



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

GIOVANI FRANCISCO CAUS

**TEORES DE P, Cu e Zn EM SOLOS A PARTIR DA APLICAÇÃO DE DEJETOS
LÍQUIDOS DE SUÍNOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO**

**CHAPECÓ -SC
2020**

GIOVANI FRANCISCO CAUS

**TEORES DE P, Cu e Zn EM SOLOS A PARTIR DA APLICAÇÃO DE DEJETOS
LÍQUIDOS DE SUÍNOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Mattias

CHAPECÓ –SC
2020

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Caus, Giovani Francisco

TEORES DE P, Cu e Zn EM SOLOS A PARTIR DA APLICAÇÃO
DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS EM DFERENTES SISTEMAS DE
USO / Giovani Francisco Caus. -- .
f.

Orientador: Doutor Jorge Luis Mattias

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, .

1. Fertilizantes orgânicos. 2. Agricultura
sustentável. 3. Resíduos agrícolas. 4. Poluição
Ambiental. I. Mattias, Jorge Luis, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

GIOVANI FRANCISCO CAUS

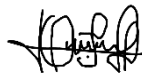
TEORES DE P, Cu e Zn EM SOLOS A PARTIR DA APLICAÇÃO DE DEJETOS
LÍQUIDOS DE SUÍNOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

17/12/2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Luis Mattias
Orientador

P/ 

Prof. Dr. Paulo Roger Lopes Alves
1º Examinador

P/ 

Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva
2º Examinador

RESUMO

A produção de suínos tem crescido sistematicamente no Brasil, tanto para consumo interno quanto para exportação. Santa Catarina é o estado de maior produção do país, o que gera preocupações de órgãos ambientais em função da grande quantidade de dejetos que são gerados e que necessitam de tratamentos para serem liberados, onde uma das opções mais baratas para a utilização destes dejetos é seu uso como fertilizante agrícola. O presente trabalho visa avaliar se a utilização destes dejetos interfere nos teores de Cu, Zn e P. Para a realização do trabalho coletou-se solo na sub-bacia Lajeado Clarimundo, situado em Concórdia -SC, em diferentes sistemas de uso de solo na profundidade de 10 cm, as mesmas foram divididas em 3 sub-amostras onde cada uma delas representou uma repetição de campo. As análises químicas de Cu e Zn disponíveis e totais, e P em água e Mehlich-1 foram realizadas na Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó. Lavouras tiveram maiores teores de P em Mehlich-1 e em água, e também maiores teores de Cu disponíveis. Em Cu e Zn totais o reflorestamento com uso de dejetos apresentou maiores teores destes metais, e os menores teores de P tanto em Mehlich-1 quanto em água foi encontrado em mata. Cu e Zn totais tiveram menores concentrações em reflorestamento sem uso de dejetos. Cu obteve teores muito altos com riscos em poluição ambiental, ultrapassando os 200 mg/kg propostos pelo Ministério do Meio Ambiente. Os resultados mostram que de fato o uso de dejetos líquidos suínos tem influência nos teores de P, Cu e Zn acarretando em acúmulo de nutrientes.

Palavras-chave: Fertilizantes orgânicos. Agricultura sustentável. Resíduos agrícolas. Poluição Ambiental.

ABSTRACT

Pig production has grown systematically in Brazil, both for domestic consumption and for export. Santa Catarina is the state of the largest production in the country, which generates concerns of environmental organs due to the large amount of waste that is generated and that require treatments to be released, where one of the cheapest options for the use of these wastes is its use as agricultural fertilizer. The present work aims to evaluate whether the use of these wastes interferes with the levels of Cu, Zn and P. For the accomplishment of the work, soil was collected in the Sub-basin Lajeado Clarimundo, located in Concordia -SC, in different systems of land use at a depth of 10 cm, they were divided into 3 sub-samples where each of them represented a field repetition. The chemical analyses of available and total Cu and Zn, and P in water and Mehlich-1 were performed at the Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó campus. Crops had higher P contents in Mehlich-1 and water, as well as higher Cu contents available. In total Cu and Zn, reforestation using waste showed higher levels of these metals, and the lowest P contents in both Mehlich-1 and water were found in forest. Total Cu and Zn had lower concentrations in reforestation without the use of waste. Cu obtained very high levels with risks in environmental pollution, exceeding the 200 mg/kg proposed by the Ministry of the Environment. The results show that in fact the use of swine liquid manure influences the P, Cu and Zn contents resulting in nutrient accumulation.

Keywords: Organic fertilizer. Sustainable Agriculture. Agricultural waste. Environment pollution.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	9
2.0 OBJETIVOS:.....	11
3.0 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
4.0 MATERIAIS E MÉTODOS	16
5.0 DISCUSSÃO E RESULTADOS	20
5.1 FÓSFORO	20
5.2 COBRE	23
5.3 ZINCO.....	26
6.0 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Imagem de satélite da Sub-bacia Lajeado Clarimundo (Microbacia Lajeado Fragosos) com os pontos de coleta de amostras de solos georreferenciados (Google Earth), Concórdia – SC.	17
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores de fósforo determinados por Mehlich-1	20
Tabela 2 - Teores de fósforo em água.....	22
Tabela 3 - Teores de cobre total.....	23
Tabela 4 - Teores de cobre disponível.....	25
Tabela 5 - Teores de zinco total.....	26
Tabela 6 - Teores de zinco disponível	27

1.0 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial e a tentativa de suprir necessidades nutricionais e a produção de bens de consumo oriundos de animais e vegetais tem crescido exponencialmente. Com isso, o crescimento da agropecuária no Brasil também tem se tornado perceptível.

