

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CRISTIANE COSTA LEITE

**Atributos físico-químicos do solo submetido a sucessivas
aplicações de dejetos de suinocultura**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2016

CRISTIANE COSTA LEITE

**Atributos físico-químicos do solo submetido a sucessivas
aplicações de dejetos de suinocultura**

**Monografia apresentada ao curso de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa como requisito do
título de Bacharel em Geografia.**

Orientador: Eliana Elizabet dos Santos

Co-orientadores: André Luiz Lopes de Faria

Liovando Marcelino da Costa

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2016

CRISTIANE COSTA LEITE

**Atributos físico-químicos do solo submetido a sucessivas
aplicações de dejetos de suinocultura**

Monografia apresentada ao curso de Geografia da
Universidade Federal de Viçosa como requisito do título
de Bacharel em Geografia.

Eliana Elizabet dos Santos

Orientadora

Prof. André Luiz Lopes de Faria

Co-orientador

Liovando Marcelino da Costa

Co-orientador

Aos meus pais, meu alicerce, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela sua presença em toda minha jornada. Em tantos momentos vivi o dilema “É realmente este o caminho?” O Senhor segurou em minhas mãos e me mostrou que sim. E, se não bastasse, colocou pessoas lindas em minha vida.

Dentre todas as pessoas que contribuíram com mais essa etapa da vida, tenho a imensa gratidão aos meus pais, a quem devo tudo o que sou e conquistei! À minha mãe Cristina, de quem muito me orgulho, por nunca ter medido esforços para que eu chegasse até aqui e pelos puxões de orelha que foram e são essenciais à minha formação como pessoa. Por sempre conseguir um tempinho para me ajudar deixando de lado, muitas vezes, seus próprios problemas. Ao meu pai Carlos, meu exemplo de amor, por sempre me ouvir e me dar colo nos meus momentos difíceis. Por estar sempre disposto a me ajudar!

À minha irmã Josiane, companheira e confidente, por todos os sonhos compartilhados, por todo apoio e carinho. Ao meu irmão, Carlos Júnior, por todo aprendizado que me proporciona diariamente e pelos sábios conselhos!

Ao Gianni, meu namorado, por ser sempre a minha calma após a tormenta. Agradeço por estar sempre ao meu lado e por compreender meus momentos de ausência durante essa trajetória. Ah! E como me esquecer: por ser ter sido meu companheiro nos campos deste trabalho!

À minha amiga Greissz, fiel companheira de curso, pela amizade, por sempre acreditar que eu era capaz e por ter compartilhado comigo cada passo deste trabalho.

Às melhores amigas do mundo: Cidinha e Ingrid. Por dividirem comigo os fardos e as alegrias da vida e sempre torcerem por mim!

À Eliana Elizabet, minha orientadora, exemplo de dedicação e competência! Parecia adivinhar os momentos em que eu pensava em desistir e sempre tinha sábias palavras que renovavam minha energia. Agradeço por ter acreditado em mim! Um simples “Obrigada” é muito pouco para expressar minha gratidão!

Ao professor André Faria, co-orientador, a quem muito admiro, por ser para mim uma referência de profissional, por todo o conhecimento passado ao longo do curso e pelas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Liovando da Costa, co-orientador, sempre bem humorado e disposto a ajudar. Obrigada por todo aprendizado que me proporcionou.

Ao pessoal dos laboratórios do DTP de Solos, em especial ao Claudinho, Jorge e Nídia por toda ajuda e paciência esclarecendo minhas dúvidas infinitas. Ao Fábio, secretário do DPT de Geografia, pelas palavras que me tranquilizaram em momentos de desespero! Ao professor Ullyses Baggio não só por todo conhecimento acadêmico, mas pelas palavras amigas!

Por fim, a todos que de alguma forma me deram força para que eu finalizasse com sucesso este trabalho. **MUITO OBRIGADA!**

“Ama-se mais o que se conquista com esforço.”

(Benjamin Disraeli)

RESUMO:

O uso como fertilizante agrícola consiste na principal alternativa de descarte para o dejetos líquido de suíno. No entanto, aplicações sucessivas e em grandes dosagens podem apresentar impactos negativos sob as culturas e o meio ambiente. O presente estudo teve por objetivo avaliar os atributos físicos e químicos de um Argissolo submetido a sucessivas aplicações de DLS por um período de 5 anos numa pequena propriedade do município de Teixeira - MG. As doses utilizadas foram de 5 m³/ha. Foram coletadas amostras de solo em duas profundidades (0 – 10 e 10 – 20 cm) para análise. Para comparação, foi utilizado solo de uma área sem histórico de qualquer tipo de adubação. Como resultado, observou-se que o uso de DLS proporcionou expressivo incremento de matéria orgânica no solo e aumento na concentração de elementos químicos, principalmente em superfície. Em relação aos atributos físicos, não houve interferência.

Palavras-chave: DLS, atributos químicos, atributos físicos.

ABSTRACT:

The use has agricultural fertilizer consists in the main alternative to discard the pig liquid waste. However, successive applications and/or large dosages can present negative impacts to the cultures and the environment. The present work aimed to value the physical attributes of an Argisol that was submitted to successive application of pig liquid waste for a period of 5 years in a small property in the Teixeiras – MG. The waste dosages were 5 m³/ha. Soil samples were collected in two depth (0 10 and 10 – 20 cm) analysis. To compare, it was used the soil of an area without any fertilization. As result, it was observed that the use of pig liquid waste provided an expressive addition of organic matter in the soil and on increase in the chemical elements concentration, mainly in surface. In relation to physical attributes, there was no changes.

Key- Words: pig liquid waste, chemical attributes, physical attributes.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Limites das frações de solo pelo tamanho dos grãos.	10
Tabela 2 – Concentração média de elementos em solos tropicais.	13
Tabela 3 – Quantidade de metais pesados que pode ser aplicado no solo, segundo legislação de diferentes países.	15
Tabela 4 – Critérios de interpretação do solo para valores de pH.	16
Tabela 5 – Limites máximos de nutrientes a serem aplicados no solo em alguns países europeus.	18
Tabela 6 – Parâmetros de interpretação do solo a partir da concentração de determinados elementos químicos.	18
Tabela 7 – Concentração de elementos químicos na ração ofertada aos suínos.	26
Tabela 8 – Relação entre as taxas de absorção e excreção de nutrientes pelos suínos.	27
Tabela 9 – Atributos físicos dos solos analisados.	27
Tabela 10 – Atributos químicos dos solos analisados.	29
Tabela 11 – Valores máximos admissíveis no solo, segundo CONAMA (2009).	31
Tabela 12 – Valores orientadores de Cu e Zn – Deliberação Normativa nº 166/2011 do COPAM.	32
Tabela 13 – Interpretação para teores de Cu e Zn no solo.	33
Tabela 14 – Interpretação para m% do solo. ...	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – O município de Teixeira na microrregião de Viçosa.	19
Figura 2 – Área de Estudo.....	21
Figura 3 – Granja da propriedade.	21
Figura 4 – Esterqueira da propriedade.	22

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPECS	Associação dos Produtores e Exportadores de Carne Suína
ASSUVAP	Associação dos Suinocultores do Vale do Piranga
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho de Política Ambiental
DLS	Dejeto Líquido de Suínos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
VI	Valores de Investigação
VP	Valores de Prevenção
VRQ	Valores de Referência de Qualidade

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	2
Objetivos Gerais	2
Objetivos Específicos.....	2
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
Suinocultura	2
Dejetos de Suinocultura.....	5
Atributos físicos do solo e relação com DLS.....	9
Atributos químicos do solo e relação com DLS	12
MATERIAIS E MÉTODOS	19
Área de Estudo	19
Amostragem.....	23
Análises Físicas	23
Densidade do Solo	23
Densidade de Partículas	23
Granulometria.....	24
Análises Químicas	25
Análise da Ração e do Dejeto	25
RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
Análise da Ração e do Dejeto	25
Análise do solo	27
Atributos Físicos.....	27
Atributos Químicos.....	27
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXO 1	43
ANEXO 2	45

1. INTRODUÇÃO

1 A suinocultura tem grande importância socioeconômica no Brasil e tem se destacado,
2 cada vez mais, no cenário internacional (SOBESTIANSKY et al., 1999). Atualmente, tal
3 atividade se caracteriza predominantemente por sistemas intensivos de produção com
4 destaque para os regimes de confinamento. A intensificação da produção e a concentração de
5 um grande número de animais por área leva a um aumento do volume de dejetos gerados por
6 propriedade (SCHERER *et al.*, 2010) o que representa um grande problema ambiental uma
7 vez que os dejetos de suínos possuem um enorme potencial poluidor (PERDOMO, 1999
8 citado por MIRANDA, 2009).

9 Nesse sentido, surge a necessidade de se estabelecer estratégias para corrigir distorções
10 nos sistemas produtivos, principalmente nas etapas de armazenamento e tratamento dos
11 resíduos visando amenizar impactos.

12 A preocupação com o descarte dos DLS tem se tornado, cada vez maior, uma vez que,
13 feito de forma inadequada, pode trazer sérios prejuízos ambientais, contaminando recursos
14 hídricos, ar e solo. Neste sentido, tem-se a necessidade de apontar e desenvolver soluções de
15 manejo, disposição e reciclagem desse material que sejam adequadamente corretas atendendo
16 as exigências legais e, ao mesmo tempo, compatíveis com as condições econômicas dos
17 produtores. (KONZEN, 1997)

18 O aproveitamento dos dejetos como fertilizante agrícola constitui a alternativa de maior
19 receptividade por parte dos produtores por apresentar a mais fácil operacionalização em
20 relação as demais (Schnug, 1994). No entanto, há uma grande necessidade de se disciplinar tal
21 prática. Os resíduos da suinocultura consistem numa boa fonte de nutrientes, porém, quando
22 usados de maneira incorreta, podem se constituir em um fator negativo de impacto ambiental.

23 Portanto, conhecer a dinâmica dos elementos no solo em que se tem aplicação de dejetos
24 de suínos como fertilizante agrícola permite estabelecer possíveis estratégias de correção nos
25 sistemas de produção em todas as suas etapas. A análise química do solo permite conhecer e
26 registrar o balanço de nutrientes, seu comportamento nos diversos pedoambientes e a
27 implementação de mudanças. (SEGRANFREDO, 2001) Conhecer a composição do dejetos
28 também consiste num importante passo nesse processo de uso diretamente no solo: as
29 quantidades a serem aplicadas podem ser calculadas com base na relação de nutrientes

30 presentes nos resíduos e a demanda de cada cultura. Desta forma, os métodos e técnicas de
31 análise do solo podem diagnosticar, de forma eficiente, a melhor maneira de utilização dos
32 dejetos no solo considerando suas peculiaridades e as necessidades nutricionais de cada
33 cultura para seu aproveitamento de forma sustentável.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

34 O objetivo do trabalho consiste em avaliar as propriedades físico-químicas de um
35 Argissolo submetido a sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suíno avaliando as
36 vantagens e limitações do uso deste resíduo como fertilizante agrícola.

2.2 Objetivos específicos

- 37 • Caracterizar a ração ofertada aos animais;
- 38 • Caracterizar o dejetos líquido produzido;
- 39 • Correlacionar o teor de nutriente presente na ração e no dejetos considerando as taxas de
40 absorção e excreção de cada elemento pelos suínos;
- 41 • Avaliar a interferência do uso de DLS nas propriedades físicas do solo;
- 42 • Verificar como sucessivas aplicações de DLS podem influenciar nas propriedades
43 químicas do solo a partir da dinâmica dos nutrientes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Suinocultura

44 A suinocultura representa significativa importância econômica e social no Brasil. O setor
45 fatura mais de 12 bilhões por ano (SEBRAE, 2008). Contribui direta e indiretamente para a
46 geração de empregos, além de intensificar a demanda por insumos agropecuários (BUSCH,

47 2009), contribuindo também para o desenvolvimento deste setor. Fatores como extensão
48 territorial, disponibilidade hídrica, qualidade genética dos animais e capacidade de produção
49 de grãos colocam o Brasil como o mais promissor na atividade suinícola.

50 Segundo dados da ABIPECS (2012), o Brasil ocupa a quarta posição entre os maiores
51 países produtores e exportadores de carne suína, abaixo da China, União Europeia e Estados
52 Unidos. A partir da década de 70, a atividade suinícola sofreu um grande processo de
53 expansão passando por alterações tecnológicas que visavam um aumento na produção e, ao
54 mesmo tempo, a redução do custo de produção. Até então a produção se dava de maneira
55 rudimentar não apresentando, assim, dados significativos. Houve a substituição de um modelo
56 produtivo de subsistência e/ou de pequena escala por unidades maiores baseadas no regime de
57 confinamento.

