapidamente e colocou-se na dessecadora até que os conteúdos esfriassem para que fossem pesados. Pesou-se os Beckers com os conteúdos e anotados para efetuar os cálculos.

3.4 ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO

3.4.1 Fósforo extraído por Mehlich-1

Nas 20 amostras coletadas, realizou-se a determinação de Fósforo disponível em cada amostra de forma duplicata e seguindo o método do extrator Mehlich-1, segundo Tedesco (1995).

Este método extrai P ligados a óxidos de Fe, Al e de fosfatos de Ca, sendo considerados o mais adequado para solos com pH menor que 6,5, teor de MO menor que 5% e CTC menor que 10 cmolc/dm³ (MYLAVARAPU & MILLER, 2013; TEDESCO, 1995).

Procedimentos:

- Adicionou-se 3 ml de amostra duplicada (medidos com medidor charuto) em um Snap-Cap e mais 30 ml de solução P-A⁵.
- Agitou durante 5 minutos em um agitador horizontal a 120 rpm.

⁵ Solução com ácido clorídrico, ácido sulfúrico e água destilada.

- Deixou-se em repouso até o dia seguinte.
- Pipetou-se 3,0 ml do sobrenadante para pequenos copos descartáveis.
- Adicionou-se 3,0 ml de solução P-B⁶ à alíquota do extrato.
- Adicionou-se 3 gotas da solução P-C⁷ e agitou rapidamente.
- Após 20 minutos determinar a absorvância da solução em 660 nanômetros no espectrofotômetro, anotando os resultados para efetuar a análise sobre fórmula padrão da metodologia.

3.4.2 Fósforo extraído com água

Para cada amostra coletada avaliou-se o fósforo através da extração com água destilada 50:1. Seguido conforme Sissingh (1971) e as adaptações seguidas por Seganfredo (2013).

A extração por este método se deve devido a sua forte relação com o P prontamente transferível aos recursos hídricos, especialmente via escoamento superficial. O método pressupõe que a extração com água reproduz as reações entre os diferentes solos e as águas de escoamento sob diferentes climas e manejos. Tem como vantagem a não interferência da alcalinidade e acidez em reação à solução do solo e por isso, não inclui frações de P de baixa solubilidade como o fosfato de Ca (SHARPLEY; KLEINMAN; WELD, 2006).

Procedimentos:

- Pesou-se 1,00g de TFSA⁸ de cada amostra de forma duplicada e adicionado em um frasco de Snap-Cap.
- Adicionou-se 1,6 ml de água destilada. Tampou-se o frasco de Snap-Cap e aguardou em condições estáticas por 21 h em temperatura ambiente.
- Completou o volume até atingir 50 ml, ou seja, adicionou-se 48,4 ml restantes.
- Levou-se para a agitação em mesa de agitação horizontal, por 1 h a 120 rpm.
- Destampando o frasco deixando para decantação por 2 h.
- Coletou o sobre nadante e levou para centrifugação por 12 minutos.
- Filtrou o sobrenadante em papel filtro quantitativo 2 µm.
- Pipetou 5 ml de cada amostra e levou para um copo descartável de 50 ml.

⁶ Solução com ácido clorídrico, molibdato de amônio e água destilada.

⁷ Solução com ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfônico, sulfito de sódio e matabissulfito de sódio e água destilada.

⁸ Terra fina seca ao ar.

- Adicionou 0,75 ml do reagente misto⁹, após 60 minutos fazer a leitura de absorvância no comprimento de onda 882 nm.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de correlação linear univariada e regressão linear dos parâmetros significativos. As análises foram realizadas em ambiente R.

⁹ Solução com ácido sulfúrico, molibdato de amônio, solução de ácido ascórbico e água destilada, antimonil tartarato de potássio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes parâmetros analisados foram comparados sob correlação univariada linear simples, onde somente P-Mehlich e P-água apresentaram correlação significativa (Tabela 1). Os métodos se correlacionam possivelmente por ocorrer à liberação do P quando este alcançar altos níveis de concentração no solo mesmo em contato com a água.

