

ANA LUISA REICHERT


**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COBRE, ZINCO E MANGANÊS
EM SOLOS AGRÍCOLAS COM APLICAÇÃO DE DEJETO SUÍNO,
NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO OESTE-SC**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Federal da
Fronteira sul.

Orientador: Profa. Dra. Rosiléa Garcia França

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e
aprovado pela banca em: 05 / 12 / 2014

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Rosiléa Garcia França – UFFS



Prof. Dr. Jorge Luis Mattias – UFFS



Profa. Dra. Leda Battestin Quast - UFFS

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COBRE, ZINCO E MANGANÊS EM SOLOS AGRÍCOLAS COM APLICAÇÃO DE DEJETO SUÍNO, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO OESTE / SC

Ana Luisa Reichert*
Rosiléa Garcia França**

RESUMO

No presente estudo foram avaliados os efeitos da aplicação de dejetos suínos no decorrer do tempo em solos de 9 propriedades do município de São João do Oeste, SC; sendo avaliado o teor dos metais pesados a uma profundidade de 20 cm. Foi realizada a coleta das amostras de solo e dejetos, analisando os teores de Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Zinco (Zn). Objetivou-se determinar se há alguma forma de contaminação dos solos do município através de comparações dos dados com valores de referência da legislação e literatura. Os resultados das análises laboratoriais constataram no solo com aplicação de dejetos suínos teores médios de 12,85 mg/kg de solo para o Cu; 127,58 mg/kg de solo para o Mn e 2,90 mg/kg de solo para o zinco. Para as amostras de dejetos suínos, os valores médios encontrados foram de 16,14 mg/kg para o Cu; 48,21 mg/kg para o Mn e 18,99 mg/kg para o Zn. Constatou-se pequenas acumulações de Cu e Zn nos solos do município de São João do Oeste, já teores elevados de Mn presentes no solo podem ocorrer devido a sua rocha formadora.

Palavras – chave: Solos. Dejetos suínos. São João do Oeste. Teor de metais pesados.

INTRODUÇÃO

Toda atividade humana produz, como consequência, vários tipos de resíduos que, se manejados de forma incorreta alteram o meio em que vivem. Este aumento desordenado de produção vem gerando uma quantidade assustadora de resíduos e com isto, a poluição ambiental. Neste contexto a prática da criação de suínos está inserida, sendo uma potencial atividade causadora de poluição ambiental quando as técnicas de manejo e disposição dos resíduos é realizada de forma inadequada.

As criações de suínos, aves e gado leiteiro já eram práticas culturais desenvolvidas pelos colonos descendentes dos imigrantes europeus do sul do Brasil, porém a integração destas atividades no complexo agroindustrial de carnes teve impacto significativo sobre as técnicas e práticas de produção anteriormente desenvolvidas (HOPPE, 2009). Passou-se de um processo extensivo de criação de animais, para criação em unidades de confinamento, o que aumentou significativamente o número de animais criados em cada área.

A suinocultura no Brasil passou por profundas alterações tecnológicas nas últimas décadas, visando principalmente o aumento de produtividade e redução dos custos de produção. A produtividade, por animal e por área, aumentou consideravelmente, passando-se a produzir grandes quantidades de dejetos em pequenas extensões de terra. Simultaneamente, iniciaram-

* Acadêmica do 10º período de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – Campus Chapecó/SC. E-mail: reichert.analuisa@gmail.com

** Professora do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – Campus Chapecó e orientadora da componente curricular trabalho de Conclusão de Curso II. E-mail: rosilea.franca@uffs.edu.br

se os problemas com o mau cheiro, oriundo das criações, e com o destino indevido dos efluentes (LIMA, 2002).

As propriedades rurais no oeste do estado de Santa Catarina estão localizadas, na maior parte dos casos, em áreas de topografia bastante acidentada, com pouca área agricultável. Acrescenta-se a isso o aumento da produção de suínos ao longo do tempo e consequente aumento da produção de dejetos a serem aplicados nestas áreas (PILON et al., 2003).

A escassez de áreas de solo aptas para o uso agrícola e a grande quantidade de criações intensivas na mesma área, fazem com que a quantidade de dejetos exceda a sua capacidade de reciclagem, podendo causar acúmulo principalmente de P, Cu e Zn no solo, tornando-se fonte potencial de transferência destes elementos para os recursos hídricos, via escoamento superficial e subsuperficial (SEGANFREDO, 2013).

O aumento da produção aliada à disposição intensiva de dejetos de suínos pode promover acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo, principalmente daqueles elementos com menor mobilidade, entre os quais cobre (Cu) e zinco (Zn), podendo contaminar o solo (CERETTA et al., 2003; GRÄBER et al., 2005; KONZEN, 2000; SCHERER; BALDISSERA; NESI, 2007).