58 No Brasil, o desenvolvimento da atividade predomina em pequenas propriedades.
59 Segundo IBGE (1983), mais da metade das criações de suíno se dão em unidades com até 100
60 ha. A suinocultura industrial concentra-se, principalmente, na região Sul onde encontra-se
61 cerca de 61% das propriedades suinícolas do país, com destaque para Santa Catarina que
62 possui o maior rebanho nacional (ABIPECS, 2012). Apesar dessa concentração na região Sul
63 do país, tem-se verificado, atualmente, uma expansão para as regiões Centro-Oeste e Sudeste.
64 Em Minas Gerais, especialmente na Zona da Mata, a suinocultura teve considerável expansão,
65 a partir da década de 70, com desenvolvimento das propriedades já existentes e instalação de
66 novas unidades.

67 Até a década de 70, a atividade suinícola apresentava uma pequena concentração de
68 animais nas propriedades rurais. Lot (2004) ressalta que essa forma de produção, baseada no
69 sistema independente, além da baixa produtividade, apresenta uma falta de planejamento e
70 controle produtivo que podem repercutir em crises no setor relacionadas, à questão da oferta e
71 demanda.

72 Os processos de integração, intensificados na década de 90, levaram a um aumento no
73 volume produzido em sistemas de parceria. Até então, predominava a produção em ciclo
74 completo (CC): as propriedades eram responsáveis por todas as etapas de produção do animal,
75 desde a criação até a engorda, e mantinham uma relação com as empresas de abate. A
76 suinocultura brasileira passou por uma mudança principalmente no que diz respeito a
77 segregação do processo produtivo que tende a uma verticalização que, de certa forma,
78 reestrutura os moldes produtivos.

79 Grande parte das propriedades optou, então, por gerenciar parte do sistema produtivo
80 estabelecendo parcerias de criação de suínos. O produtor rural recebe os animais, ração e
81 medicamentos para fazer a engorda ou a produção dos leitões. Além disso, verificou-se um
82 aumento na escala acompanhado por um aumento na produção e redução do número de
83 unidades (BERWANGER, 2006).

84 Segundo Maccari (2014), a adoção de sistemas confinados de criação, que dispõe um
85 grande número de animais em pequenas áreas, contribui para o aumento do volume de dejetos
86 produzidos o que dificulta os processos de manejo, armazenagem, transporte e tratamento dos
87 mesmos. Nesse sentido, os produtores são levados a buscar por alternativas de reciclagem
88 para tais resíduos sendo a de maior evidência em nosso país o uso do DLS como fertilizante
89 agrícola. Essa receptividade se deve, principalmente, pelo menor custo de operacionalização.

90 No que diz respeito a Minas Gerais, o estado ocupa lugar entre as maiores regiões
91 produtoras do país. Apresenta um rebanho bastante representativo com cerca de 4500 mil
92 suínos além de estar entre os estados que possuem os maiores centros industriais de abate do
93 país, segundo dados da ABIPECS (2008). A produção, no entanto, não está distribuída de
94 forma igualitária por todo o estado se concentrando, principalmente, na Zona da Mata, Alto
95 Paranaíba e Triângulo mineiro.

96 Em relação à Zona da Mata mineira, a criação de forma rudimentar evoluiu para uma
97 suinocultura de larga escala. Essa evolução deu-se devido ao nível de tecnificação empregada
98 pelos precursores da atividade suinícola já na década de 70. A partir daí a região torna-se uma
99 das entidades mais influentes da suinocultura no estado de Minas e no país, com destaque
100 para o Vale do Piranga.

101 O Vale do Piranga é formado por 16 municípios, incluindo a cidade de Ponte Nova
102 onde foi instalada, em meados dos anos 80, uma granja modelo na qual buscou-se implantar
103 as mais desenvolvidas técnicas no que diz respeito a criação de suínos. Em 1985 foi criada a
104 Associação dos Suinocultores do Vale do Piranga (ASSUVAP), com sede no município de
105 Ponte Nova, como um ponto de apoio aos produtores frente às dificuldades encontradas no
106 setor. Foi inaugurado, no ano de 2000, o Frivap (Frigorífico Industrial Vale do Piranga) que se
107 torna o principal comprador de suínos de toda a região.

108 No que diz respeito às empresas de processamento que atuam no Estado,
109 estas ainda se caracterizam pela administração familiar que atuam na região
110 e não têm nível de competitividade empresarial para concorrer com as
111 líderes nacionais. (FERNANDES et al., 2010, p. 90)

3.2 Dejetos de suinocultura

112 A contaminação ambiental por dejetos de suínos se agrava na medida em que se afirma
113 a tendência de criação em confinamento uma vez que tal método intensifica a produção de
114 DLS conforme salienta Busch (2009), o grande desafio atual da suinocultura consiste em
115 encontrar técnicas que amenizem os efeitos da atividade no meio ambiente possibilitando a
116 sustentabilidade da produção. Nesse sentido, discutir suinocultura implica considerar seus
117 aspectos negativos no intuito de propor soluções para seus possíveis impactos.

118 De acordo com Konzen (1993), os dejetos se constituem por fezes, urina, restos de ração e
119 água proveniente dos bebedouros e higienização das instalações. A ausência de áreas
120 disponíveis para a aplicação dos resíduos acarreta uma série de desequilíbrios ambientais mais
121 graves com grande possibilidade de contaminação do solo e água, considerados os principais
122 receptores “*in natura*” (MACCARI, 2012).

123 O potencial poluidor dos dejetos de suínos se revela muito superior ao de outras
124 espécies como o ser humano (PERDOMO, 1998). Barnabé (2001) aponta que um suíno tem a
125 capacidade poluidora equivalente aos dejetos de 3 pessoas.

126 Segundo Jenilek (1977), a produção de resíduos tem a variabilidade conferida por
127 diversos fatores como os sistemas de criação e manejo, a alimentação, condição das
128 instalações e frequência e volume de água empregados. Castamn (2006) salienta que o
129 sistema de produção define não só as características físicas e químicas como também o grau
130 de diluição dos resíduos. Para cada dez litros de água consumidos são gerados
131 aproximadamente seis litros de dejetos (EPAGRI, 1995). Já a diferenciação nas características
132 físico-químicas entre os dejetos é conferida a partir de variações na fase do animal, sexo, raça,
133 alimentação, manejo, entre outros.

134

135 Nesse sentido pode-se inferir que a quantidade total de dejetos produzida por
136 um animal depende essencialmente da sua alimentação, da água
137 desperdiçada nos bebedouros, volume de água utilizado na higienização das
138 instalações e dos animais, desempenho dos animais, ganho de peso e da
139 eficiência de transformação dos nutrientes. (BERWANGER, 2006)

140 Existem várias tecnologias voltadas ao sistema de manejo dos dejetos da atividade
141 suinícola que podem reduzir os riscos de contaminação ambiental desde que monitorados
142 adequadamente. É importante que haja um acompanhamento em todas as fases do processo:
143 coleta, armazenagem e utilização. Konzen (1997) ressalta que o uso racional dos resíduos
144 possibilita o desenvolvimento de sistemas integrados de produção uma vez que diversifica as
145 fontes de renda da propriedade. A forma de manejo mais encontrada na suinocultura
146 comercial é o manejo dos dejetos na forma líquida, através da armazenagem e estabilização
147 em esterqueiras. As esterqueiras consistem em lagoas para armazenamento do dejetos que sofre
148 um processo fermentativo sendo, posteriormente, utilizado como fertilizante agrícola.

149 Essas “lagoas” encontram-se bem próximas às unidades produtivas no intuito de
150 facilitar a operacionalização. Consistem basicamente em escavações no solo
151 impermeabilizadas por diferentes revestimentos como argamassa, pedras ou lona plástica
152 (BONATO, 2011). A capacidade de armazenamento varia de acordo com o volume produzido
153 pela propriedade.

154 O cálculo do volume de armazenagem deve levar em consideração alguns
155 aspectos, dentre os quais, o número de animais que estarão alimentando o
156 sistema, o tipo de produção e o período mínimo de estocagem e estabilização
157 que este material deve ser submetido. O período de armazenamento dos
158 dejetos recomendado para que ocorra a completa estabilização da matéria
159 orgânica e inativação dos patógenos presentes no material, que ocorre em
160 decorrência de um tratamento biológico é de aproximadamente 120 dias,
161 dependendo das legislações estaduais. (BONATO, 2011, p.27)

162 Dentre as desvantagens dessa forma de manejo encontram-se a emissão de odor,
163 presença de lodo e efluentes com alto potencial poluente, geração de gases de efeito estufa
164 além do alto risco de acidente ambiental considerando um possível rompimento da barragem
165 de resíduos da criação de suínos. No entanto, o menor investimento financeiro, a maior
166 facilidade de operacionalização e a possibilidade de aproveitamento integral dos dejetos como
167 fertilizante agrícola garantem a preferência deste sistema de manejo em relação aos demais.
168 (BARTHOLOMEU et al.,s/d)

169 O uso dos DLS como fertilizante se baseia em sua composição química. Os elevados
170 teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S),
171 cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) encontrados nos dejetos suínos conferem a estes a
172 característica de fertilizantes agrícolas. Estes elementos encontram prontamente disponíveis
173 ou podem ser absorvidos pelas plantas após sofrerem um processo de mineralização
174 (MIYAZAWA et al., 2015).

175 Os suínos não assimilam a totalidade dos nutrientes contidos nas rações. Em
176 média são absorvidos de 30 a 55% do nitrogênio, 20 a 50 % do fósforo e 5 a
177 20% do potássio, sendo as taxas de excreção de 45 a 60% para o nitrogênio,
178 50 a 80% para o fósforo e 70 a 95% para o potássio. (BERWANGER, 2006)

179 Kiehl (1985) apresenta uma importante contribuição dentro dessa questão: entre 30 e
180 60% dos nutrientes contidos nas rações são convertidos em ganho de peso, sendo o restante
181 eliminado nas dejeções. Esse baixo aproveitamento tem como efeito uma alta concentração
182 de nutrientes nos dejetos.

183 Após passarem pelo processo de mineralização no solo, os nutrientes presentes nos
184 dejetos são absorvidos pelas plantas agindo de forma semelhante aos fertilizantes químicos.
185 Em grande parte das propriedades de suinocultura intensiva, os resíduos são utilizados de
186 forma contínua nas mesmas áreas, geralmente, próximas às instalações produtivas devido ao
187 alto custo de armazenagem e transporte desse material. Na maioria das vezes, as aplicações se
188 dão em frequência e quantidade excessivas em relação à capacidade de absorção do solo e das
189 plantas. Esse excesso gera efeitos negativos podendo promover desequilíbrios químicos no
190 solo como o acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais (KONZEN, 2000; CERETTA et
191 al., 2003; GRÄBER et al., 2005; SCHERER et al., 2007), o que também aponta o elevado
192 potencial poluidor por escoamento superficial.

193 Para Maccari (2014), a aplicação dos dejetos no sistema solo-planta pode trazer
194 benefícios como nutrientes e matéria orgânica desde que feita de forma adequada em
195 conformidade com as recomendações agronômicas e as exigências legais. Corrêa et al. (2011)
196 salientam que a legislação que regulamenta o uso dos dejetos de suinocultura em solos
197 agrícolas, responsável por estabelecer a taxa máxima de aplicação anual, não considera
198 elementos como tipo de solo, teores de matéria orgânica e argila, tipo de cultura, entre outros.

199 É importante ressaltar que ainda existe uma necessidade de disciplinar o uso do DLS
200 como fertilizante diante dos prejuízos causados por aplicações excessivas e em grandes
201 frequências que excedem a capacidade de suporte do solo principalmente nas camadas mais

202 superficiais, apresentando reflexos negativos no balanço de nutrientes a partir de
203 desequilíbrios químicos com destaque para aqueles que apresentam menor mobilidade como o
204 fósforo (P), cobre (Cu) e zinco (Zn) (KONZEN, 2000). Nesse sentido, existe uma grande
205 discussão entorno da questão: Qual o limite de dejetos que se pode aplicar em cada solo?

206 Scherer et al. (2010) avaliaram o efeito do uso prolongado de dejetos de suíno como
207 fertilizante sobre os atributos químicos do solo em área de culturas anuais sob sistema de
208 plantio direto, num período de aproximadamente 15 anos. Foram selecionados três tipos de
209 solo - Cambissolo, Latossolo e Neossolo - e analisadas amostras em sete profundidades
210 diferentes (0 – 5, 5 – 10, 10 – 20, 20 – 30, 40 – 50, 70 – 80, 100 – 110 cm) no intuito de
211 determinar os teores de MO, P, K, Cu e Zn. Concluíram que houve um acúmulo dos nutrientes
212 nas camadas superficiais, especialmente com profundidade de 0 – 5 cm. Já o teor de MO
213 analisado não foi alterado.