Gatiboni, (2014) afirma que a partir de uma dada adição de P (extraído por Mehlich 1), o P-água aumenta sua liberação rapidamente, indicando assim um ponto de limite de adição de P no qual a sua liberação acarreta problemas ambientais e que por razões de segurança não se deve atingir este P-limite.

Tabela 1 - Correlação entre as variáveis analisadas

Variáveis	Correlação	Valor P
Argila e P-Mehlich	- 0.0665	0.7805 ^{ns}
Argila e P-água	0.1754	0.4594 ^{ns}
Argila e Altitude	0.37	0.1084 ^{ns}
P-Mehlich e P-água	0.6872	<0.01*
P-Mehlich e Altitude	0.0195	0.9351 ^{ns}
P-água e Altitude	0.4169	0.0674 **

^{ns}: não significativo.

*: correlação univariada linear simples significativa <0,05.

** : correlação univariada linear simples pouco significativa <0,05.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

As variáveis de Altitude e P-água apresentaram uma correlação pouco significativa, porém, considera-se que as áreas com menor altitude sejam as que apresentam maior concentração de P-água, pois o respectivo valor mínimo de P-água (Tabela 2) foi encontrado em um ponto de menor altitude de todo o contexto da área.

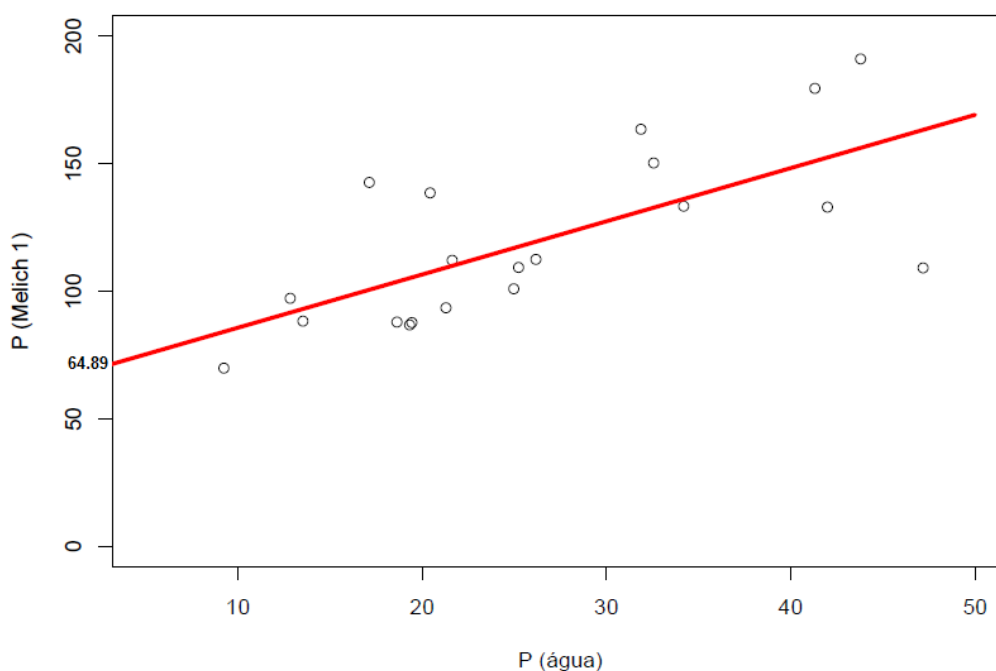
Tabela 2 - Teores mínimo, máximo e média de P Mehlich-1, P-água e altitude.