Em termos de proteína animal, o número de abates na suinocultura cresce continuamente, dados do IBGE (2019) demonstra mais de 11,70 milhões de abates somente no terceiro trimestre de 2019, 2 milhões a mais comparado ao terceiro trimestre de 2014, sem contar com o aumento de exportação de suínos *in natura*.

A região Sul do Brasil é a maior produtora do país, segundo o IBGE (2017), os três estados obtêm aproximadamente 53,63% total de suínos. Em Santa Catarina, a atividade é tipicamente observada em pequenas propriedades da agricultura familiar de produção diversificada, na maioria dos casos de forma intensificada. Com isso o uso de seus dejetos torna-se uma opção para a adubação em lavouras, promovendo de certa forma a sustentabilidade (SCHERER, 2010).

Seu uso na adubação é uma boa ferramenta para a produção de grãos e pastagens, pois a mesma se obtêm de nutrientes essenciais para plantas. Porém, o uso incorreto e/ou intensificado deste recurso acarreta o acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo, principalmente P, Cu e Zn por terem menor mobilidade (SCHERER, 2010). Neste caso, nem as raízes conseguem absorver todos estes elementos oriundos do dejetos líquido suíno (DLS), ocasionando poluição ambiental por excesso de nutrientes, podendo ir para córregos por escoamento superficial (SEGANFREDO, 2000). Destes, o P é um dos elementos mais estudados na poluição ambiental, pois pode-se em algumas circunstâncias atingir redes de drenagem, e comprometê-las pelo processo de eutrofização (MATTIAS, 2006).

Tendo em vista que a diversidade de nutrientes contidos nos dejetos de suínos, é importante compreender suas características que promovem acúmulos no solo após seguidas aplicações, e, evitar que se torne poluidor ambiental (MATTIAS, 2006). Com todo esse conhecimento e a complexidade dos elementos presentes nos

dejetos e as modificações dos atributos químicos do solo, é possível compreender e traçar estratégias que de fato pode-se usar como fertilizante de forma segura (SCHERER, 2010).

O trabalho realizado é oriundo parcialmente de um projeto interinstitucional que prevê ter o conhecimento dos impactos ambientais causados pelo uso intensivo de dejetos suínos como fertilizante. Estes resultados, como um todo, geram índices de poluição ambiental que podem tornar como estratégias de políticas públicas que transformem a produção de suínos e uso de seus derivados mais sustentáveis a uma determinada região.

P, Cu e Zn, por serem pouco móveis no solo, e pelos mesmos estarem contidos nas rações para a produção suína, acaba sendo um índice interessante em pesquisar, e comparar com solos sem uso de dejetos suínos para saber qual o real impacto que os mesmos podem causar nos solos, produções e no ecossistema que interage com o meio de produção agrícola.

2.0 OBJETIVOS:

Objetivo geral:

- Verificar se a adição de dejetos líquidos de suínos altera a concentração de P, Cu e Zn em diferentes tipos de uso de solo.

Objetivos específicos:

- Examinar a concentração de P, Cu e Zn em solos com aplicação de dejetos suínos e compará-los com solos sem aplicação nos diferentes tipos de uso;
- Verificar se a concentração de P, Cu e Zn atingem teores próximos ou iguais para ser considerado poluição ambiental.

3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

A suinocultura tem um modelo de produção onde se adapta a realidade de mão de obra para a agricultura familiar. Com esse objetivo pequenos agricultores utilizam deste meio para gerar renda, fixando o homem no campo, e contribuindo com a geração de empregos no setor (SOUSA, *et.al* 2014). Segundo o IBGE (2019), as exportações de suínos comparando o terceiro trimestre de 2018 para o terceiro trimestre de 2019 registraram aumento de 845 toneladas de volume *in natura*, e mesmo com isso o produto se obtém aumento de valor comercial mundial, promovendo aumento de lucro em dólares nos cinco trimestres anteriores ao terceiro trimestre de 2019.

Um dos motivos mais marcantes deste aumento de produção e valorização de exportação se dá pelo crescimento populacional de países populosos como a China. No terceiro trimestre de 2019 se observou aumento na exportação para o país na ordem de 47,2%, tendo no próprio trimestre 13,6% de aumento de compras (exportações) pela China, resultando em 0,5% a mais de exportações no geral no Brasil. No mesmo tempo, Santa Catarina como principal estado de abate de suínos, resultou novamente no estado com maior índice exportador (IBGE, 2019).

Com o número de cabeças de suínos em crescimento, conseqüentemente se aumenta a quantidade de dejetos e com isso uma preocupação ambiental sobre o correto descarte e uso do mesmo. Para minimizar o impacto ambiental, se buscam soluções para reaproveitamento de DLS, sendo uma delas sua utilização como fertilizantes em solos para cultivos. Claro que, os mesmos têm que ser aplicados com responsabilidade e compreensão do que se passa (SOUSA, *et.al* 2014).

Segundo Oliveira (2004) o uso dos dejetos com o objetivo de fertilização de solos é uma das soluções mais conhecidas para a adequação das propriedades com exigências dos órgãos ambientais para diminuir impactos ambientais com a qualidade de ar e poder de poluentes, transformando em níveis aceitáveis, além de ser um dos mais baratos para armazenar, transportar e distribuir.

É importante compreender que a alimentação dos animais tem efeito direto nos nutrientes contidos no material excretado pelo mesmo. Rações utilizadas para o crescimento de suínos geralmente se obtém elementos como Cu, Zn e P. Segundo

Mendonça (2018), em mais de 40 anos estes minerais vêm sendo estudados, principalmente em leitões recém desmamados, donde Cu e Zn são responsáveis por vários processos bioquímicos e nutricionais, bem como metabolismo de proteínas, lipídios e glicose. O P já contribui para o suporte do crescimento dos órgãos, sendo também utilizado em vários processos fisiológicos (MATTIAS, 2006).