214 Berwanger (2006) realizou um estudo com o objetivo de avaliar as alterações no
215 conteúdo de fósforo em um Argissolo Vermelho Arênico Distrófico submetido ao uso
216 contínuo de DLS. A amostragem se deu em sete profundidades entre 0 e 60 cm, com intervalo
217 de 2,5 cm para cada amostra. A área de estudo apresenta sistema de plantio direto e aplicação
218 superficial de 0,40 e 80 m³/ha¹ de dejetos num período de 5 anos. As aplicações eram feitas
219 antes da implantação de cada cultura que se dava de um em um ano. As alterações do
220 conteúdo de P foram analisadas considerando todo o perfil do solo. Verificou-se que a
221 aplicação de maiores doses de DLS resultaram num aumento no teor de fósforo (extraído pelo
222 método Mehlich-1) em todo o perfil. O autor acredita que a continuidade da aplicação de DLS
223 na área ocasionará um aumento cada vez maior do teor de fósforo no solo considerando que a
224 quantidade do elemento incrementada ao solo extrapola a capacidade de absorção das plantas.

225 Enquanto os fertilizantes minerais possuem uma composição estabelecida de acordo
226 com a condição e a necessidade de cada solo e cultura, o DLS é desbalanceado e varia em
227 função de diversos fatores – alimentação, idade, sistema de produção, como já visto, o que
228 impede uma recomendação padronizada. (KONZEN et al. 1997)

229 Nesse sentido, pode-se considerar a atividade suinícola e, sobretudo o manejo e o uso
230 dos resíduos produzidos como elementos modificadores da paisagem sendo esta entendida
231 como além da observação e descrição das formas físicas. A partir da incorporação da ação
232 antrópica no conceito tradicional de paisagem que passa a ser entendida como uma rede de
233 estreitas relações entre seus componentes, os desequilíbrios são um dos efeitos mais sentidos

234 por essa antropização. Elementos como solo e vegetação transmitem respostas mais rápidas
235 sendo, dessa forma, percebidos mais facilmente. (BERTRAND, 2004)

3.3 Atributos físicos do solo e relação com DLS

236 Conhecer os atributos físicos e químicos do solo é muito importante em relação ao seu uso
237 e manejo, assim como diante das ações de correção e fertilização evitando não apenas a
238 deficiência nutricional como também a sua toxidez por excesso de nutrientes. (ZANON,
239 2013) Segundo Larson (et al., 1994), a qualidade do solo reflete da combinação das
240 propriedades físicas, químicas e biológicas. Os solos em estado natural – sob vegetação nativa
241 – dispõem, em sua maioria, de atributos físicos em valores agronomicamente adequados que
242 vão se alterando em virtude das diversas ações que lhes são impostas. (ANDREOLA et al.,
243 2000)

244 A qualidade do solo, do ponto de vista físico, está associada ao solo que:
245 permite a infiltração, retenção e disponibilização de água às plantas, aos
246 córregos e à subsuperfície; responde ao manejo e resiste à degradação;
247 permite as trocas de calor e de gases com a atmosfera e as raízes de plantas;
248 e possibilita o crescimento das raízes. (SUZUKI,et al., 2014, p.96)

249 Freitas (et al., 2013) ressaltam a relevância dos atributos físicos do solo a partir de
250 uma estreita relação destes com o movimento e deslocamento da água e nutrientes pelo
251 interior do solo e até mesmo com o desenvolvimento dos vegetais.

252 A análise textural, referente às frações de areia, argila e silte, apresenta relação com a
253 capacidade de retenção hídrica do solo uma vez que influencia diretamente na infiltração da
254 água. Nesse sentido, pode-se dizer que a textura do solo permite uma análise de seu
255 comportamento diante de pressões externas.

Tabela 1: Limites das frações de solo pelo tamanho dos grãos.

Frações Grosseiras	Diâmetro
Matacões	>20 cm
Calhaus	20 – 2 cm
Cascalho	< 2 cm – 2 mm
Areia Grossa	2 – 0,5 mm
Areia Fina	0,5 – 0,05 mm
Silte	0,05 – 0,002 mm
Argila	< 0,002 mm

Fonte: ABNT NBR 6502 (1995)

257 A densidade do solo aparece como um reflexo de sua estrutura e está relacionada a
258 processos naturais e antrópicos.

259 A densidade do solo em ambientes não cultivados é uma propriedade física
260 que depende dos fatores e processos pedogenéticos. O uso pode compactar o
261 solo, expresso pelo aumento da densidade devido ao pisoteio animal, tráfego
262 de máquinas e implementos agrícolas, cultivo intensivo e sistema de manejo
263 inadequado. (GUIDOLINI, 2015, p. 12-13)

264 A porosidade do solo condiciona seu comportamento físico-hídrico tendo influência
265 direta com as dinâmicas do ar e da solução do solo. Exerce interferência direta na aeração,
266 condutividade e retenção hídrica, resistência à ramificação das espécies vegetais
267 influenciando, nesse sentido, no aproveitamento dos nutrientes e água disponíveis. Letey
268 (1985) estabelece uma estreita relação entre a porosidade do solo e sua fertilidade uma vez
269 que interfere em sua aeração, temperatura, drenagem, no sistema radicular e na absorção de
270 nutrientes.

271 Para Carvalho (et al., 2007), a umidade consiste num indicador de qualidade do solo a
272 partir de sua interferência direta na compactação, aeração, movimento da água e na dinâmica
273 radicular das espécies vegetais. Massad (2003) considera o teor de umidade como fator
274 decisivo na compactação partindo da ideia de que há um maior atrito entre as partículas do
275 solo em condições de baixa umidade e, como consequência, uma má compactação pois não se

276 tem uma redução ideal de vazios. Já em situações opostas, o excesso de água pode resultar
277 numa absorção da energia de compactação.

278 Em relação ao uso de dejetos líquidos de suíno e as propriedades físicas do solo, Barilli
279 (2005) considera efeitos benéficos ao solo como o aumento da macroporosidade e da
280 estabilidade dos agregados a partir de um teor de matéria orgânica mais elevado e atividades
281 biológicas mais intensas.

282 Kiehl (1985) relaciona a incorporação de MO no solo, seja na forma de esterco animal
283 ou composto orgânico, a uma melhor estruturação do solo associada ao aumento porosidade e
284 da capacidade de infiltração hídrica que tem como efeito uma menor densidade do solo.
285 Segundo Rajj (1991), uma maior agregação do solo contribui para a redução dos valores de
286 densidade. Nesse sentido, solos que apresentam baixo teor de matéria orgânica tendem a uma
287 densidade mais elevada.

288 Brancalio e Moraes (2008) aponta a agregação como a propriedade física do solo
289 afetada pelo uso de fertilizantes orgânicos. O mesmo autor ainda cita atributos que sofrem
290 influência indireta: densidade, porosidade, aeração, capacidade de retenção e infiltração da
291 água.

292 Valores críticos para a densidade do solo foram propostos por Reichert et al. (2003)
293 para as seguintes classes texturais: de 1,30 a 1,40 mg/m³ para solos argilosos; entre 1,40 e
294 1,50 mg m³ para os franco-argilosos e valores entre 1,70 e 1,80 mg m³ para os solos franco
295 arenosos. Os autores consideram os valores estabelecidos como o máximo tolerado para que
296 não haja prejuízo ao desenvolvimento radicular das espécies vegetais. Roselem et al (2003),
297 no entanto, alertam para a necessidade de considerar variações em função da espécie cultivada
298 e do sistema de produção empregado.

299 Castro Filho et al. (2003) verificaram que a aplicação de doses crescentes de DLS
300 afetaram benéficamente na agregação do solo. Também foi constatado um aumento de 36 a
301 83% na infiltração da água em doses de 30 a 120 m³/ha/ano. Em relação à estabilidade de
302 agregados, os maiores índices foram observados com a aplicação entre 30 e 60 m³/ha/ano.
303 Essa alteração se deve, de acordo com os autores, ao aumento no teor de carbono orgânico
304 que influencia na agregação de partículas uma vez que a MO atua como agente “cimentante”,
305 ou seja, agrega as partículas do solo dando lugar aos poros e, conseqüentemente, permite uma
306 maior capacidade de infiltração.

307 Zhao et al. (2009) também encontraram resultados positivos ao analisarem atributos
308 físicos do solo em diferentes sistemas de manejo com utilização de DLS por 25 anos. Os
309 autores associam as alterações encontradas principalmente ao incremento de matéria orgânica
310 proveniente do dejetos.

311 Agne et al. (2014) avaliaram a influência do uso do DLS em Latossolo considerando
312 um teor de matéria seca de 1,72%. Foram consideradas doses de 0, 48, 96, 144, 192 e 240
313 m³/ha/ano. Analisaram teor de MO e atributos físicos do solo como densidade do solo, argila
314 dispersa em água, resistência à penetração, porosidade total e estabilidade dos agregados em
315 seis profundidades: 0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,15; 0,15 – 0,20; 0,20 – 0,25 e 0,25 – 0,30.
316 Como resultado, verificaram que não houve alterações nos atributos físicos e no teor de
317 matéria orgânica após aplicação de até 240 m³/ha/ano de DLS num período de quatro anos.

318 De modo geral, existe um grande número de trabalhos que assinalam efeitos benéficos
319 em relação aos atributos físicos do solo com a incorporação de DLS como Mêcabo Júnior
320 (2013), Castro Filho et al. (2003).

3.4 Atributos químicos do solo e relação com DLS

321 O uso intensivo do solo, quando não associado a práticas de manejo adequadas, tem
322 como efeito a redução da sua fertilidade e, como consequência, uma crescente necessidade de
323 uso de adubos e corretivos. O conhecimento das propriedades do solo e suas variações é de
324 grande importância para que sejam feitas as adequações necessárias considerando a dinâmica
325 dos elementos: não apenas a carência de nutrientes, mas também a detecção dos elementos
326 em excesso que podem ser prejudiciais ao solo e às espécies vegetais. (SANTOS, 2010)

327 Micronutrientes encontrados no solo em estado natural como o Cu, Zn e Mn,
328 essenciais ao desenvolvimento das plantas, podem causar impactos negativos quando em
329 proporções acima do normal. Esses elementos merecem uma atenção especial em função da
330 capacidade de acumulação no perfil do solo com risco de contaminação da água subterrânea
331 por processo de lixiviação e pela tendência de acumulação em profundidade. (KONZEN et
332 al., 2005) A tabela a seguir apresenta as concentrações médias de elementos minerais no solo
333 para regiões tropicais propostas por Ronquim (2010).

334

Tabela 2: Concentração média de elementos em solos tropicais.

Elemento	Al	Fe	Ca	K	Mg	Na	Mn	P	Zn	Cu
Concentração média no solo	70000	40000	15000	14000	5000	5000	1000	800	90	30

Fonte: RONQUIM (2010) – Adaptado.

335 Embora o teor de metais pesados no solo tenha estreita relação com seu material de
336 origem, a interferência antrópica é considerada a principal responsável pelo aumento da
337 concentração desses elementos no solo. (FADIGAS et al., 2002) Alloway (1995; citado por
338 TAVARES, 2013) aponta ainda as principais fontes antropogênicas: insumos agrícolas,
339 resíduos de mineração, queima de combustível fóssil, lodo de esgoto, indústrias químicas e
340 depósito de resíduos.

341 Uma importante característica biológica é que todos esses metais têm
342 potencial para tornarem-se tóxicos quando alcançam valores acima das
343 concentrações limites. Alguns metais pesados são nutrientes essenciais aos
344 vegetais, e como são absorvidos na nutrição vegetal em pequenas
345 quantidades, são chamados de micronutrientes (Cobre – Cu, Ferro – Fe,
346 Manganês – Mn e Zinco – Zn), outros são benéficos ao crescimento das
347 plantas (Cobalto – Co e Níquel – Ni) e outros não são essenciais ou não
348 apresentam função biológica, e também causam toxicidade em concentrações
349 que excedem a tolerância das plantas, e não causam deficiência em baixas
350 concentrações, como os elementos: Arsênio (As), Cádmio (Cd), Crômio
351 (Cr), Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg), Tálcio (Ti) e Urânio (U). (TAVARES,
352 2013, p. 16)

353

354 Um grande desafio acerca dessa questão no Brasil é a inexistência de valores de
355 referência de elementos químicos para a avaliação do solo o que consiste num grande
356 empecilho para os processos de diagnóstico e estabelecimento de práticas de correção. (..) A
357 necessidade de uma definição desses valores se mostra ainda maior diante do conceito de solo
358 contaminado considerado por alguns autores. Accioly & Siqueira (2000), por exemplo,
359 definem solo contaminado como aquele em que as concentrações de determinadas espécies de
360 elementos químicos se encontram acima do esperado em condições naturais.

361 Fadigas et al., (2002) caracterizaram diversos solos brasileiros em condição natural a
362 partir da análise de 162 amostras, especialmente de Latossolos e Argissolos. Como resultado,

363 observaram que, com exceção ao Cd, as concentrações médias de Cr, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn
364 foram inferiores à média encontrada na literatura internacional.