	P Mehlich-1	P água	Altitude
Mínimo	69,90	9,24	365
Máximo	191,13	47,17	391
Média	119,42	26,14	377,5
Desvio Padrão	33,19	10,90	7,73
CV(%)	27,79	41,71	2,04

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O teste de regressão (Figura 3) entre P-água e P-Mehlich foi positivo e demonstrou que quando P-água for igual à zero, P-Mehlich será 64,89 mg.L⁻¹. Para cada unidade de incremento em P-água há incremento de 2,09 mg.L⁻¹ para P-Mehlich, segundo a função. Assim, P-água pode ser um indicativo a ser considerado quando se estima a possível contaminação ambiental devido à liberação de P no ambiente.

Figura 3 - Regressão entre P-água e P-Mehlich 1.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

4.1 FÓSFORO EXTRAÍDO POR MEHLICH-1

4.1.1 Análise dos LCA-P segundo Instrução Normativa N 11 FATMA/2014

Para fins de preservação dos recursos naturais e controle sobre a qualidade do solo que recebem aplicações de fertilizantes orgânicos de suínos visando sua reciclagem na adubação de culturas agrícolas, florestais e outras, a Instrução Normativa N°11 da FATMA/2014 cita que é necessário seguir as recomendações agrônômicas vigentes e estabelecidas pelo Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e suas atualizações, com as taxas de aplicação determinadas em função da análise de solo e de tecido vegetal realizada em laboratórios credenciados no ROLAS, de acordo a necessidade

nutricional da cultura a ser adubada, concentração de nutrientes e índice de eficiência agronômica dos nutrientes para cada tipo de fertilizante orgânico.

Além de seguir as recomendações citadas acima, é necessário associar técnicas de manejo conservacionistas como o sistema de plantio direto, cultivar em nível, rotação de culturas, os quais visam minimizar as perdas de nutrientes do sistema do solo por erosão, lixiviação, escoamento superficial, volatilização, entre outras.

Os dados de cada amostra de solo encontrados na Tabela 3, expostos através da aplicação do método extrator de P e argila, oficialmente utilizados para parâmetros de fertilidade de solo e aplicados a fórmula $LCA-P = 40 + \text{argila}(\%)$, indicada pela Instrução Normativa 11 FATMA/2014, como medida para monitoramento de qualidade de solo adubado com fertilizantes orgânicos e de suínos, resultam no valor correspondente ao Limite Crítico Ambiental de P, no qual sofre interpretação e recomendação para cada amostra, representando quais são as ações indicadas pelo órgão regulador, que devem ser tomadas para manter uma adequada qualidade do solo e não causar impactos ambientais.

Tabela 3 - Interpretação e recomendação, segundo os parâmetros preconizados pela Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina, para as amostras correspondentes.

Amostra	Argila %	P Melich-1	LCA-P	Interpretação	Recomendação
1	39,08	142,72	79,08	Excede	PROIBIR
2	26,63	138,62	66,63	Excede	PROIBIR
3	39,18	163,58	79,18	Excede	PROIBIR
4	40,45	109,39	80,45	Excede	PROIBIR
5	53,60	69,91	93,60	*	**
6	40,80	88,34	80,80	Excede	LIMITAR
7	40,73	97,28	80,73	Excede	PROIBIR
8	39,85	93,56	79,85	Excede	LIMITAR
9	35,28	101,01	75,28	Excede	PROIBIR
10	36,13	133,04	76,13	Excede	PROIBIR
11	43,05	86,85	83,05	Excede	LIMITAR
12	46,88	191,14	86,88	Excede	PROIBIR
13	51,83	179,59	91,83	Excede	PROIBIR
14	44,98	87,97	84,98	Excede	LIMITAR
15	43,58	150,35	83,58	Excede	PROIBIR
16	46,83	112,18	86,83	Excede	PROIBIR
17	46,68	87,78	86,68	Excede	LIMITAR

18	41,80	112,55	81,80	Excede	PROIBIR
19	44,13	133,41	84,13	Excede	PROIBIR
20	50,90	109,20	90,90	Excede	LIMITAR

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

*Dentro dos níveis adequados.