Com isso, a concentração de nutrientes das rações é um fator diretamente direcionado com a quantidade de minerais excretada. Quantidades mínimas e máximas de recomendações nutricionais podem trazer menor taxa de conversão alimentar, e também intoxicações. Como estes elementos acabam sendo acumulados no fígado do animal, boas proporções de Cu acaba sendo de 125 a 250 mg⁻¹/kg⁻¹, já o Zn acaba dependendo da fonte e nível da dieta, vindo que níveis podem ser tolerados em média de 1000 mg⁻¹/kg⁻¹ (MENDONÇA, 2018). Segundo Mattias (2016), o P tem uma relação direta com o Ca, entretanto níveis diários de P podem ser observados com média de 1,75 a 12,30g⁻¹/dia⁻¹.

Sendo assim, os dejetos obtêm concentração de minerais como Cu, Zn e P variáveis, se torna muito importante a análise química do mesmo, para que se evite altas concentrações não necessárias para o uso das culturas que o material será distribuído. Especialmente também porque elementos como fósforo dependendo do seu tempo na esterqueira pode ocorrer aumento de concentração, isso se explica pelo fato de que ocorre perdas de matéria orgânica por oxidação como o CO₂ onde acaba desprendendo-se para a atmosfera (MIYAZAWA, 2015).

Entretanto, segundo Seidel *et. al* (2010) o uso contínuo de dejetos pode acarretar a acúmulos destes nutrientes por sobreporem níveis que as plantas possam absorver, e assim ocasionar danos à natureza por poluição que ocorrem indiretamente por lixiviação e erosão, chegando a atingir recursos hídricos. Por isso, Seganfredo (1999) comenta que para que se obtenha bom aproveitamento de fertilizantes, seja de maneira química ou orgânica, é necessário que a quantidade que se põe sobre as plantas seja absorvida pelas mesmas, e repostas as quantidades retiradas pelas mesmas, assim tendo boas produções, lucratividade e o mínimo de poluição à natureza.

Scherer *et.al* (2010) comenta que o conhecimento sobre a dinâmica dos elementos no solo entre diferentes formas de adubação, como orgânica ou mineral, permite utilizar variadas estratégias para corrigir algumas distorções em questões de produtividade juntamente com a preservação ambiental do local de aplicação. Sendo assim é possível compreender se em aplicações contínuas em vários anos subsequentes pode-se atingir níveis de poluição ambiental e como o mesmo fenômeno ocorre em cada nutriente.

A utilização de dejetos suínos tem aumento significativo de P principalmente nas camadas superficiais do solo (0-5 cm), chegando a trazer valores correspondentes a 46% maior de concentração após aplicação (BANDEIRA, 2019). Estudos ainda demonstram que o fósforo aplicado de forma orgânica comparada ao mineral por 20 anos subsequente, maiores índices de concentração nestas camadas superficiais pertencem ao uso de dejetos suínos, além do mais, o fósforo orgânico demonstrou maior mobilidade em camadas mais profundas (30 cm), demonstrando o quão importante é o manejo do mesmo, e os desafios que podem acarretar caso o uso de dejetos seja utilizado com irresponsabilidade (SCHERER *et.al*, 2010).

Apesar das preocupações vindas de minerais como o P por sua maior mobilidade no solo por aplicações em dejetos suínos comparados ao adubo fosfatado, especialmente por maiores acúmulos, se comenta muito sobre seu risco de poluição ambiental advinda de escoamento superficial de solo, principalmente em áreas de grande declividade (BANDEIRA, 2019; SCHERER *et.al*, 2010).

Em locais de maiores evidências de matéria orgânica, como em matas, a concentração de fósforo continua sendo maior em áreas superficiais, o que demonstra que a presença de MOS não tem grandes influências na mobilidade do mineral, mas sim, a maior participação de mobilidade e infiltração de P no solo é causado por lixiviação (SCHERER *et.al*, 2010)

Cu e Zn, por serem nutrientes muito utilizados em rações e antibióticos de suínos, onde sua liberação do corpo seja pelas fezes, se obtém maiores preocupações de concentração e poluição ambiental (MATTIAS, 2006; CORRÊA *et.al*, 2011). Em solos com pouca matéria orgânica, estes nutrientes não têm facilidade de translocação por ânions ou lixiviação, sendo que se obtém muita afinidade em grupos

funcionais dos óxidos do solo e húmus, podendo ser adsorvidos mais fortemente entre pH neutro e a alcalino. Isso faz com que sua maior concentração também seja na superfície do solo (0-10 cm) (CORRÊA *et.al*, 2011).

Com isso, gera um desafio, visto que até em grandes concentrações de Cu e Zn no solo, segundo Corrêa *et.al* (2011, apud MENEZES, 2009), a absorção destes por plantas como por exemplo, milho, não é alta, tendo seus níveis bem inferiores aos valores considerados fitotóxicos. E com isso cabe ressaltar novamente, onde Seganfredo (1999) discute em seu estudo que, caso as plantas não absorvam os nutrientes contidos no solo e a aplicação subsequente é realizada, ocorre acúmulo de nutrientes, podendo promover toxidez para plantas e maiores riscos de poluição ambiental.

Em locais de maiores índices de matéria orgânica, como em matas, é possível analisar uma maior mobilidade do cobre comparado a Cambissolos. Em pesquisa realizada por Scherer *et.al* (2010) se obteve diferença estatística de concentrações entre perfis superficiais e profundos, obtendo maior infiltração e concentrações nas profundidades de 10 a 100 cm, do que em 5 a 10 cm, tanto em adubação mineral quanto em orgânica.

4.0 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho é fruto de uma parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Suínos e Aves (Concórdia, SC) a Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Chapecó, o projeto SA-SUAVE, de multi instituições para a valorização de serviços ambientais.