365 Os adubos elaborados a partir dos resíduos líquidos de suínos são extremamente ricos
366 em nutrientes e podem ser muito benéficos ao solo e às plantas desde que aplicados em doses
367 adequadas. (SEDIYAMA et al., 2000) Ceretta et al. (2003) chamam atenção para o
368 desbalanço entre a quantidade de nutrientes presentes no dejetos e a capacidade de absorção
369 das plantas que pode refletir num acúmulo de nutrientes que, segundo Konzen (2000), se dá
370 principalmente nas camadas superficiais, com destaque para aqueles elementos que
371 apresentam menor mobilidade como o cobre, zinco e potássio.

372 Há uma maior preocupação em relação às concentrações de cobre e zinco uma vez que
373 estes, quando em excesso, podem ser altamente tóxicos às plantas e representar sérios riscos
374 ao ambiente e à saúde humana. Além disso, estes elementos são encontrados em altas
375 proporções nos dejetos por serem muito utilizados nas rações e medicamentos para os
376 animais. (KIEHL, 1985)

377 A Resolução nº 420 do CONAMA restringe a aplicação de fertilizantes minerais e
378 orgânicos em solos que contenham valores de 200 mg/dm³ para o cobre e 450 mg/dm³ para o
379 zinco. Raij et al., (1996) consideram 0,8/mg dm³ de Cu como valor alto se tratando da
380 fertilidade do solo. A Legislação dos Estados Unidos estabelece o limite máximo de 750
381 mg/kg de cobre. Baath et al., (1998), por sua vez, estabelecem valores mais rígidos: 40 kg/ha¹
382 de cobre é suficiente para afetar negativamente o solo. Nesse contexto, é possível observar
383 que há uma grande divergência entre os valores estabelecidos. Giroto (2007) apresenta uma
384 relação entre as normas da USEPA, União Europeia, CETESB e CONAMA para os limites de
385 concentração de metais pesados em solos agrícolas, conforme pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3: Quantidade de metais pesados que pode ser aplicada no solo, segundo legislação de diferentes países

Metais	USEPA		CEE	CONAMA
	Taxa Anual	Total ¹	Total	Total
	<i>mg/kg</i>			
Cu	37,5	750	60	68,5
Zn	70	1400	150	222,5
Cr	75	1500	—	77
Ni	10,5	210	15	37
Pb	7,5	150	75	20,5
Cd	0,95	19,5	0,75	2

Fonte: GIROTTO (2007) – Adaptado. ¹ Carga máxima do metal que poderia ser aplicada em uma mesma área.

386 A partir da análise química do solo é possível determinar a Capacidade de troca
 387 catiônica Potencial (CTC ou T) que representa a graduação da capacidade de liberação de
 388 nutrientes do solo a partir da quantidade de cátions retidos à sua superfície em condição
 389 permutável. Um solo é considerado adequado em relação à fertilidade quando os cátions
 390 essenciais (Ca², Mg² e K) representam maior parcela da CTC. Por outro lado, caso maior parte
 391 da CTC for ocupada por cátions potencialmente tóxicos (Al³ e H), o solo não é considerado
 392 propício ao desenvolvimento de espécies vegetais. A Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
 393 (CTC Efetiva ou t) mede a quantidade de cargas negativas presentes no solo. A soma de
 394 bases (SB) do solo consiste na soma dos teores de cátions básicos (Ca², Mg² e K). (ROQUIM;
 395 2010)

396 Outro atributo de relevância quando se tratando da fertilidade do solo é a saturação por
 397 bases (V%) que diz respeito à soma das bases trocáveis expressando a capacidade de troca de
 398 cátions. A partir da V% o solo pode ser classificado como eutrófico ou distrófico. O primeiro
 399 consiste no solo que apresenta V% ≥ 50 % sendo considerado fértil; já para o solo distrófico
 400 (V% < 50%) possui baixa fertilidade apresentando, geralmente baixos teores de Ca², Mg² e K.
 401 A saturação por alumínio (m%) também deve ser levado em conta quando se tratando da

402 fertilidade do solo sendo importante para uma análise correta da toxidez por alumínio no solo.
403 (ROQUIM, 2010)

404 Ainda sobre à fertilidade do solo, a matéria orgânica exerce grande influência, nos
405 atributos físico-químicos do solo, seja direta ou indiretamente. (JÚNIOR, 2011) Ciotta et
406 al.(2003), Júnior (2011) e Raij et al. (1981) verificaram um comportamento diretamente
407 proporcional da CTC do solo em relação aos teores de matéria orgânica. Raij et al (1981)
408 acredita que essa interferência da matéria orgânica na capacidade de troca catiônica do solo
409 seja de 56 a 82% para solos tropicais.

410 O pH também interfere na dinâmica dos elementos químicos no solo. Pendas et
411 al.(1987) estabelece uma relação entre o pH e a disponibilidade de metais pesados: valores de
412 pH entre 6,5 e 7 conferem baixas concentrações destes elementos. Alguns autores definem um
413 pH adequado para valores no intervalo de 5,5 a 6,5. Entretanto, esse parâmetro não cabe a
414 todas as espécies vegetais em virtude das diferentes demandas nutricionais. Ribeiro et al.
415 (1999) propõem uma classificação do solo em aspectos químico e agrônômico a partir dos
416 valores de pH, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 4: Critérios de interpretação do solo para valores de pH.

Classificação Química						
Acidez muito elevada	Acidez elevada	Acidez Média	Acidez Fraca	Neutra	Alcalinidade Fraca	Alcalinidade Elevada
< 4,5	4,5 - 5	5,1 - 6	6,1 – 6,9	7	7,1 – 7,8	>7,8
Classificação Agrônômica						
Muito Baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito Alto		
< 4,5	4,5 – 5,4	5,5 - 6	6,1 – 7	>7		

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

417 Áreas que recebem sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos apresentam
418 tendência de concentração de elementos químicos nas camadas superficiais possibilitando a
419 transferência via escoamento superficial. Dortzbach et al. (2009) avaliaram a influência de
420 adubo orgânico de suíno (cama sobreposta e dejetos líquidos) sob os teores de P e K em
421 Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema de plantio direto. As análises se deram em amostras
422 de diferentes profundidades: 0 – 15, 15 – 30, 30 – 45 e 45 – 60 cm. Como resultado,
423 observaram aumento nos teores de P e K em todas as camadas, sobretudo na camada

424 superficial. Embora a legislação brasileira não reconheça o fósforo como contaminante de
425 solo (KLEIN et al., 2012), existe uma grande preocupação em relação à adubação com dejetos
426 de suínos e um consequente aumento nas concentrações desse elemento em virtude dos
427 diversos impactos negativos no ambiente, principalmente no que se refere à qualidade das
428 águas. (BASSO, 2003)

429 Em relação ao processo de eutrofização da água, Heckrath et al. (1995) consideram
430 uma concentração de P entre 0,02 e 0,035 mg/L. Assim como para os metais pesados, não
431 existe um valor único definido como limite para o teor de fósforo na água: No Brasil utilizam-
432 se valores de 0,020 – 0,025 mg/L para a classe 1; 0,030 – 0,050 mg/L para a classe 2 e
433 0,050 – 0,075 mg/L para a classe 3, segundo CONAMA (2005). Já as normas da USEPA
434 estabelecem 0,025 mg/L como valor crítico. (KLEIN et al., 2012)

435 Fraga et al. (2013) avaliaram a interferência de sucessivas aplicações de DLS nos
436 teores de potássio, fósforo, cobre e zinco. A análise foi dada a partir de amostras de três
437 profundidades (0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm) em áreas de pastagem submetidas a diferentes
438 dosagens de dejetos: alto (contínuo), médio (sazonal) e baixo (raro). O solo em área de mata
439 nativa foi utilizado como referência. Como resultado, foi observado maior acúmulo de K, P,
440 Cu e Zn no solo em comparação ao solo referência, sobretudo na camada superficial (0 – 20
441 cm). Ceretta et al. (2005) adverte sobre a importância do manejo da cobertura do solo visando
442 o controle das perdas de nutrientes por escoamento superficial minimizando os riscos de
443 impactos negativos sob a água.

444 O acúmulo de sódio em solos agrícolas interfere em certos atributos físicos a partir da
445 desagregação e dispersão da argila em partículas muito pequenas criando uma camada
446 superficial selada. Como consequência, há uma redução na capacidade de infiltração do solo.
447 (CONDÉ et al. 2012)

448 Nesse contexto, uma das problemáticas relacionadas ao uso de DLS como fertilizante
449 é a definição do volume a ser aplicado considerando o tipo de solo e a cultura implantada. A
450 quantidade de dejetos que pode ser adicionado a um determinado tipo de solo sem que haja
451 perda de sua qualidade é desconhecida. As principais referências para definir a dosagem
452 adequada de dejetos a ser aplicada se baseia no tipo de solo e na necessidade das espécies
453 vegetais, não considerando a questão ambiental como, por exemplo, os limites críticos de
454 nutrientes. A tabela 5 apresenta os limites máximos de aplicação anual de resíduos orgânicos

455 em função dos teores de P e/ou N presentes no dejetos estabelecidos por alguns países
456 europeus.

Tabela 5: Limites máximos de nutrientes a serem aplicados em alguns países.

País	Limite máximo (kg/ha/ano)	
	N	P
Áustria	230	—
Bélgica	250 ¹ e 170 ²	—
Dinamarca	230	—
França	170	43,8
Holanda	250	52,6 ¹ e 43,8 ²
Polônia	170	—

Fonte: REZENDE (2013) – Adaptado. ¹ Valores para pastagem; ² Valores para outras culturas.

457

458

459

460

461

462

463

O acúmulo excessivo de nutrientes no solo pode ser evitado a partir da definição de um limite da dosagem de dejetos a ser aplicada dada em função do nutriente exigido em menor quantidade pelas espécies vegetais. O cobre e o zinco se enquadram nesse critério: alta concentração no dejetos e baixa exigência das plantas. Ribeiro et al. (1999) propõem critério de interpretação para a fertilidade do solo a partir dos teores de micronutrientes, conforme apresentado na tabela 6.

Tabela 6: Parâmetros de interpretação do solo a partir da concentração de determinados elementos químicos.

Elemento	Muito Baixo/Baixo	Médio	Bom/Alto
B	< 0,36	0,36 – 0,60	>0,60
Cu	< 0,8	0,8 – 1,2	>1,2
Zn	< 1	1 – 1,5	>1,5
Mn	< 6	6 – 8	>8
Fe	< 19	19 - 30	>30

Fonte: Ribeiro et al.(1999).

464

465

466

Seganfredo (2005) propõe, dentro do processo de reciclagem dos dejetos, o estabelecimento de um plano de manejo de nutrientes em função da grande proporção de elementos de risco presentes no dejetos. Tiller (1989) alerta para uma avaliação mais frequente

467 e rígida na utilização dos fertilizantes orgânicos, principalmente quanto ao balanço de
468 nutrientes, uma vez que a acumulação de determinados elementos no solo é irreversível.
469 Inclusive, a prevenção desse acúmulo consiste em um dos requisitos para a sustentabilidade
470 agrícola. (WITTER, 1996)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

471 O trabalho foi desenvolvido no município de Teixeira, localizado na microrregião de
472 Viçosa situada na macrorregião da Zona da Mata do estado de Minas Gerais. O município
473 apresenta uma área territorial de 166,09 km² e uma população de 11.355 habitantes, segundo
474 dados do IBGE (2010). Estima-se que 60% da população reside em zona urbana, embora a
475 economia do município tenha suas bases na produção rural, com destaque para a agricultura
476 epecuária.

477

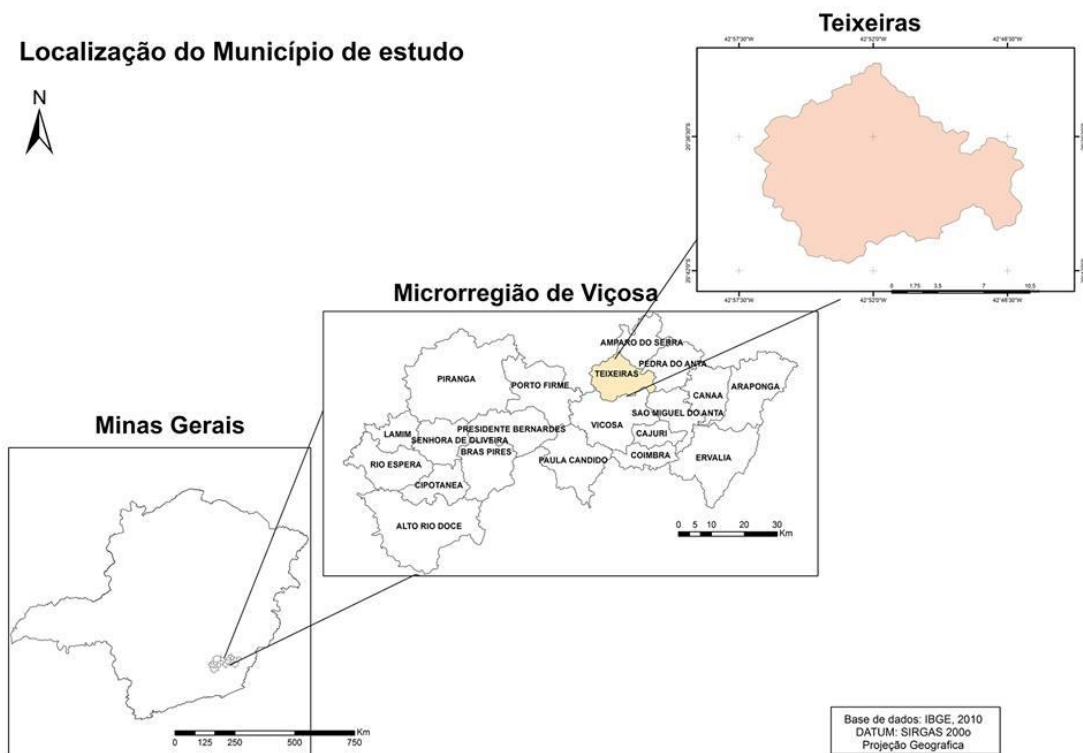


Figura 1: Localização do município de Teixeira.