**Podem ser realizadas aplicações.

As amostras que apresentaram níveis 20% acima do LCA-P correspondem a 65% do total, sendo estas as amostras 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 13, 15,16, 18,19. Neste caso, deve ser proibido qualquer aplicação de fertilizantes orgânicos de suínos ou qualquer outro resíduo orgânico, organomineral, ou mineral que contenha P em sua composição. Além de associar algumas práticas como o revolvimento do solo para diluição do P no perfil do solo e associar com medidas que evitem a erosão, também pode ser uma alternativa o cultivo de plantas com alta capacidade de extração de P, tudo isso para que os níveis sejam reduzidos até se tornarem aceitáveis, considerados abaixo do LCA-P.

Em 30% das amostras os níveis encontraram-se até 20% acima do LCA-P, sendo estas nas amostras 6, 8, 11, 14, 17, 20. Para este caso, considera-se que o agricultor deve limitar a aplicação de P a até 50% da dose de manutenção recomendada para a cultura adubada e tomar medidas mitigatórias segundo o parecer de um profissional habilitado.

Para 5% das amostras, ou seja, para somente a amostra 5 o uso de fontes de P ainda podem ser utilizados, por não ter atingido o LCA-P.

O fato de somente uma única amostra se encontrar em condições aceitáveis e com possibilidade de recepção de fontes de P, é muito provavelmente por se encontrar em uma posição na qual sofre com o processo erosivo, pois quando ocorrem chuvas, os sedimentos dessa localidade são erodidos e acabam sendo levados até ao rio a alguns metros de distância dali, o que torna os sedimentos altamente poluidores para as águas.

Outro ponto relevante a ser observado na tabela 3, é que segundo observação no estudo de Gatiboni (2014), solos com mais argila podem receber mais P do que solos mais arenosos, devido sua maior capacidade de retenção de P, desde que, a erosão desses solos esteja controlada, caso contrário, os sedimentos erodidos desses solos seriam ricos em P e com alto potencial poluente, o que pode justificar o ponto 5 (tabela 3) que não atingiu o LCA-P e tem um teor de argila elevado comparando-se com outros pontos, porém se encontra em uma posição na qual sofre com o processo erosivo.

Um ponto importante na avaliação feita por Gatiboni, (2014) sobre um possível ajuste, por medida de segurança não se deva aplicar P até atingir o LCA-P estabelecido pela IN 11, para que não aumente a liberação de P na água. É importante ressaltar que para todos os solos o LCA-P é muito mais alto que o nível crítico para as plantas e, portanto, a sua adoção nunca limitará a capacidade produtiva dos solos.