As coletas de solo foram realizadas pela EPAGRI-CETREDIA na Sub-bacia Lajeado Clarimundo, localizada dentro da Microbacia Hidrográfica Lajeado Frágoso, em Concórdia – SC (27°12'14.2"S 52°08'06.3"W) em propriedades onde a suinocultura é a atividade principal.

Em 11 destas propriedades contidas dentro da sub-bacia, foram coletadas 8 amostras compostas em cada uma, sendo elas 4 em áreas com adição de dejetos suínos, e outras 4 em áreas sem adição, situadas em matas nativas, reflorestamento de eucalipto, pastagem naturalizada e erva-mate. Entretanto, para duas destas 11 propriedades ainda foram coletadas mais amostras de áreas de matas, sendo uma delas 4 amostras compostas e na outra propriedade mais 5 amostras compostas. Além destas, em mais outras duas propriedades foram coletadas mais 16 amostras compostas (8 com adição de dejetos e 8 sem adição). Ao todo foram coletadas 125 amostras.

Os solos predominantes presentes no estudo realizado segundo informações cedidas pela EMBRAPA Suínos e Aves e da EPAGRI-CETREDIA são Cambissolos e Nitossolos. Os mesmos eram utilizados para pastagens naturalizadas, de azevém ou aveia intercalada com milho, e floresta decidual. Os solos são com e sem integração lavoura-pecuária.

Em cada amostra coletada, foram ainda divididas em 3 sub-amostras onde cada uma delas representou uma repetição de campo. As amostras foram coletadas em solo superficial, de 0-10 cm de profundidade, entre os dias 29 de setembro a 22 de novembro de 2016.

Figura 1– Imagem de satélite da Sub-bacia Lajeado Clarimundo (Microbacia Lajeado Fragosos) com os pontos de coleta de amostras de solos georreferenciados (Google Earth), Concórdia – SC.



Fonte: BEGNINI, 2019.

As amostras foram secadas e peneiradas pela EMBRAPA suínos e aves antes de serem encaminhados para as análises químicas e físicas nos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Chapecó, onde aqui é dissertado sobre os elementos de P, Cu e Zn.

Por conta de o P ter boas ligações com recursos hídricos, a utilização de método de determinação de concentração de fósforo em água é muito importante para a pesquisa. A metodologia aplicada para esta se fez a partir de estudos realizados por Sissingh (1971) com algumas adaptações sugeridas por Seganfredo (2013).

Foi utilizado $1,0\text{g}^{-1}$ de solo em um snap-cap com 1,6 ml de água destilada e aguardado por 21h sem agitação em temperatura ambiente. Após isso é completado 50 ml de água destilada e levado para agitar em mesa de agitação horizontal em 120 rpm por 1h. Com isso se posiciona os snaps em um local plano para a decantação do mesmo, por cerca de 2h e retirar o sobrenadante, que será levado para a centrifugação por 12 minutos. Filtra-se em papel filtro quantitativo de $2\ \mu\text{m}^{-1}$. Retirar 5ml de cada amostra e adicionar 0,75ml de reagente misto e deixar para reações por 1h. Após isso se realiza a leitura de concentrações pela absorvância em comprimento de onda 882 nm.

Também para determinar a porção completa de P é realizada metodologia a partir de ácidos por Mehlich-1, onde o mesmo solubiliza e desloca a maior parte do P trocável, dissolvendo também a parte de minerais apatílicos, propiciando valores também para solos com adubação de fosfatados naturais. O método por duplo ácido (Mehlich-1) tem vantagens em fornecer extratos em condições especiais para a calorimetria, sem necessidade de filtração (TEDESCO *et.al*, 1995).

O método utilizado para obter valores de P por extração em Mehlich-1 foi o proposto por Tedesco *et.al* (1995).

O cobre e zinco apresentam várias semelhanças em relação a reação com solos. São constituintes da fração amorfa do solo, ocorrem nos minerais primários e precipitam com hidróxidos, fosfato, carbonato e silicato. Com isso a extração de Cu e Zn disponíveis são realizados a partir de soluções com sais, ácidos ou quelantes (TEDESCO *et.al*, 1995). Neste presente trabalho a metodologia utilizada foi a de Tedesco *et.al* (1995).

A determinação de Cu e Zn total se obtém índice de todo o mineral presente, além do disponível para plantas, também os que formaram complexos insolúveis com compostos orgânicos, ou seja, não disponível para plantas (TEDESCO, *et.al* 1995). Para esta determinação foi utilizada a metodologia proposta por McGrath & Cunliffe (1985), onde a mesma obteve pequenas modificações.

Esta metodologia obtém do uso de água régia, utilizando ácido nítrico (HNO₃) 65% e ácido clorídrico (HCl) 12mol/L⁻¹. É utilizado 0,2g⁻¹ de solo, 6,0 ml de HCl e 2,0 ml de HNO₃ em tubos de digestão de vidro. Esta mistura foi digerida em bloco digestor em três temperaturas, sendo elas 3h a 60 °C, 1h a 105 °C e a 140 °C até sobrar 0,5 ml a 1 ml da mistura presente no tubo de digestão. Após isso o extrato é diluído e filtrado em papel filtro quantitativo 2-4 µm⁻¹ e determinados por espectrometria de absorção atômica de chama.

A partir dos dados obtidos pelas amostras, é obtido valores de quantidades e concentrações de cada mineral em cada ambiente/reação, e com isso levado a uma análise estatística. Em casos como este, atributos quantificados em laboratório geralmente comprometem a valores atípicos comparados uma análise estatística normal (ANOVA).

Neste quesito, os dados pressupostos como Cu e Zn totais e disponíveis, bem como P em água e por metodologia em Mehlich-1, nos grupos de cultivo (matas, pastagens, lavouras e reflorestamentos) com e sem aplicação de dejetos suínos serão testados ao método estatístico não paramétrico Kruskal-Wallis intermediado pelo software estatístico R (versão 3.5.3, por meio da interface Rstudio).