478 O relevo é predominantemente ondulado, sendo composto por 18% de superfícies
479 planas, 55 % de superfícies onduladas e 27 % montanhosas. Em relação às superfícies
480 onduladas, Guerra (1954) considera pequenas elevações do terreno com declividade suave e
481 altitude de até 50 metros. O ponto de maior altitude apresenta 929 m e se encontra próximo a
482 área limítrofe com o município de Pedra do Anta. O clima é temperado apresentando verões
483 quentes e úmidos. A temperatura média anual fica entorno de 20 °C, sendo a máxima anual de
484 26,4 °C e a mínima de 14,8 °C.(ALMG, 2016)

485 O município pertence a bacia hidrográfica do Rio Doce e sub-bacia do Rio Piranga. Os
486 principais cursos de água são o Ribeirão Teixeira, córrego Bom Sucesso e córrego Cabeceira
487 de São Pedro. O Ribeirão Teixeira tem sua nascente no próprio município, desaguado no Rio
488 Piranga, em Guaraciaba. A sua extensão é de aproximadamente 34 km.

489 Dados do IBGE (2011) mostram que a economia do município se baseia
490 principalmente nos setores de serviço (68%) e agropecuária (17%). A indústria representa
491 apenas 11% da economia municipal, sendo os 4% restantes provenientes de impostos.

492 A área de estudo localiza-se na zona rural do município, mais especificamente na
493 propriedade do Sítio Paraíso (Figura 2) onde a suinocultura é direcionada para fins comerciais
494 em sistema de confinamento. A propriedade apresenta uma área de 40 ha e se localiza a uma
495 distância de aproximadamente 7 km do centro urbano do município de Teixeira.

496 A granja de suínos foi instalada no ano de 2011 e acomoda cerca de 3 mil animais.
497 (Figura 3) A produção se dá em sistema de parceria: o produtor recebe os leitões, ração e
498 medicamentos, sendo responsável pela criação dos suínos até a fase de engorda e mantém
499 integração com a empresa de abate.



Figura 2: Área de estudo.



Figura 3: Granja da propriedade.

Fonte: Arquivo pessoal (2016).

500 Quanto ao sistema de manejo e disposição dos dejetos produzidos, utiliza-se o método
 501 da esterqueira. (Figura 4) A esterqueira possui capacidade de 35000 litros e se localiza a cerca
 502 de 50 metros da unidade produtiva, por questões de operacionalização, e a aproximadamente
 503 200 metros de córrego que percorre na propriedade.



Figura 4: Esterqueira da propriedade.

Fonte de dados: Arquivo pessoal (2016)

504 Além da suinocultura, desenvolvem-se atividades agrícolas na propriedade para fins
505 comerciais com o predomínio do cultivo de hortaliças. A área cultivada mais próxima à granja
506 se encontra a aproximadamente 300 metros. É importante ressaltar que as áreas de maior
507 proximidade à unidade suinícola são as que recebem aplicações de dejetos em maior
508 quantidade e frequência. Isso se deve, principalmente, a maior dificuldade de transporte e
509 distribuição do material em relação às áreas mais afastadas.

510 A partir de uma aferição prévia de campo e devido às suas características,
511 principalmente quanto ao gradiente textural do horizonte B e pela sua posição na paisagem o
512 solo foi classificado como Argissolo. O estudo foi desenvolvido a partir de duas áreas: A
513 primeira consiste numa área com cobertura de gramíneas sem influência de aplicações de
514 DLS e/ou adubação química, sendo o solo desta área utilizado como referência. A segunda
515 referente ao solo submetido a sucessivas aplicações de DLS na qual se desenvolve o cultivo
516 de hortaliças sob sistema de plantio direto que apresentava, até a data do experimento,
517 histórico de 4 anos de fertirrigação numa frequência de 3 meses. A dosagem de dejetos
518 aplicada é de aproximadamente 5 m³/ha.

4.2 Amostragem

519 Foram realizados trabalhos de campo para a coleta de amostras aleatórias do solo em
520 que se faz aplicação do dejetos como fertilizante agrícola e do solo onde não se faz uso (solo
521 referência) para posterior análise e comparação.

522 Na primeira área foi realizada amostragem composta com quatro pontos de coleta em
523 diferentes profundidades: 0 – 10 e 10 – 20 cm. Todas as amostras individuais foram bem
524 misturadas em um recipiente de onde se retirou uma amostra final de aproximadamente 500
525 gr. Para a área de referência foi realizada amostragem simples com a definição de um ponto
526 para a coleta das duas amostras também em profundidades de 0 – 10 e 10 – 20 cm.

527 A amostra do dejetos foi dada por processo de amostragem composta: Foram coletadas
528 duas amostras por dia em diferentes horários (às 8 e às 17 horas) durante cinco dias
529 consecutivos em pontos dispersos na esterqueira. Após seco ao ar, o material coletado foi
530 misturado em um recipiente de onde se retirou uma porção em torno de 500 g para análise.
531 Também foi coletada amostra da ração ofertada aos animais.

4.3 Análises Físicas

4.3.1 Densidade do Solo

532 Para análise da densidade do solo de referência e do solo com DLS foi utilizado o
533 método da proveta, considerando a massa de solo necessária para completar o volume de uma
534 proveta de 90 ml. A densidade do solo é determinada a partir do cálculo:

$$535 \quad D_s = V_t - V_p / 100 \quad (1)$$

536 Na qual V_t corresponde à soma do volume da amostra de solo seca na estufa em 105°
537 e V_p representa o volume real da proveta.

4.3.2 Densidade de Partículas

538 A densidade das partículas foi dada pelo método do balão volumétrico a partir da
539 determinação do volume de álcool necessário para preencher a capacidade de um balão
540 contendo 20 g de material fino seco em estufa a 105 °C. A amostra é transferida para o balão
541 aferido de 50 ml. Posteriormente, adiciona-se álcool etílico até que se complete a capacidade
542 do balão para que se obtenha o volume de álcool gasto. Utiliza-se a fórmula:

543 $Dp = Ms / Vs$

544 $Dp = Ms / Vb - Vg$ (2)

545 Em que:

546 M = Massa da amostra seca a 105 °C

547 Vb = Volume real

548 Vg = Volume de álcool gasto

4.3.3 Granulometria

549 A análise granulométrica foi dada segundo metodologia da EMPBRAPA (2011).. Foi
550 utilizada, como agente dispersante, solução de NaOH a 0,05 mol/L. As proporções de areia
551 grossa (AG), areia fina (AF), argila (Arg) e silte (S) foram determinadas a partir dos cálculos:

552 $T_{ag} = (M_{at} - M_{af}) \times 50$ (3)

553 T ag = Teor de areia grossa

554 M at = Massa de areia total (g)

555 M af = Massa de areia fina (g)

556 $T_{af} = (M_{af}) \times 50$ (4)

557 T af = Teor de areia fina

558 M af = Massa de areia fina (g)

559 $T_{arg} = [(M_{arg} + M_d) - M_d] \times 1000$ (5)

560 T arg = Teor de argila

561 M arg = Massa de argila (g)

562 M d = Massa de dispersante (g)

563 $T_s = 100 - (T_{arg} + T_{af} + T_{ag})$ (6)

564 T_s = Teor de silte

565 T_{arg} = Teor de argila

566 T_{af} = Teor de areia fina

567 T_{ag} = Teor de areia grossa

4.4 Análises Químicas

568 As análises químicas foram realizadas segundo metodologia EMBRAPA (2011). Os
569 teores de Cu, Fe, Mn e P foram extraídos por Melich-1 e quantificados por espectrofotometria
570 de absorção atômica. Para a determinação do Ca, Mg, Al e Al trocável foi utilizada solução
571 KCl 1,0 mol/L sendo, para o Ca e Mg, realizada leitura em espectrofotômetro de absorção
572 atômica. Já o Al e o Al trocável foram dados por titulação com solução NaOH 0,025 mol/L
573 utilizando como agente indicador azul de bromotimol. Na e K foram extraídos com solução de
574 HCl 0,05 mol/L e determinados por espectrofotometria de emissão em chama. O carbono
575 orgânico foi quantificado por titulação com FeSO₄ utilizando como indicador a difenilamina.

576 O pH em água foi determinado por eletrodo imerso em suspensão utilizando-se a
577 relação 1 : 2,5 (solo : líquido) com leitura em potenciômetro. Para a análise do pH em KCl 1
578 mol/L foi realizado o mesmo procedimento do pH em H₂O substituindo a água pela solução.
579 A acidez potencial (H + Al) foi analisada por extração com acetato de cálcio em pH 07
580 determinada por titulação em NaOH tendo como indicador a fenolftaleína.

4.5 Análises da ração e do dejetos

581 As amostras da ração e do dejetos foram secas em estufa a 105 °C. Após secagem o
582 material foi passado em peneira de 200 mesh para a elaboração da pastilha para leitura em
583 fluorescência de Raio-X. Foram obtidos teores de Ca, Mg, Cu, Zn, Na, Mn, Fe, Al e CO.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises da ração e do dejetos

584 A caracterização química (Na, Ca, K, Mg, Al, Zn, Cu, Mn, Fe e CO) da ração ofertada
 585 aos animais na propriedade de estudo assim como do dejetos produzido se encontra na tabela
 586 7.

Tabela 7: Concentração de elementos químicos na ração ofertada aos animais e no dejetos produzido.

	Na	Ca	K	Mg	Al	Zn	Cu	Mn	Fe
	<i>cmolc/dm³</i>					<i>mg/kg</i>			
Ração	2,58	0,83	1,38	0,87	0,67	462,56	297,53	240,12	0,08
Dejeto	1,80	9,87	3,88	1,34	2,72	6712,96	2364,42	2381,06	2,26

587 As concentrações de Cu e Mn na ração analisada excedem os valores máximos
 588 recomendados pela Nacional Research Council – NRC (2012) para estes elementos que são
 589 de 3 a 18 e de 2 a 10 mg/kg, respectivamente. Santos (2014), ao analisar a composição
 590 química da ração ofertada a suínos em diferentes fases de criação, também observou uma
 591 superdosagem destes nutrientes com valores de até 199 mg/kg para Cu e 75 mg/dm³ para o
 592 Mn. Em relação ao Zn, os teores encontrados estão dentro do considerado seguro, segundo a
 593 NRC (2012), que é de 2400 a 3000 mg/kg.

594 Em relação à caracterização química do dejetos, pode-se observar que os elementos
 595 com maiores concentrações coincidem com os que se encontram em quantidades mais
 596 elevadas na ração. Esse comportamento pode ser atribuído às taxas de absorção e excreção de
 597 nutrientes pelos suínos (Tabela 8). Santos (2014) estabelece uma correlação entre a
 598 concentração de elementos químicos na ração e no resíduo alertando para a importância de se
 599 conhecer a composição química desses materiais. A mesma autora associa o acúmulo de
 600 determinados elementos no solo à formulação da alimentação dos suínos.

Tabela 8: Relação entre as taxas de absorção e excreção de nutrientes pelos suínos.

Nutriente	Taxa de absorção	Taxa de excreção
	%	
Ca	30 a 50	50 a 80
P	20 a 50	50 a 80
K	5 a 20	70 a 95
Na	10 a 25	70 a 95
Mg	15 a 30	70 a 95
Cu	5 a 30	70 a 95
Zn	5 a 30	70 a 95
Mn	5 a 10	70 a 95
Fe	5 a 30	70 a 95

Fonte: SANTOS (2014) – adaptado.

5.2 Análise do solo

5.2.1 Atributos Físicos

601 Os resultados obtidos para os atributos físicos analisados para o solo testemunha e
602 para o solo influenciado por DLS se encontram na tabela 9.

Tabela 9: Atributos físicos dos solos analisados.