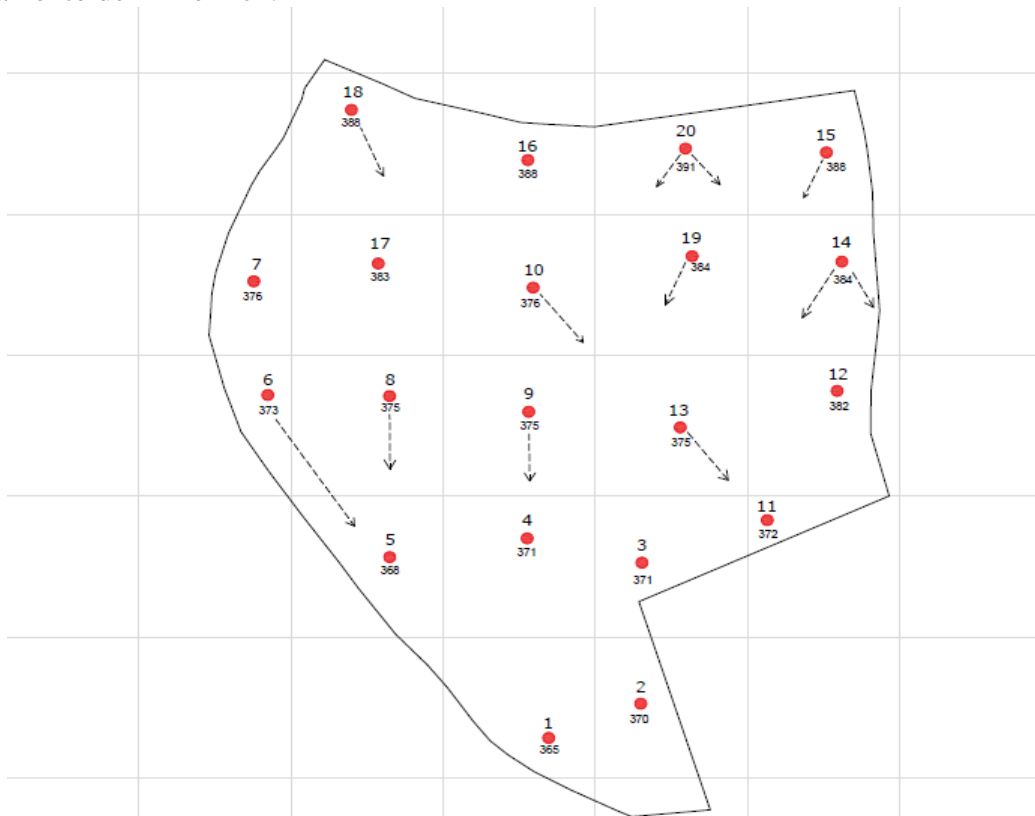
O estudo de Gatiboni, (2014) ressalta que a interpretação dos dados obtidos deve ser mais criteriosa do que a que a FATMA faz, e utilizar também como parâmetro de segurança de um P limite, portanto, quando o teor de P disponível pela análise de solo for menor que o LCA-P calculado pela equação que a FATMA também utiliza, o agricultor pode aplicar dejetos animais baseado na quantidade de nitrogênio e no teor de matéria orgânica recomendada para a cultura pastagem de verão, que seria de 120-140 kg de N/ha, com a dose dividida igualmente após inverno e após cada corte da pastagem (CQFS RS/SC, 2016).

Quanto o teor de P disponível apresentar valor acima do P lim do solo, além da suspensão da aplicação de dejetos e fertilizantes fosfatados, são necessário outras ações para diminuir o risco de poluição ambiental segundo as recomendações do órgão regulador.

4.1.2 Análise do deslocamento de fósforo em diferentes altitudes

A área apresentou altitude máxima de 391 m, e altitude mínima de 365 m, havendo uma diferença de altitude de 26 m do ponto mais baixo para o mais alto (Tabela 2). Sendo assim, realizou-se uma análise nos teores de P extraídos pelo método Mehlich 1, para cada amostra, buscando ilustrar qual seria o possível deslocamento deste nutriente comparados seu nível com os pontos próximos, seguindo a declividade da área.

Figura 4 - Croqui dos pontos de coleta, sua respectiva altitude e possível sentido de deslocamento de P-Mehlich.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: Os números acima do ponto vermelho correspondem à identificação da amostra e o número abaixo corresponde à altitude do ponto coletados por GPS. As flechas correspondem o possível deslocamento do P.

Como pode ser observado, os pontos (18, 20, 15, 10, 19, 14, 13, 9, 8, 6) que apresentam relativa diferença de altitude, manifestam maior deslocamento do fósforo, isto pode ser justificado devido o escoamento superficial da água das chuvas levar partículas de solo com o P adsorvido.

Embora as práticas conservacionistas de manejo de solo têm apresentado bons resultados quanto ao processo erosivo, chuvas com elevada intensidade que causam escoamento superficial em área com declive e pouca rugosidade podem acarretar em transferência de P para as águas (SCHERER et al., 2013). Solos que apresentam menores teores de argila tendem a liberar P ao ambiente mais rapidamente devido sua capacidade máxima de adsorção, solos com maiores teores de argila, apresentam P mais adsorvido e a partir de uma saturação de P e atingir a capacidade máxima desta adsorção ocorrerá sua liberação à água (GATIBONI, 2014). Assim como Galvão & Salcedo (2009) apresentam em seu estudo, a adubação excessiva pode saturar os solos com fósforo e estes acabam sendo lixiviados.