5.0 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Observando os dados de todos os elementos estudados, as maiores médias foram observadas em áreas de lavouras. O teor médio de P determinado por Mehlich-1 é quase o dobro do segundo maior (pastagem com uso de dejetos), mensurados em $81,76 \text{ mg/kg}^{-1}$ e $48,71 \text{ mg/kg}^{-1}$ respectivamente. Cu e Zn totais resultaram em diferenças estatísticas claras o efeito em maiores concentrações nos locais de aplicação de dejetos.

Cu e Zn disponíveis tiveram teores similares em lavoura e pastagem com aplicação de dejetos. O mesmo caso se teve com as análises de P em água, não obtendo diferença estatística entre lavoura e pastagem com aplicação de dejetos, obtendo os valores mais altos.

5.1 FÓSFORO

O P mostrou diferenças de concentrações entre os sistemas de cultivo, sendo que os com adição de dejetos obtiveram maiores médias, especialmente no sistema de uso do solo em lavoura que atingiu teores mais altos, com $81,76 \text{ mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$. Logo em seguida a pastagem com aplicação de dejetos com $48,71 \text{ mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$.

Tabela 1 - Teores de fósforo determinados por Mehlich-1

SISTEMA DE USO DO SOLO	n	MÉDIA Pm $\text{mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$	Pm RANK.	CLASS. – KW
LAVOURA	24	81.76	104.75	a
PASTAGEM C.	32	48.71	86.21	b
REFLORESTAMENTO C.	4	22.74	75.50	bc
REFLORESTAMENTO S.	12	12.85	55.66	c
PASTAGEM S.	8	5.33	42.18	cd
MATA	45	4.41	28.76	d

n = número de pontos analisados; Pm RANK. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Conforme Mattias (2006) disserta, dejetos suínos tem menor relação N/P que as necessárias para plantas, ou seja, enquanto N é suprido para as plantas, o P se aplica em concentrações maiores que absorvidas pelas plantas, o que causa um acúmulo deste nutriente no solo. Isso é visível também em aplicações de pastagem,

onde o teor comparado entre com uso de dejetos e sem o uso obteve grandes diferenças (Tabela 1). Klein e Agne (2012) ainda comentam que a relação N/P nos dejetos chega a ser 2:1 a 6:1, e que para plantas geralmente esta relação pelo consumo de cultura é de 7:1 a 11:1.

Ainda, a maioria das rações e cereais usados em suínos acumula hexafosfato de inusitol. Isso faz com que P tenha maiores concentrações, sendo que essa forma é considerada pouco disponível para monogástricos. Com isso, quando liberados, fosfatos como este são adsorvidos com alta energia no solo, e isso faz com que o acúmulo de P vindo de aplicações de dejetos suínos seja de várias formas de P orgânico (BERWANGER, 2006). Entretanto o P orgânico não tem grandes absorções pelas plantas, o que faz acumular cada vez mais em aplicações sucessivas (SEIDEL *et.al*, 2010).

Estes acúmulos geram preocupações, pois Berwanger (2006), em seu trabalho, cita que a concentração de P em sedimentos que foram escoados são de 1,8 e 1,7 vez maior em relação onde não foi aplicado dejetos. As transferências deste elemento por escoamento superficial podem transportar materiais orgânicos, inorgânicos e partículas em suspensão, e com isso fazendo um grande potencial de contaminação de água (KEIN e AGNE, 2012).

Quando se trata de poluição ambiental, análises de fósforo em água se tornam essenciais pelo motivo da ligação do elemento e infiltração no solo. Como vemos na tabela 2, se obteve diferenças de teor entre os sistemas que aplicaram dejetos ou não. A lavoura e a pastagem com aplicação obtiveram valores próximos, 10,70 e 9,08 mg⁻¹/kg⁻¹ respectivamente, resultando em que atinge os níveis mais altos para poluição por lixiviação e infiltração de P em águas subterrâneas e acúmulos de mineral nas camadas superficiais do solo.

Tabela 2 - Teores de fósforo em água

SISTEMA DE USO DO SOLO	n	MÉDIA Pa mg⁻¹/kg⁻¹	Pa RANK.	CLASS. – KW
LAVOURA	24	10.70	94.93	a
PASTAGEM C.	32	9.08	89.03	a
REFLORESTAMENTO C.	4	6.50	54.37	ab
REFLORESTAMENTO S.	12	2.87	41.66	b
PASTAGEM S.	8	1.60	40.25	b
MATA	45	1.56	37.95	b

n = número de pontos analisados; Pa RANK. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Aplicações subsequentes de dejetos suínos aumenta a percolação da água no solo, entretanto a quantidade de P a infiltrar e atingir camadas mais profundas cabe a aspectos físicos de solo e as formas de P. Também galerias de minhocas contribuem para a percolação do fósforo, atingindo maiores concentrações em situações de média de 0,8 metros de profundidade (BERWANGER, 2006).

Berwanger (2006) comenta que o P geralmente é transferido para macroporos que possuem proteção em sua parede, não interagindo com colóides de solo. Por conta disso, o P não fica sorvido no solo, chegando a atingir suas capacidades máximas de adsorção em profundidades de 30 a 60 cm do solo.

As águas sejam elas atingidas das duas formas, lixiviação ou escoamento superficial, ocasiona em eutrofização das águas subsuperficiais e superficiais (CERETTA *et.al*, 2010), em outros estudos, segundo dissertado por Corrêa *et.al* (2011), em aplicações de dejetos suínos chegou a ter perdas por escoamento superficial de até 8,5 kg⁻¹/ha⁻¹/ano⁻¹ em um solo com 4% de declividade. O mesmo ainda comenta que esta quantidade não diminui a disponibilidade para plantas, mas que com estes números é muito importante ter manejos conservacionistas de solo, para diminuir impactos ambientais, e tomar cuidados com a concentração em solo e sucessivas aplicações.