Amostra	Densidade do solo	Densidade de partículas	AG	AF	ARG	S
	<i>g</i>		%			
A1	0,89	2,56	46	36,80	8,9	1,79
A2	0,82	2,32	48,62	35,78	7,37	1,83
A3	0,81	2,56	47,2	37	8,7	1,71
A4	0,82	2,38	48,3	36,14	7,92	1,83

603 A partir da análise dos dados obtidos para a densidade do solo observa-se uma
604 pequena redução na densidade do solo submetido à aplicação de DLS em comparação ao solo
605 de referência. Os resultados encontrados estão de acordo com o trabalho de Raij (1991),
606 Santos & Camargo (2000) e Agne et al.(2014) que associam essa diminuição na densidade ao
607 incremento no teor de matéria orgânica pela aplicação de adubos orgânicos. Já Barbosa et
608 al.(2008), ao estudarem a influência da adubação orgânica nas propriedades físicas do solo,
609 verificaram que os tratamentos com DLS não provocaram alterações na densidade do solo.

610 Em relação à densidade das partículas, não foi constatada diferença entre os valores
611 obtidos. Na camada superficial (0 – 10 cm), inclusive, os valores encontrados são idênticos:
612 2,56.

613 A textura do solo consiste no atributo físico que menos sofre interferência em função
614 do manejo. (CARVALHO, 2007)

615 De modo geral, os resultados mostram que a aplicação de DLS não interferiu
616 significativamente nas propriedades físicas do solo corroborando com os resultados encontrados
617 por Veiga et al.(2012) que também não encontrou alterações nos atributos físicos do solo
618 submetido ao uso de dejetos de suíno.

5.2.3 Atributos Químicos

619 A caracterização química do solo de referência e do solo com tratamento de DLS se
620 encontra na tabela 10. A partir dos valores obtidos para o pH, o solo em estudo se classifica
621 como ácido. De acordo com a interpretação sugerida por Ribeiro et al. (2013) para o pH em
622 água (Tabela 3), tanto o solo influenciado como o solo de referência são considerados bons
623 para a classificação agronômica (entre 5,5 e 6) e apresentam acidez média (de 5,1 a 6). Nota-
624 se que não houve interferência significativa das aplicações de DLS para este atributo
625 corroborando com Scherer et al. (1996) que consideram mínima a capacidade de influência
626 dos fertilizantes orgânicos para o pH. (SILVA, 1999), ao estudar o efeito de diferentes fontes
627 de adubação orgânica no solo, também não observou diferença nos valores de pH. O pH em
628 KCl apresentou valores menores em comparação ao pH em água. Esse resultado pode ser
629 justificado pela indução da troca de cátions pela solução KCl devido a maior concentração de
630 íons K^+ , liberando íons H^+ e Al^{3+} proporcionando aumento da acidez. (EBELING et
631 al.,2008)

Tabela 10: Atributos químicos dos solos analisados.

Parâmetro		Amostra			
		A1 R*	A2 R*	A3	A4
		Profundidade (cm)			
		0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20
Ph	H ₂ O	5,68	6	5,86	5,52
	KCl	4,98	5,47	5,32	4,96
P- Rem	mg/kg	6,49	3,14	7,32	5,19
P		39,66	35,86	89,28	28,17
Na	cmolc/dm ³	0,056	0,065	0,139	0,139
Ca		9,04	9,51	13,28	11,56
K		0,54	0,72	14,58	12,28
Mg		1,37	1,4	5,54	4,77
Al		0,012	0,006	0,0002	0,0002
H + Al		9,6	8,3	10,7	10,9
Zn		6,34	6,02	145,4	38,01
Cu	mg/kg	10,14	12,58	28,94	18,16
Mn		90,24	145,46	912,8	533,6
Fe		337,4	2804,4	2405,6	2303,8
CO		1,659	1,299	2,807	2,557
MO		2,859	2,239	4,839	4,408
SB		11,006	11,695	33,539	28,749
t		11,018	11,701	33,539	28,749
T		20,610	20,000	44,24	39,650
V%		53,412	58,490	75,813	72,509
m%		0,109	0,0513	0,0006	0,001

632 O solo de referência apresenta teores de matéria orgânica inferiores ao solo submetido
633 ao tratamento com DLS. Lourenzi et al. (2016) associam o acúmulo de MO no solo adubado
634 com DLS à adição de grande quantidade de matéria seca que contribui para um maior aporte
635 de resíduo orgânico em superfície. Em ambas as situações, foram observados maiores valores
636 na camada superficial (0 – 10 cm) corroborando com os resultados encontrados por Homem et

637 al. (2014) que também verificaram um decréscimo no teor de MO na medida em que se
638 aumenta a profundidade. Estes autores atribuem essa tendência ao aumento da população
639 microbiana no solo e, conseqüentemente, maior decomposição da MO a partir do efeito
640 “priming”.

641 esse efeito consiste em um estímulo normalmente positivo, que ocasiona
642 incremento da taxa de decomposição da MO do solo, devido ao crescimento
643 extenso e vigoroso da população microbiana quando material rico em
644 energia é adicionado ao sistema e, subseqüentemente, microrganismos
645 produzem enzimas que atacam a MO. (HOMEM et al., 2014, p. 305)

646 Em relação ao Ca e Mg, os dados encontrados mostram que a aplicação do dejetto
647 líquido de suíno resultou no aumento significativo destes nutrientes em todas as camadas do
648 solo quando comparados ao solo referência. Na camada superficial (0 – 10 cm) o acúmulo foi
649 ainda maior passando de 9,04 para 13,28 cmolc/dm³e 1,37 para 5,54 cmolc/dm³ de Ca e Mg,
650 respectivamente. Esses resultados corroboram com Queiroz et al.(2004) que também
651 encontraram diferenças consideráveis nas concentrações de Ca em solos adubados com água
652 resíduos de suíno num período de 16 anos. Os valores encontrados condizem com resultados
653 do estudo de Castilho et al.(2002) que verificaram um aumento de até 2 vezes no teor de Ca e
654 Mg em solos que receberam aplicação de fertilizante orgânico. Ceretta et al.(2003) também
655 observaram aumentos no teor de Ca e Mg principalmente na camada superficial num solo
656 fertirrigado com DLS em doses de 20 e 40 m³ ha⁻¹ por 4 anos. Comparando as concentrações
657 entre as profundidades, nota-se pouca variação refletindo uma distribuição mais homogênea
658 desses elementos no perfil do solo.

659 As maiores concentrações de Ca e Mg no solo adubado com DLS podem também ser
660 atribuídas ao incremento de matéria orgânica em função das sucessivas aplicações de dejetto.
661 “A matéria orgânica oferece valiosa contribuição no fornecimento de cálcio e magnésio, pois
662 elevados teores em húmus no solo garantem o suprimento desses elementos às raízes.”
663 (BARILLI, 2005)

664 A partir dos resultados foi possível notar que o Cu e o Zn são os elementos com maior
665 tendência de acúmulo em solos que recebem sucessivas aplicações de DLS. As maiores
666 concentrações foram observadas na camada superficial (0 – 10 cm). O teor de Cu teve um
667 aumento de aproximadamente 3 vezes em relação ao solo referência. Para o Zn, esse aumento
668 foi ainda maior passando de 6,34 para 145,4 mg/kg na camada de 0 a 10 cm ficando, dessa
669 forma, acima da concentração média considerada por Ronquim (2010) para este elemento em
670 solos tropicais. (Tabela 2) Konzen (2000) também verificou acúmulo de Cu e Zn em solo

671 adubado com DLS. O autor associa este comportamento à menor mobilidade destes
672 elementos. O cobre é o elemento de menor mobilidade dentre os metais pesados. (Tack, 2010)

673 As taxas de absorção e excreção de nutrientes pelos suínos (Tabela 7) também podem
674 ser consideradas para justificar o elevado incremento de Cu e Zn no solo adubado com DLS.
675 Estes nutrientes se encontram em altas concentrações nas rações tendo teores de absorção
676 entre 5 e 30% e de excreção entre 70 e 95% o que resulta em elevadas proporções destes
677 nutrientes nos dejetos, conforme apresentado na tabela 6.

678 Basso et al.(2012) também identificaram uma relação de influência da fertirrigação
679 com DLS nos teores de Cu e Zn no solo considerando um período de 4 a 20 anos. Resultados
680 semelhantes foram encontrados por Giroto (2007) ao estudar os efeitos da aplicação de água
681 residuária de suínos no solo por 7 anos em doses de até 80 m³ ha⁻¹. Ao avaliar as alterações do
682 Cu e Zn em Argissolo Vermelho-Amarelo adubado com DLS considerando profundidades de
683 0 – 15 e 15 – 30 cm, Dortzbach et al. (2008) verificaram aumento nos teores destes elementos,
684 principalmente na camada superficial condizendo com os resultados encontrados. No geral, é
685 possível observar forte influência das aplicações de DLS nos teores de cobre e zinco no solo
686 por serem encontrados em elevadas proporções no dejetos. Esses teores tendem a reduzir com
687 o aumento da profundidade em função da baixa movimentação destes elementos ao longo do
688 perfil do solo.

689 Segundo critérios do Comunicado Técnico da EMBRAPA (2011) que trata da
690 recomendação de biofertilizante de origem animal, deve-se restringir a adubação em solos que
691 excedam o limite máximo de Cu e Zn estabelecidos pela Resolução nº 420 da CONAMA
692 (2009) apresentados na tabela 11. Se considerados os valores definidos para Cu e Zn, o solo
693 analisado ainda possui suporte para aplicação de DLS uma vez que apresenta na camada
694 superficial, onde foram observadas as maiores concentrações, teores de 28,94 e 145,4 mg/kg,
695 respectivamente.

Tabela 11: Valores máximos admissíveis no solo, segundo CONAMA (2009)

Elemento	Teor limite no solo (mg/kg)
Zn	450
Cu	250

Fonte: CONAMA (2009).

696 A Deliberação Normativa nº 166/2011 do COPAM estabelece, em nível estadual,
 697 valores para determinados elementos químicos como critério para análise da qualidade do
 698 solo. São considerados Valores de Referência de Qualidade (VRQ), definidos a nível estatal,
 699 que dizem respeito a concentração natural de elementos no solo sem influência antrópica;
 700 Valores de Prevenção (VP) que consistem na concentração limite de determinada substância
 701 no solo para que ele seja capaz de sustentar suas funções principais e, por último, Valores de
 702 Investigação (VI) que representam a proporção de certo elemento no solo e/ou na água
 703 subterrânea acima da qual existem riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde humana seja
 704 diretos ou indiretamente. (Mello et al. 2013) Os valores definidos para Cu e Zn se encontram
 705 na Tabela 12, sendo considerados os VRQs definidos para o estado de Minas Gerais.

Tabela 12: Valores Orientadores de Cu e Zn – Deliberação Normativa nº 166/2011 do COPAM.

Nutriente	VRQ ¹	VP	VI Ag
	<i>mg/kg</i>		
Cu	49	60	200
Zn	46,6	300	450

Fonte: Mello et al. (2013) – Adaptado. ¹ VRQ definido para o estado de Minas Gerais; ² Valores de investigação para áreas agrícolas.

706 Considerando os valores propostos pela Deliberação Normativa COPAM nº166/2011,
 707 em ambas as profundidades as concentrações de Cu no solo que recebeu DLS se encontram
 708 dentro do aceitável para todos os valores propostos. Em relação ao Zn, o valor encontrado na
 709 camada superficial (145,4 mg/kg) excede o VRQ estabelecido pela Deliberação Normativa
 710 COPAM nº 166/201, mas se encontra dentro dos parâmetros definidos para o VP e VI. Já a
 711 concentração na camada de 10 – 20 cm, por sua vez, não extrapola nenhum dos valores
 712 considerados. De acordo com as normas definidas pela USEPA, União Europeia, CETESB e
 713 CONAMA (Tabela 2) para os valores totais de metais pesados em solos agrícolas, os teores de
 714 Cu e Zn do solo analisado estão abaixo do limite máximo admissível. Conforme os critérios
 715 de interpretação propostos por Ribeiro et al. (1999) para fins de recomendação de adubação e
 716 calagem, apresentados na tabela 13, os valores de Cu e Zn, tanto para o solo influenciado por
 717 DLS como para o solo de referência, são considerados bons e/ou altos.

Tabela 13: Interpretação para teores de Cu e Zn no solo.

Elemento	Muito Baixo/Baixo	Médio	Bom/Alto
	<i>mg/kg</i>		
Cu	< 0,8	0,8 – 1,2	>1,2
Zn	< 1	1 – 1,5	>1,5

Fonte: Ribeiro et al. (1999) – Adaptado.