O parâmetro da altitude pode ser pouco significativo quando, o emprego de boas práticas conservacionistas, como o plantio direto, tem diminuído a erosão e o consequente escoamento superficial de materiais recém-aplicados ou de partículas de solo (BASSI, 2000; BALDISSERA et al., 2010).

4.2 FÓSFORO EXTRAÍDO POR ÁGUA

A utilização do método de extração de P com água se justifica por sua forte relação com o P prontamente transferível aos recursos hídricos (Tabela 5), principalmente via escoamento superficial. Este método presume que o processo de liberação de P para a água é reproduzido ao que acontece de fato no ambiente (Sharpley et al., 2006). Em alguns países este método é utilizado oficialmente para determinar o P disponível para as plantas, porém no Brasil o método de extração através de ácido, método Mehlich 1, é utilizado oficialmente para parâmetros de fertilidade, afim de, estimar a disponibilidade de P para as plantas e também para quantificar as elevadas concentrações de P que possam causar poluição ambiental (Seganfredo, 2013; Sharpley, 1995).

Neste estudo de caso, a utilização do método oficialmente utilizado, Mehlich 1 e o método de extração por água, foram comparados para que fosse possível observar a possibilidade de correlação comportamental de P entre ambos extratores, tentando reproduzir de fato o que ocorre no ambiente.

Para Sims et al., (2002) o método de extração de P por água, pode se tornar um método oficialmente utilizável para fins de parâmetros de fertilidade de solo como o Mehlich 1, pois demonstra também a diminuição da capacidade do solo em fixar P em formas menos móveis.

Tabela 4 – Teores de fósforo extraído por água.

Amostra	Argila	P- água
1	39,08	17,13
2	26,63	20,43
3	39,18	31,87
4	40,45	25,23
5	53,90	9,24
6	40,80	13,53
7	40,73	12,84
8	39,85	21,29
9	35,28	24,97
10	36,13	41,99
11	43,05	19,32
12	46,88	43,79
13	51,83	41,31
14	44,98	18,63
15	43,58	32,56
16	46,83	21,63
17	46,68	19,44
18	41,80	26,17
19	44,13	34,19
20	50,90	47,18

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Segundo Seganfredo (2014), este método é considerado um eficiente extrator de fósforo para diagnosticar fertilidade do solo e também com potencial para fins ambientais e áreas de uso de dejetos de suínos como fertilizantes no solo.

5 CONCLUSÕES

Podemos concluir que o estabelecimento do LCA-P como parâmetro de monitoramento de qualidade dos solos que recebem aplicação de dejetos de suínos e outros fertilizantes orgânicos é considerado um importante avanço na legislação ambiental, podendo este ser um meio de minimizar ou controlar os possíveis níveis de poluição ambiental causados pela prática.

65% das amostras se encontram com teores de P a mais de 20% acima do LCA-P, no qual o órgão regulador recomenda a proibição de aplicação de qualquer fonte de fósforo.

30% das amostras são consideradas em nível até 20% acima LCA-P, onde permite que ainda sejam realizadas aplicações de P, porém que estas sejam limitadas.

5% das amostras não atingiram o LCA-P.

A observação do comportamento dos níveis de P na área não expressou influência da declividade sobre o deslocamento do P na área, visto que a área estudada tem continuidade da declividade, até alcançar o rio próximo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A continuidade na realização de estudos e monitoramento sobre a qualidade dos solos nas áreas que recebem dejetos de suínos como fertilizantes ou como descarte é de suma importância, para que os impactos ambientais sejam reduzidos ou até mesmo controlados.

É fundamental que o Limite Crítico Ambiental de P seja respeitado, independente das condições de necessidade de licenciamento ambiental a cada 4 anos para as atividades suinícolas, seja para os novos empreendimentos ou para quaisquer fins legais, mas sim, pela qualidade do solo e pela preservação da qualidade das águas.