A legislação brasileira não reconhece o P como um potencial contaminante de solo, o que reforça que o agricultor utilize o nutriente com prioridades produtivas e econômicas (KLEIN e AGNE, 2012).

5.2 COBRE

Cu é um elemento muito preocupante em questões de poluição ambiental, visto que se apresenta altos teores em dejetos de suínos, e o mesmo é muito ligado a matéria orgânica, indicando altas concentrações na superfície de solo (MATTIAS, 2006).

Na tabela 3 podemos ver os teores de Cu total vindo dos solos da microbacia. Não houve diferenças entre os sistemas com uso de dejetos, apenas houve diferenças entre os tratamentos com e sem aplicações, o que demonstra influência do uso de dejetos. O reflorestamento com uso de dejetos obteve as maiores concentrações ($228,68 \text{ mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$), e o reflorestamento sem uso de dejetos as menores ($158,30 \text{ mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$).

Esta maior concentração é explicada pela de matéria orgânica apresentada que as demais. Begnini (2019) demonstra que o uso de solo com reflorestamento e adição de dejetos obtém grandes concentrações de MOS comparado aos demais. Os valores explicados pela alta concentração de Cu em lavouras vêm pela grande aplicação de dejetos para culturas anuais com diferenças em relação a demais nutrientes, e alto teor advindo de nutrição de suínos.

Tabela 3 - Teores de cobre total

SISTEMA DE USO DO SOLO	n	MÉDIA Cut $\text{mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$	Cut RANK.	CLASS. – KW
REFLORESTAMENTO C.	4	228.68	84.75	a
LAVOURA	24	226.61	79.62	a
PASTAGEM C.	32	220.75	75.60	a
PASTAGEM S.	8	212.06	67.81	ab
MATA	45	192.91	52.14	ab
REFLORESTAMENTO S.	12	158.30	26.37	b

n = número de pontos analisados; Cut RANK. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Na tabela 3 pode-se notar que o teor total de Cu, demonstra que se tem Cu adsorvido a fração mineral do solo. Isto por que o método utilizado pode retirar grande parcela do mesmo, pois o mesmo utiliza de reagentes fortemente ácidos. Os teores tão próximos podem ser relacionados com a presença do material de origem.

Grandes preocupações vêm com o escoamento superficial, visto que as maiores concentrações de Cu escoado ocorrem nas primeiras ocorrências pluviométricas após a aplicação dos dejetos (GIROTTO, 2007), tendo as maiores concentrações por cobre particulado, ou seja, ligadas ao solo (TOMADON, 2017).

Segundo CONAMA (2009), o Cu em contato com águas tanto subsuperficiais e superficiais com teores de $2000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, já apresentem riscos à saúde referente pela potabilidade de substâncias químicas. Com isso se deve já buscar meios de controle e prevenção para que o elemento atinja águas o mínimo possível.

É notável um potencial de poluição ambiental, visto que segundo a CONAMA (2009) os valores dos sistemas que foram aplicados dejetos e a pastagem sem aplicação estão acima dos orientados para solos, ultrapassando os $200 \text{mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$, ou seja, é necessário realizar um determinado controle para que o teor dos dejetos não se torne maior, pois ele já está em um valor de referência de investigação.

Visto que as metodologias são diferentes entre o atual trabalho e os realizados pela CONAMA (2009), a metodologia utilizada pela mesma é a USEPA 3050, ou seja, obtém diferenças de extração, podendo demonstrar diferenças em valores pelos dados aqui presentes, entretanto é possível ainda utilizar dados como os de Cu disponível para explicar a grande diferença de concentrações e o risco ambiental.

Em relação ao cobre disponível, podemos observar maior disponibilidade em solos com aplicações de dejetos, com destaque entre lavoura e pastagem, sendo elas seus teores de $13,70$ e $12,05 \text{mg}^{-1}/\text{kg}^{-1}$ de solo.

Aqui nota-se mais uma vez a ação de matéria orgânica agindo na ligação com o cobre disponível. A lavoura apresenta menores concentrações de matéria orgânica do solo (BEGNINI, 2019) comparado a outros sistemas, obteve maiores concentrações de Cu disponível. Como visto em trabalhos como Corrêa *et.al* (2011) o Cu tem muita afinidade em grupos funcionais dos óxidos do solo, e novamente vemos que as aplicações de dejetos têm teores mais elevados do elemento, pelo acúmulo das aplicações respectivas em culturas.

Valores diferentes destes podem ser observados num trabalho realizado por Matsuoka (2019), onde a mata nativa obteve teores maiores de Cu do que em pastagem de estrela africana com aplicação de dejetos. Isso demonstra que a

absorção e disponibilidade de elementos depende da cultura implantada, tipo de solo e valores de pH.

Tabela 4 - Teores de cobre disponível

SISTEMA DE USO DO SOLO	N	MÉDIA Cud mg⁻¹/kg⁻¹	Cud RANK.	CLASS. – KW
LAVOURA	24	13.70	98.91	a
PASTAGEM C.	32	12.05	89.46	a
REFLORESTAMENTO C.	4	10.86	81.75	ab
REFLORESTAMENTO S.	12	6.74	58.37	bc
PASTAGEM S.	8	4.90	41.00	cd
MATA	45	2.97	28.50	d

n = número de pontos analisados; Cud RANK. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

Segundo Scherer (2010) em solos de lavoura, mais especificadamente com sistema de plantio direto, ocorre esse expressivo acúmulo deste metal na camada superficial especialmente por altas concentrações em respectivos anos de aplicações. O mesmo ainda diz que em aplicações de média de 45 m³ de dejetos após 20 anos, pode-se ter a adição de 14 kg⁻¹/ha⁻¹ de Cu.