718 Em relação aos valores encontrados para o Mn, o solo de referência apresenta teores
719 significativamente menores em relação ao solo onde se teve aplicação de DLS em todo o perfil.
720 Na profundidade de 0 – 10 cm o valor passou de 90,24 para 912,8 mg/kg e na camada de 10 –
721 20 cm a alteração foi de 145,46 para 533,6 mg/kg. Isso demonstra que sucessivas aplicações
722 de DLS podem gerar acúmulo de Mn no solo, principalmente em superfície. Os resultados
723 encontrados condizem com Dortzbach et al.(2008) que também observaram maiores
724 concentrações de Mn no solo adubado com resíduo de suinocultura com diminuição dos
725 teores em profundidade. Os autores atribuem este comportamento à relação entre a
726 disponibilidade de manganês e a matéria orgânica no solo. Essa relação, também considerada
727 por Castro et al.(1992), está de acordo com os resultados obtidos para o solo em estudo. Além
728 da matéria orgânica, o pH também influencia nos teores de Mn no solo: solos mais ácidos
729 condicionam maior disponibilidade. Malavolta (1976) sugere uma relação de
730 proporcionalmente inversa entre os valores de pH e os teores de Mn no solo: para o aumento
731 de uma unidade do pH, há um decréscimo de 100 vezes na concentração do elemento.

732 Assim como o Cu e Zn, o Mn é um elemento presente em grandes proporções na dieta
733 dos animais o que justifica sua elevada concentração no dejetos e, conseqüentemente maior
734 acúmulo no solo adubado com DLS. Embora o excesso deste elemento possa apresentar
735 riscos de toxidez às plantas, ainda não existem valores orientadores para este elemento na
736 legislação brasileira. A dificuldade de se definir níveis críticos para o Mn no solo pode
737 atribuída à grande variação da sua proporção nos diferentes tipos de solo como, por exemplo,
738 para os valores de pH. (ROSOLEM et al., 1992)

739 Também foi observado no solo com DLS aumento na concentração de Na em
740 comparação aos valores encontrados para solo de referência corroborando com os resultados
741 obtidos por Queiroz et al. (2004) que também verificaram acúmulo deste elemento no solo

742 em função de tratamento com resíduo de suinocultura. Tal comportamento pode ser atribuído
743 a grande proporção deste elemento presente na ração e, conseqüentemente no dejetos em
744 função da sua elevada taxa de excreção que se encontra entre 70 e 95 %, conforme
745 apresentado na tabela 7. Em relação à profundidade, os valores encontrados mostram que este
746 parâmetro não influenciou na concentração de sódio uma vez que ambas as camadas
747 apresentaram teor de 0,139 cmolc/dm³ no solo adubado e de 0,056 e 0,065 cmolc/dm³ para as
748 camadas de 0 – 10 e 10 – 20 cm, respectivamente, no solo testemunha.

749 No que diz respeito ao Potássio, observa-se que os valores no solo testemunha são
750 muito baixos em relação ao solo submetido à adubação com DLS. Os resultados mostram que
751 houve uma forte influência do uso de dejetos líquidos de suíno com significativo aumento nos
752 teores deste nutriente. É possível observar também uma diminuição dos valores de K da
753 camada de 0 – 10 para a de 10 – 20 cm condizendo com Scherer et al. (2010) que também
754 observaram um acúmulo deste elemento na superfície do solo em função da adição de DLS.

755 A análise dos dados obtidos para os teores de P permite constatar efeito das aplicações
756 de DLS na camada superficial do solo provavelmente em razão do maior acúmulo de matéria
757 orgânica. Na camada de 10 – 20 cm a concentração de P é maior no solo de referência. Tanto
758 no solo adubado como no solo testemunha o teor de P diminui com o aumento da profundidade.
759 Esse acúmulo na camada superficial também pode ser associado à sua baixa mobilidade.
760 Conforme salientam Klein et al.(2012), o fósforo, no geral, permanece onde é adicionado. A
761 transferência do fósforo por percolação é pouco considerada em virtude dessa baixa
762 mobilidade. No entanto, o excesso de fósforo em superfície alerta para a sua transferência via
763 escoamento superficial o que representa risco à qualidade da água. (STEFANUTTI et al,1994)

764 Para os teores de Fe, verificou-se grande influência da adubação com DLS apenas na
765 camada superficial (0 – 10 cm) onde a concentração passou de 337,4 para 2405,6 mg/kg.
766 Segundo parâmetro de interpretação proposto por Ribeiro et al.(1999), os valores encontrados
767 em ambos os solos são considerados bons e/ou altos para as duas profundidades.

768 Os teores de alumínio foram muito baixos para ambos os solos sendo o valor máximo
769 encontrado de 0,0120 cmolc/dm³ na camada de 0 – 10 cm do solo testemunha. Vieira também
770 verificou uma redução na concentração de alumínio em solo submetido a aplicação de DLS
771 atribuindo tal comportamento à complexação deste elemento por ácidos húmicos. Os valores
772 obtidos são consideravelmente bons uma vez que altas concentrações de Al no solo são
773 prejudiciais às plantas devido a sua toxidez. A saturação por alumínio (m%) é considerada

774 baixa (não prejudicial) de acordo com a interpretação proposta por Malavotta (1976)
775 apresentada na tabela 14.

Tabela 14: Interpretação para os teores de m% no solo.

Teor m %	Interpretação
< 15	Baixo - não é prejudicial
16 a 35	Médio - levemente prejudicial
36 a 50	Alto - prejudicial
> 51	Muito alto - muito prejudicial

Fonte: MALAVOTTA (1976) - Adaptado..

776 A CTC total do solo também foi influenciada pelas sucessivas aplicações de DLS,
777 principalmente na camada superficial onde o valor encontrado foi superior ao obtido no solo
778 testemunha em mais de duas vezes. Em relação às camadas, em ambas as áreas a CTC
779 apresentou maiores valores em superfície corroborando com Júnior (2011) que estabelece
780 uma relação inversamente proporcional entre a CTC e a profundidade. O aumento da
781 capacidade de troca catiônica no solo fertirrigado com DLS pode ser atribuído ao incremento
782 de matéria orgânica condizendo com Ciotta et al.(2003), Rajj (1981) e Canellas et al.(2003)
783 que propõem uma relação direta entre a elevação da MO e a CTC.

784 Ao comparar os valores obtidos, observou-se também influência do DLS na SB: O
785 solo de referência apresenta valores inferiores à metade do que se obteve para o solo adubado.
786 O aumento da SB pode ser atribuído ao aumento na concentração de nutrientes do solo uma
787 vez que estes interferem diretamente na SB. (HOMEM et al, 2014)

6. CONCLUSÃO

788 Os resultados obtidos demonstram a existência de uma relação entre o acúmulo de
789 elementos químicos no DLS e a alimentação ofertada em função das taxas de absorção e
790 excreção de cada elemento pelos suínos. Assim, tem-se a importância de se respeitar a
791 necessidade nutricional dos animais evitando o excesso de nutrientes na formulação das
792 dietas.

793 As sucessivas aplicações de DLS não exerceram interferência significativa nos
794 atributos físicos do solo. Os valores de ph também não foram influenciados. Foi constatado

795 aumento expressivo na matéria orgânica do solo submetido ao uso de DLS em comparação
796 com o solo de referência.

797 Em relação aos elementos químicos (Ca, Mg, Na, P, K, Cu, Zn, Mn, Fe, CO), foi
798 observada forte influência das aplicações de DLS com expressivo aumento principalmente na
799 camada superficial (0- 10 cm).

800 O Cu e o Zn são os elementos que apresentaram maior acúmulo no solo influenciado
801 por DLS. O teor de fósforo também sofreu aumento no solo fertirrigado com maior
802 concentração em superfície alertando para o risco de transferência deste elemento via
803 escoamento superficial e poluição hídrica. Tal comportamento reforça a necessidade de se
804 disciplinar o uso dos resíduos de suinocultura como fertilizante agrícola uma vez que o
805 excesso destes elementos representa riscos ao meio ambiente e à saúde do homem.

806 O uso do dejetos de suinocultura desde que realizado de forma adequada. Nesse
807 sentido, faz-se necessário conhecer a composição química do DLS, as características do solo
808 assim como a demanda nutricional da cultura a ser implantada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 809 ABIPECS - Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína.
810 Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/> .
- 811 ABIPECS: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E
812 EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Relatórios Anuais/ Relatório 2008. Carne suína**
813 **brasileira em 2008.** Disponível < http://www.abipecs.org.br/relatorios/rela2008_P.pdf>
814 Acesso em Julho de 2016.
- 815 ACCIOLY A. M. A. SIQUEIRA, J. O. **Contaminação química e biorremediação do solo.**
816 In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. A.; SCHAEFER, C. E. G. R. (eds). Tópicos em Ciência
817 do Solo, p. 299 – 315, 2000.
- 818 AGNE, S. A. A.; KLEIN, V. A. **Matéria orgânica e atributos físicos de um Latossolo**
819 **Vermelho após aplicações de dejetos de suínos.** In: Revista Brasileira de Engenharia
820 Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 7, p. 720-726, 2014.
- 821
- 822 ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. **Influência da cobertura vegetal de**
823 **inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma**
824 **terra roxa estruturada.** In: R. bras. Ci. Solo, v.24, p.857-865. 2000.
- 825
- 826 **ASSEMBLEIA Legislativa de Minas Gerais – ALMG.** Disponível em:
827 <http://www.almg.gov.br/> . Acesso em Agosto, 2016.
- 828
- 829 **BARILLI, J. Atributos de um Latossolo vermelho sob aplicações de resíduos de suínos.**
830 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu/SP,
831 2005.
- 832
- 833 **BARNABÉ, M.C. Produção e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv.**
834 **Marandu adubada com dejetos de suínos.** 2001. 23 f. Tese (Mestrado) - Escola de
835 Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 836
- 837 **BARTHOLOMEU, D. B. et al. Legislação de recursos hídricos e o tratamento de dejetos**
838 **na suinocultura paulista.** s/d. Disponível em < <http://www.sober.org.br/palestra/5/1043.pdf>
839 > Acesso em agosto de 2016.
- 840
- 841 **BASSO, C. J. et al. Dejeito líquido de suínos: II-Perdas de nitrogênio e fósforo por**
842 **percolação no solo sob plantio direto.** Ciência Rural, Santa Maria, v.35. p.1305–1312, 2005.
- 843
- 844 **BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico.** RA' EGA.
845 Curitiba, nº 8. p. 73-101, 2004.

846

847 Bertrand, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico.** Revista Ra'E Ga,
848 n.8 Ed. UFPR, Curitiba, pp. 141-152, 2004.

849

850 BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático**
851 **com uso de dejetos líquidos de suínos.** 2006. 105 p. (Mestrado em Ciência do solo).
852 Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

853

854 BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. **Alterações no teor de fósforo no**
855 **solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos.** Revista Brasileira da Ciência do Solo,
856 Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2525-2532, nov./dez. 2008.

857

858 BONATO, E. **Análise do sistema de manejo de dejetos da suinocultura comercial em**
859 **Camargo-RS.** TCC (Graduação) Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal
860 do Rio Grande do Sul, 2011.

861

862 BRANCALIÃO, S.R.; MORAES, M.H. **Alterações de alguns atributos físicos e das**
863 **frações húmicas de um Nitossolo Vermelho na sucessão milho e soja em sistema plantio**
864 **direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.393-404, 2008.

865

866 BUSCH, A. P. B. Suinocultura. In: SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO
867 ABASTECIMENTO DO PARANÁ (SEAB-PR). **Análise da conjuntura agropecuária safra**
868 **2008/09.** Curitiba: SEAB-DERAL, 2008.

869

870 CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; SOBRINHO, N.M.B.A. **Reações da matéria orgânica.**
871 In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo:
872 ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 69-90

873

874 CASTRO FILHO, C.; COSTA, M.A.T.; CAVIGLIONE, J.H. **Potencial fertilizante e**
875 **alterações físicas nos solos decorrentes da utilização do chorume suíno.** In: CONGRESSO
876 BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, Ribeirão Preto, 2003. Resumos. Ribeirão Preto,
877 UNESP/ SBCS, 2003. CD-Rom.

878

879 CARVALHO, A. J. A. et al. **Caracterização física dos solos dos quintais agroflorestais e**
880 **cultivos monotípicos na região de Amargosa, Bahia.** Revista Brasileira de Agroecologia.
881 Bahia, v. 2, n. 2, p. 941-944, 2007.

882

883 CASTMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície no sulco em solo**
884 **cultivado com trigo.** 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Produção Vegetal –
885 Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo,
886 2006.

887

888

889 CERETTA, C. A. et al. **Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido**
890 **de suínos em pastagem natural.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, p. 729-735, 2003.