Embora a criação de um LCA-P seja um marco importante para o setor ambiental e da suinocultura, é de suma importância que ainda alguns pontos sejam melhorados, sugere-se que levar em consideração a capacidade de retenção de P dos solos, o teor de P anterior às aplicações com fontes de P, a extração de P pelas culturas e especialmente o teor de P que contém nos dejetos e técnicas de manejo adequadas para a área, acarretariam em uma melhor eficiência e aproveitamento no nutriente pelas plantas, além de prevenir possíveis impactos ambientais.

Portanto, é necessário que a área tenha um monitoramento para que a situação não supere a problemática já existente e que as aplicações de P através da aplicação dos dejetos de suínos, sejam proibidas por algum tempo, até que os níveis de P voltem a ser aceitáveis, pois é considerada uma área que está liberando P ao ambiente e causando poluição das águas.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. T. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 54-61, 2007.

BALDISSERA, I.T.; BAMPI, D.; KLOCK, A.L.S et al. Qualidade da água da rede hídrica do Lageado São José utilizada para abastecimento urbano da cidade de Chapecó, SC. **Agropecuária Catarinense**, v.23, n.3, p.66-70, 2010.

BASSI, L. **Impactos sociais, econômicos e ambientais na microbacia hidrográfica do Lageado São José, Chapecó, Sc.** Estudo de caso. Florianópolis: Epagri, 2000.

BASSO, C. J et al. Dejeito líquido de suínos: II - perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1305-1312, 2005.

BERWANGER, Alexandre Léo. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com aplicação de dejetos líquido de suínos.** 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R.; Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.32, p. 2525 - 2532, 2008.

CERETTA, Carlos Alberto et al. **Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto.** Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/860707/fracoes-de-fosforo-no-solo-apos-sucessivas-aplicacoes-de-dejetos-de-suinos-em-plantio-direto>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

CERETTA, C. A et al. Dejeito líquido de suíno: I – perdas de nitrogênio e fósforo na solução do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**. v. 35, n. 6, p. 1296 – 1304, 2005.

CERINI, Jackson Berticelli. **Disponibilidade e transferência de nitrogênio, fósforo e potássio em um argissolo submetido à aplicação de fontes de nutrientes.** 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Curso de pós-graduação em Ciência do Solo, Santa Maria, 2012.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução N°357, de 17 de março de 2005. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DE SOLO RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. EMBRAPA-Suínos e aves, 1998. 41p. (EMBRAPA-CNPSA. Bipers, 11).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Comunicado técnico 342. 2003. Disponível em:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/443246>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. Instrução Normativa para licenciamento ambiental. Fatma: Instrução normativa n.11/ 2004. Disponível em:
<<http://www.fatma.sc.gov.br>. Acesso em: 01 set.2015.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. Instrução Normativa para licenciamento ambiental. Fatma: Instrução normativa n.11/ 2014. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br> >. Acesso em: 01 set. 2015.

GALVÃO, S. R. S; SALCEDO, I. H. Soil phosphorus fractions in sandy soils amended with cattle manure for long periods. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 33, p. 613 - 622, 2009.

GATIBONI, Luciano Colpo et al. **Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina**. Boletim técnico. N° 02. Lages, SC: UDESC/CAV, 2014.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 20 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; FLORES, J. P. C. Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 691-699, 2007.

GIBNEY, M. J.; MACDONALD, I. A.; ROCHE, H. M. **Nutrição e metabolismo**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 351 p.

GOMIDE, J. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E. As interfaces solo -planta-animal da exploração da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. **Anais**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Estatística da produção pecuária 2016. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201603caderno.pdf> Acesso em: 2 dez. 2016.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975p.

MARCATO, S. M.; LIMA, G. J. M. M.; Efeito da restrição alimentar do poder poluente dos dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34. n. 3, p. 855 - 863, 2005.