Todos os dados vindos por teor de cobre disponível que receberam a aplicação de DLS são preocupantes pela sua interação com os organismos vivos, inicialmente com maior preocupação em termos de fitotoxicidade e posteriormente à saúde humana, além do próprio meio ambiente. Segundo o Manual de calagem e adubação RS/SC (2016), além de limitar a absorção de outros nutrientes para as plantas causando antagonismo, se adicionado em excesso ao solo pode gerar impactos em alimentos e em organismos aquáticos e terrestres.

É importante comentar que altos teores deste metal podem ocasionar em inibição de crescimento celular, bem como também interferir nos processos de fotossíntese, respiração e síntese de proteínas de plantas (AMBROSSINI *et.al*, 2016).

5.3 ZINCO

O Zn tem características muito parecidas com o Cu, sendo que os dois tem ligações com solos mais argilosos com matéria orgânica. Como o Cu, o metal tem grande potencial poluidor, em alguns casos até maior por questões nutricionais dos suínos.

O micronutriente mostrou diferença entre os sistemas de uso de solo. Sistemas com uso de dejetos obtiveram médias mais altas que sem uso, principalmente no reflorestamento, como podemos ver o tratamento com uso de dejetos obteve teores médios de 236,73 mg⁻¹/kg⁻¹, comparado ao sem uso de dejetos com 131,44 mg⁻¹/kg⁻¹.

Tabela 5 - Teores de zinco total

SISTEMA DE USO DO SOLO	n	MÉDIA Znt mg⁻¹/kg⁻¹	Znt RANK.	CLASS. – KW
REFLORESTAMENTO C.	4	236.73	102.75	a
PASTAGEM C.	32	209.65	86.00	a
LAVOURA	24	207.12	84.72	a
MATA	45	140.16	41.71	b
PASTAGEM S.	8	139.80	40.50	b
REFLORESTAMENTO S.	12	131.44	39.79	b

n = número de pontos analisados; Znt RANK. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

O Zn apresenta menores índices de infiltração no solo. Segundo dados obtidos no trabalho de Corrêa *et.al* (2011) a incidência de teores de Zn em solos mais profundos que 20 cm com a adição de dejetos são muito baixos, quase desprezíveis, por que ele já obtém ligações mais fortes que o Cu com húmus.

A mata nativa apresenta maiores teores de Zn em camadas superficiais, isso por que se obtém maior afinidade a adesão a frações orgânicas. Também é observado em estudo que o Zn tem acúmulos majoritariamente na fração mineral de solos (SCHERER *et.al*, 2010; GIROTTO, 2007). Também se demonstra por Scherer *et.al* (2010) um grande acúmulo de nutrientes como o Zn em longo tempo de utilização de dejetos suínos principalmente nas camadas superficiais do solo (10 cm). O mesmo

comenta que em aplicações de 45m³/há de dejetos por 20 anos resultaria na adição de 38 kg⁻¹/ha⁻¹ de Zn.

Pelo fato da maior concentração de Zn seja em solos superficiais, isso demonstra que o potencial poluidor de águas por este elemento seja diretamente relacionado a escoamentos superficiais. Na resolução nº 420 da CONAMA (2009), cita que águas com presença deste micromineral pode ocasionar risco à saúde humana em concentrações de 1050 µg.L⁻¹.

Entretanto, estes dados apresentados no presente trabalho se mantêm abaixo dos níveis para prevenção e de riscos ambientais estabelecidos pela resolução da CONAMA (2009). A resolução demonstra que níveis médios de 300 mg⁻¹/kg⁻¹ já deveriam ser adotados medidas preventivas para diminuir impactos no ambiente. Entretanto como no Cu, a metodologia utilizada pela CONAMA (2009) é a USEPA 3050, ou seja, obtém diferenças de extração, podendo demonstrar diferenças em valores pelos dados aqui presentes.

Teores de Zn disponível obteve diferença entre tratamentos, tendo como maiores médias em concentrações os sistemas de uso de solo de pastagem com aplicação de DLS e lavoura. Os menores teores são caracterizados pelos sistemas de pastagem sem uso de DLS e mata.

Tabela 6 - Teores de zinco disponível

SISTEMA DE USO DO SOLO	n	MÉDIA Znd mg⁻¹/kg⁻¹	Znd RANK.	CLASS. – KW
LAVOURA	24	35.53	97.85	a
PASTAGEM C.	32	36.96	85.39	ab
REFLORESTAMENTO C.	4	21.76	54.75	bc
REFLORESTAMENTO S.	12	11.61	41.50	c
PASTAGEM S.	8	9.09	39.26	c
MATA	45	9.86	38.75	c

n = número de pontos analisados; Znd RANK. = valor convertido no teste de Kruskal-Wallis; CLASS. – KW = ranqueamento segundo teste de Kruskal-Wallis; C. = com adição de dejetos; S. = sem aplicação de dejetos. FONTE: elaborada pelo autor.

A adição de dejetos aumentou consideravelmente a quantidade de Zn disponível nos sistemas de uso do solo. Algo que pode-se perceber é que em áreas

com maior teor de MOS se obteve concentrações menores deste metal em forma disponível, o que caracteriza o estudo dado por Scherer *et.al* (2010) e Mattias (2006) da forte ligação de zinco com matéria orgânica de solo e coloides de solo, como também maior ligação e baixa mobilidade deste metal em Cambissolos em profundidades superficiais (10 cm).