- 891
892 CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS
893 GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais: 5ª**
894 **aproximação.** Belo Horizonte, EPAMIG, 1999.
- 895 CIOTTA, M. N. et al. **Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em**
896 **solo com argila de atividade baixa sob plantio direto.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n.
897 6, nov-dez, 2003.
- 898 CONDÉ, M. S. et al. **Influência da aplicação de águas residuárias de criatórios de**
899 **animais no solo: Atributos químicos e físicos.** In: Revista Brasileira de Agropecuária
900 Sustentável (RBAS), v.2, n.1., p.99-106, Julho, 2012
- 901 CORRÊA, J. C. **CrITÉrios tÉcnicos para recomendação de biofertilizante de origem**
902 **animal em sistemas de produção agrÍcolas e florestais.** Concórdia, SC. 2011. (Boletim
903 Técnico – EMBRA).
- 904 EBELING, A. et al. **Solos e Nutrição de plantas: Relação entre acidez e outros atributos**
905 **quÍmicos em solos com teores elevados de matéria orgânica.** Bragantia, Campinas, v.67,
906 n.2, p.429-439, 2008
- 907 FADIGAS, F. de S. et al. **Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de**
908 **solos brasileiro.** Bragantia, v. 61, n.2, pp. 151-159, 2002.
- 909 FERNANDES, R. A. S. **A suinocultura de Minas Gerais sob o enfoque da economia dos**
910 **custos de transações.** 2010. DisponÍvel em <
911 <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v5/suinocultura.pdf> > Acesso em
912 agosto de 2016.
- 913 FRAGA, B. M.; RIBEIRO, L. R. de. **Condição ambiental do solo após aplicações de**
914 **dejetos suÍnos em granja suinÍcola no municÍpio de Bom Jesus – GO.** 2013. DisponÍvel
915 em <<http://www.unirv.edu.br/fckfiles/files>> Acesso em setembro de 2016.
- 916 FREITAS, L. de. et al. **Avaliação de Atributos QuÍmicos e FÍsicos de Solos com Diferentes**
917 **Texturas Cultivados com Cana-de-açúcar.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 9, n. 17,
918 p.362-374, 2013.
- 919 GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas.** Santa Maria,
920 Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 231p. (Tese de Doutorado)
- 921 GRBER, I. et al. **Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in**
922 **intensive pig production areas.** Danish Journal of Geography, v. 105, n. 2, p. 15-22, 2005.
- 923 GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro. IBGE,1954.

- 924 GUIDOLINI, J. F. **Atributos físicos e químicos de um Argissolo sob diferentes sistemas de**
925 **uso da terra (SUTs)**. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista,
926 Jaboticabal/SP, 2015.
- 927 HOMEM, C. G. B. et al. **Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura**
928 **sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo**. In:
929 Científica, Jaboticabal, v.42, n.3, p.299–309, 2014
- 930 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Departamento de
931 População e Indicadores Sociais. **Pesquisa nacional de saneamento básico: 2010**. Rio de
932 Janeiro: IBGE, 2010.
- 933 JELINEK, T. **Collection, storage and transport os swine wasters**. In: TAIGANIDES, E.P.
934 Animal wastes. Essex: England Applied Science, 1977. p.165-74.
- 935 JÚNIOR, C. C. **Matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e acidez potencial no**
936 **solo com dezoito cultivares de cana-de-açúcar**. 2011. Tese (Doutorado) – Faculdade de
937 Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal/SP.
- 938 MALAVOLTA. E. **Manual de Química Agrícola**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo,
939 1976.
- 940 KAO, M.M. **The evalution of sawdust swine waste composto in the soil ecosystem,**
941 **pollution and vegetable production**. Water Science and Technology, V.27, p.123-131, 1993.
- 942 KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. **Fósforo: de nutriente à poluente**. In: Ver. Elet. em Gestão,
943 Educação e Tecnologia Ambietal/ UFSM. V.8, n°8, P. 1713-1721, 2012.
- 944 KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985.
945
- 946 KONZEN, E. A. **Valorização agronômica dos dejetos suínos: utilização dos dejetos suínos**
947 **como fertilizantes**. I Ciclo de Palestras sobre Dejetos Suínos no Sudoeste Goiano, 1997, Rio
948 Verde, GO. Anais. P. 113-136.
- 949 KONZEN, E.E. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em**
950 **sistemas integrados de produção**. Sete Lagoas-MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2000. 32p.
951 (Documento, 5).
- 952 KONZEN, E. A. et al. **Manejo de esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação**
953 **do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPACNPMS, 1997. 31 p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular
954 Técnica, 25).
- 955 LETEY, J. **Relationship between soil physical properties and crop productions**. Advision
956 Soil Science, [S.l.], v. 1, p. 277-294, 1985.
- 957 LENZI, E.; SODRÉ, F. F.; COSTA A. C. S. da. **Adsorção de cobre em solos tropicais com**
958 **diferentes mineralogias**. Acta Scientiarum, Maringá, V. 21, n. 3, p. 483-489, 1999.

- 959 LOT, L.R.T. **Comparação da Suinocultura nas Regiões de Fronteira e Tradicional.** In:
960 XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER),
961 2004, Cuiabá. Cuiabá: SOBER, 2004. In Compact Disc. Dinâmicas Setoriais e
962 Desenvolvimento Regional, 2004.
- 963 LOURENZI, R. C.; SCHERER, E.E.; CERETTA, A.C. et al. **Atributos químicos de**
964 **Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquidos de suínos.**
965 In: Pesq. agropec. bras., Brasília, v.51, n.3, p.233-242, mar. 2016.
- 966 MACCARI, A. P. **Avaliação ambiental do uso de dejetos de suínos por meio de ensaios**
967 **ecotoxicológicos em solos do estado de Santa Catarina.** 2014. Tese (Mestrado) –
968 Universidade do Estado de Santa Catarina.
- 969 MAGGI, C.F. et al. **Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com a aplicação de água**
970 **residuária de suinocultura.** Rev. Bras. Eng. Ambiental, v.15, n.2, 2011, p. 170-177.
971 MÓL, Márcio.
- 972 MASSAD, F. **Obras de terra: Curso Básico de Geotecnia.** São Paulo: Oficina de Textos,
973 2003.
- 974 MECABÔ JÚNIOR, José. **Influência de uma aplicação de dejetos líquidos de suínos sobre**
975 **atributos do solo e erosão hídrica em um nitossolo bruno.** 2013. Dissertação (Mestrado em
976 Manejo do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013
- 977 NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirement of swine.** 11. ed.
978 Washington, D. C.: National Academy of Science, 2012.
- 979 OLIVEIRA, T.S.; **Metais pesados como indicadores de materiais de origem de solos.**
980 1996. 128f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- 981 QUEIROZ, F.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G. et al. **Características químicas de solo**
982 **submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas**
983 **forrageiras.** Ciência Rural, v.34, n.05, p.1487-1492, 2004.
- 984 Raij, B.van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres/ Potafos, 1991. 343p.
- 985 REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. **Qualidade do solo e sustentabilidade**
986 **de sistemas agrícolas.** Ciências e Ambiente, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 29-48, 2003.
- 987 RONQUIM, C.C. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Conceitos de fertilidade do solo e
988 manejo adequado para as regiões tropicais. **Capacidade de troca de cátions (CTC), soma de**
989 **bases (SB) e saturação por bases (V%).** Campinas: Embrapa monitoramento por
990 satélite, 2010.

- 991 ROSOLEM, A. C.; BESSA A. M.; AMARAL, P. G.; PEREIRA, M. F. H. **Manganês no solo,**
992 **sua avaliação e toxidez de manganês em soja.** In: *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 27(2):
993 277-285, fev. 1992.
- 994 SANTOS, R. C. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos: aspectos biológicos e**
995 **químicos do percolado.** 2010. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) Faculdade de
996 Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2010.
- 997 SCHERER, E. E.; AÍTA, C.; BALDISSERA, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco**
998 **líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante.**
999 Florianópolis: Epagri, 1996. 46 p. (Epagri. Boletim Técnico, 79).
- 1000 SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. **Propriedades químicas de um**
1001 **latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos.** *Revista*
1002 *Brasileira de Ciência*
1003 *do Solo*, v. 31, p. 123-131, 2007.
- 1004 SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. **Atributos químicos do solo influenciados**
1005 **por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina.** *Revista*
1006 *Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1375-1383, 2010.
- 1007 SEDIYAMA, M.A.N. et al. **Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e**
1008 **dejetos de suínos.** *Scientia Agrícola*, v.57, n.1, p.185-189, 2000.
- 1009 SEGANFREDO, M. A. **A aplicação do princípio do balanço de nutrientes no**
1010 **planejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica.** Comunicado
1011 Técnico / 291 / Embrapa Suínos e Aves, Novembro/2001, p. 1-5
- 1012 SOBESTIANSKY, J; BARCELLOS, D.; MORES, N.; et al. **Clínica e Patologia de Suínos.**
1013 1999. 2ª ed. p. 12-16, 30-35, 92-100, 184-185, 372-374.
- 1014 STEFANUTTI, R.; **Comportamento de extratores em solos tratados com fontes diversas**
1015 **de fósforo.**MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E. *Scientia Agrícola*, v. 51, n. 1, p.105-112, 1994.
- 1016 SUZUKI, L. E. A. S. et al. **Estrutura e armazenamento de água em um Argissolo sob**
1017 **pastagem cultivada, floresta nativa e povoamento de eucalipto no Rio Grande do Sul.** In:
1018 *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 38:94-106, 2014
- 1019 BASSO, L. E. A. S. et al. **Estrutura e armazenamento de água em um Argissolo sob**
1020 **pastagem cultivada, floresta nativa e povoamento de eucalipto no Rio Grande do Sul.**
1021 *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 38, p.94-106, 2014.
1022
- 1023 TAVARES, S. R. L. **Remediação de solos e águas contaminadas por metais pesados.**
1024 **Conceitos básicos e Fundamentos.** 1º Edição, 2013.

1025 ZANON, C. A. F. **Atributos físicos e químicos do solo sob diferentes coberturas vegetais**
1026 **no sul do Estado do Espírito Santo.** 2013. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia
1027 Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jeronimo Monteiro, 2013.

ANEXO 1 – Amostragem



Figura 1: Pontos de coleta de amostras de solo na área adubada e na área de referência, respectivamente.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)



Figura 2: Secagem ao ar livre.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)



Figura 3: Amostras secas em estufa.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)



Figura 4: Pastilha para leitura em fluorescência Raio-X (Ração e dejetto)

Fonte: Arquivo pessoal (2016)

ANEXO 2 - Análises



Figura 5: Solo com sobrenadante.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)



Figura 6: Titulação (Al e H + Al)

Fonte: Arquivo pessoal (2016)



Figura 7: Detalhamento análises químicas.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)

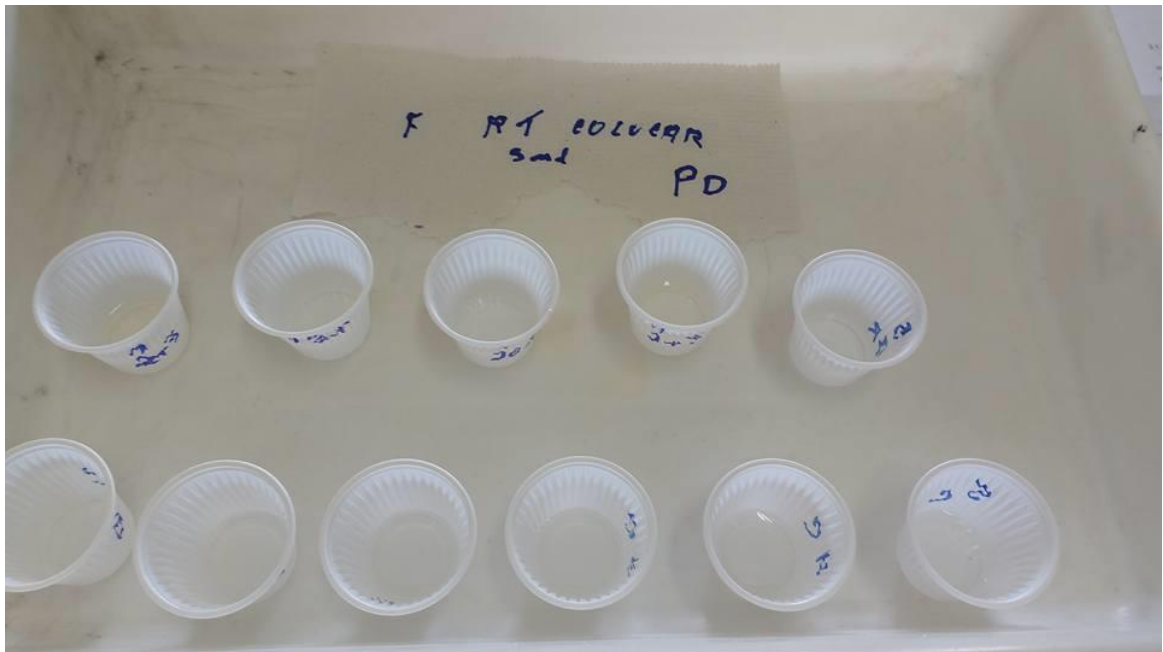


Figura 8: Alíquota para leitura no espectrofotômetro de absorção atômica.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)