MATTIAS, Jorge Luis. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 164 p. Dissertação (Doutorado em Ciência Agrárias) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

MATOS, F. M et al. Uso de dejetos líquidos de suínos na melhoria das condições físico-hídricas do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. v. 35, 2012, Uberlândia. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Usodejetos.PDF>>. Acesso em: 22 set. 2015.

MYLAVARAPU, R.; MILLER, R. **Mehlich-1 extraction for macro- and micronutrients**. Clemson: Clemson University, 2013. 5 p. Disponível em: <<http://www.clemson.edu/sera6Mehlich1%20Extraction0810.doc>>. Acesso em: 13 Ago. 2016.

NONES, K et al. Formulação das dietas, desempenho e qualidade da carcaça, produção e composição de dejetos de suínos. **Scientia Agricola**. v.59, n.4, p.635-644, 2002.

PANDOLFO, C et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002.

PERDOMO, C. Uso racional dos dejetos de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 1., 1996, São Paulo. **Anais**. São Paulo, p. 269, 1996.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. de. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In.: Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília. **EMBRAPA-SPI**, p. 221-235, 1998.

REZENDE, C. P et al. Estrutura do pasto disponível e do resíduo pós-pastejo em pastagens de capim Cameroon e capim Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, p. 1742-1749, 2008.

SANTOS FILHO, J. I. et al. **Viabilidade econômica da unidade de compostagem de dejetos suínos**. In: Reunião anual da sociedade brasileira de Zootecnia, 48., 2011. Belém.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; NESI, C.N. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.31, p. 123-131, 2007.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N. **Características químicas do solo em áreas agrícolas adubadas com esterco de suínos**. Florianópolis/SC: Epagri, 2009. 34p. (Epagri, Boletim Técnico, 152).

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**, Viçosa, MG, v.34, p. 1375-1383, 2010.

SEGANFREDO, M. A. **Fósforo, cobre e zinco em solos submetidos à aplicação de dejetos animais**: teores, formas e indicadores ambientais. 2013, 137p. Tese (Doutorado em ciências do solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

SERAFIM, R. S.; GALBIATTI, J. A. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura na *Brachiaria brizantha* cv. Marambu. **Revista Colombiana de Ciência Animal**. v. 4, p. 185-203, 2012.

SIMIONI, J. **Suinocultura, dejetos e risco ambientais**: avaliação dos riscos ambientais pela acumulação de Cu e Zn nos solos fertilizados com dejetos de suínos. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, SC.

SISSINGH, H.A. Analytical technique of the Pw method, used for the assessment of the phosphorus status of arable soils in the Netherlands. **Plant and Soil**. v. 34, p. 483 - 486. 1971.

SHARPLEY, A. N.; KLEINMAN, P. J. A.; WELD, J. L. Environmental soil phosphorus indices. In: CARTER, M. R.; GREGORICH, E. G. **Soil sampling and methods of analysis**. 2 ed. Boca Raton: Canadion Society of Soil Science – CRC Press, p. 141-159, 2006.

SHARPLEY, A.N. Soil phosphorus dynamics: agronomic and environmental impacts. **Ecological Engineering**, v.5, p.265-279, 1995.

SIMS, J.T. et al. Environmental aspects of soils phosphorus chemistry in the US Atlantic coastal plain. In: STEENVOORDEN, J.; CLAESSEN, F.; WILLEMS, J. **Agricultural effects on ground and surface waters: research at the edge of science and society**. Oxfordshire: Internacional Association of Hydrological Scienciesc-ISHS, 2002. P.119-123. (IAHS Publication, 273).

TAVERNARI, Fernando de Castro et al. **Disponibilidade de fósforo de fosfato extraído de efluentes da suinocultura**. In: Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos, 2014.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; VIEITES, F.M. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ideal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.802-808, 2001.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Nova York: CABI Publishing, 1999. p. 598.

ZARDO, A.O.; LIMA, G.M.M. de. Alimentos para suínos. **BIPERS**, v.8, p.7-71, 1999.