O pH têm grandes influencias na absorção deste metal pelas plantas, pois o mesmo afeta dessorção de Zn nos solos. Estes aspectos de dessorção é obtido também exatamente em solos com teores de MOS mais elevadas, o que indica a ligação do metal com a fase sólida mineral do solo (MATTIAS, 2006).

Giroto *et.al* (2010) descreve que o Zn disponível nestes perfis de solo com profundidas superficiais é utilizado sua grande parte para meios biológicos, como absorção pelas plantas e organismos vivos, mas a mesma pode também ser utilizada para se estudar contaminações de lençol freático, por transferência dentro do perfil do solo, visto que sucessivas aplicações geram acúmulos deste metal.

6.0 CONCLUSÃO

O uso de dejetos aumenta consideravelmente a concentração de P, Cu e Zn em todos os sistemas estudados.

Os níveis de Cu total estão acima do estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente, estando a nível de prevenção de poluidor ambiental e se faz necessário de novas práticas para diminuir este acúmulo de metal.

Os níveis de Zn estão abaixo do nível de prevenção proposto pelo Ministério do Meio Ambiente, sem riscos de poluição ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSINI, Vítor Gabriel *et al.* Impacto do excesso de cobre e zinco no solo sobre videiras e plantas de cobertura. **Embrapa Uva e Vinho**: Calagem, adubação e contaminação em solos cultivados com videiras, Bento Gonçalves, p. 87-108, ago. 2016.

BANDEIRA, Douglas H.; BERTOL, Ildegardis; VÁZQUEZ, Eva V.; RAMOS, Júlio C.; BERTOL, Camilo. Impact of pig slurry application on soil and water losses: comparison with a historical series. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 6, p. 425-431, jun. 2019. FapUNIFESP (SciELO).

BEGNINI, Matteus Willian. **Teores de carbono e nitrogênio em diferentes sistemas de uso do solo dentro de sub-bacia com suinocultura intensiva**. 2019. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2019.

BERWANGER, Alexandre Léo. **ALTERAÇÕES E TRANSFERÊNCIAS DE FÓSFORO DO SOLO PARA O MEIO AQUÁTICO COM O USO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

CERETTA, Carlos Alberto *et al.* Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 593-602, jun. 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11ª ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 376 p., 2016.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>
Acesso em: 26 nov. 2020.

CORRÊA, Juliano Corulli *et al.* **Aplicações de Dejetos de Suínos e as Propriedades do Solo**. 58. ed. Concórdia: Embrapa, 2011. 18 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355 p.

GIROTTTO, Eduardo *et al.* ACÚMULO E FORMAS DE COBRE E ZINCO NO SOLO APÓS APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Brasil, Santa Maria, v. 34, n. 8, p. 955-965, mar. 2010.

GIROTTTO, Eduardo. **Cobre e Zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suíno**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE** - Estatística da Produção Pecuária. 12 de dez. 2019. 50 pag. jul.-set. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75677. Acesso em: 26 nov. 2017.

KLEIN, Claudia; AGNE, Sandra Aparecida Antonini. FÓSFORO: DE NUTRIENTE À POLUENTE! **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Passo Fundo, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/6430>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MATSUOKA, Marcia; CARON, Charline; ROSA, Joilmaro Rodrigo Pereira; SCHALLEMBERGER, Juliana Barden; GOMES, Claudia Nogueira; ROS, Clóvis Orlando da. IMPACTO DA APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS NA QUALIDADE DE SOLOS DO OESTE CATARINENSE. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 540-562, 4 abr. 2019. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL.

MATTIAS, Jorge Luis. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MCGRATH, Stephen P.; CUNLIFFE, Caroline H.. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 36, n. 9, p. 794-798, set. 1985. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740360906>.

MENDONÇA, Maitê Vital. **Efeitos da associação de diferentes fontes de cobre e zinco nas dietas de leitões semamados**. 2018. 70 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária e Zootecnia, Nutrição e Produção Animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

MIYAZAWA, Mario; BARBOSA, Graziela Moraes de Cesare. **Dejeto líquido de suíno como fertilizante orgânico: método simplificado**. 84. ed. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2015. 26 p.

OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. **PRODUÇÃO E MANEJO DE DEJETOS DE SUÍNOS**. 2004. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/8-PauloArmando_Producao.pdf. Acesso em: 26 nov. 2020.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria.

SCHERER, Eloi Erhard; NESI, Cristiano Nunes; MASSOTTI, Zemiro. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO INFLUENCIADOS POR SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE DEJETOS SUÍNOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DE SANTA CATARINA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Brasil, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1375-1384, jul. 2010.

SEGANFREDO, Milton Antonio. **ANÁLISE DOS RISCOS DE POLUIÇÃO DO AMBIENTE, QUANDO SE USA DEJETOS DE SUÍNOS COMO ADUBO DO SOLO**. Concórdia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. 3 p.

SEGANFREDO, Milton Antonio. **Fósforo, cobre e zinco em solos submetidos à aplicação de dejetos animais: teores formas e indicadores**

ambientais. 2013. 137f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SEGANFREDO, Milton Antonio. Os dejetos suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 129-141, dez. 1999.

SEIDEL, Edleusa Pereira; SEIDEL, Edleusa Pereira; VANIN, João Paulo; STREY, Leonardo; SCHWANTES, Daniel; NACKE, Herbert. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Technology**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 113-117, 12 jul. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v32i2.5312>.

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

SOUSA, F. A.; SILVA, E. DE B.; CAMPOS, A. T.; GANDINI, A. M. M.; CORRÊA, J. M.; GRAZZIOTTI, P. H. Atividade microbiana e produção da lavoura cafeeira após adubação com dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, mai. 2014.

TEDESCO, Marino José et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Ufrgs, 1995.

TOMADON, Ana Paula. **APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS COMO ADUBO ORGÂNICO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**. 2017. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.