Os solos possuem características únicas quando comparados a outros componentes da biosfera: ar, água e biota, pois se apresentam não apenas como um dreno de contaminantes, mas também como um tampão natural que controla o transporte de elementos químicos e outras substâncias para a atmosfera, hidrosfera e biota (KABATAPENDIAS, PENDIAS, 2011).

No solo, especificamente, a disponibilidade e/ou contaminação por metais pesados está relacionada aos processos de acúmulo e transporte desses elementos com a fração argila, responsável pelas interações das interfaces sólidas e líquidas (GUILHERME, 2005). Esta interação envolve reações de adsorção/dessorção, precipitação/dissolução, complexação e oxirredução, na fase inorgânica e na fase orgânica dos componentes da fração argila (ALLOWAY, 1990; GUILHERME, 2005).

O interesse pela análise de metais pesados em solo tem aumentado a cada dia devido ao aumento da aplicação de resíduos ricos nestes elementos no solo, ao tempo indefinido que podem permanecer no ambiente e aos seus impactos a saúde humana e animal (ABREU; ABREU; BERTON, 2002).

Diante deste contexto, a determinação de metais pesados vem de encontro com a atual preocupação ambiental e a necessidade de manter o meio ambiente em equilíbrio, pois cobre, manganês e zinco são micronutrientes importantes, mas que em excesso podem ser potenciais causadores de contaminação e toxicidade em plantas, animais e no homem. Trabalhar este tema no município de São João do Oeste é muito significativo, pois a concentração de suínos, e consequentemente de dejetos, por área do município e pelo total da população é significativa.

Estas análises se justificam, em âmbito municipal, para ter em mãos um contexto geral da situação ambiental, pois a suinocultura atualmente é a principal fonte de renda do município. De maneira que, caracterizando os teores dos metais pesados, é possível promover um estudo futuro, mais aprofundado, para determinar a possibilidade do aumento da atividade e da necessidade de novas técnicas para o tratamento e disposição dos resíduos gerados na criação de suínos.

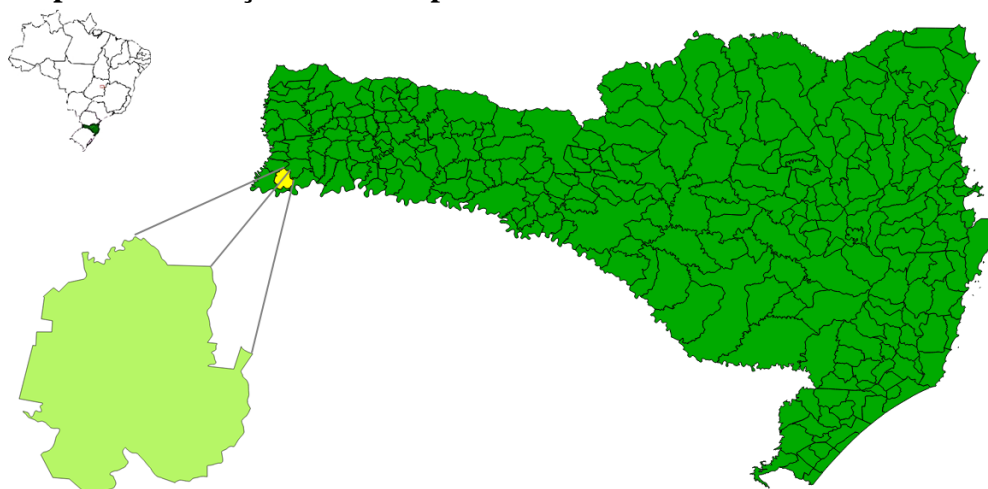
No contexto apresentado, a presente pesquisa tem por objetivo principal determinar o teor de metais pesados – Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn) - presentes no solo devido à aplicação de dejetos suínos ao longo dos anos no município de São João do Oeste, SC, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas aleatoriamente 9 propriedades no município de São João do Oeste, localizado na região extremo oeste do estado de Santa Catarina. O município (Figura 1)

apresenta 163,304 km² de área e seu relevo é classificado com terras acidentadas e onduladas principalmente (IBGE,2012; SÃO JOÃO DO OESTE, 2013).

Figura 1 – Mapa da localização do município de São João do Oeste/ SC



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

A população atual do município é de 6036 habitantes, gerando uma densidade populacional de 366,96 hab/km² (IBGE, 2012). A densidade de suínos no município é de 615,42 suínos/ km² tendo, em média, 16,65 suínos/ hab no município.

Através de dados cedidos pela secretaria da agricultura da prefeitura municipal constatou-se que 30 propriedades trabalham com criação de UPL's (matrizes com leitões ou prenhas), 11 com creches, 86 com terminação, 6 com sistemas wean to finish (creche e terminação em uma mesma instalação) e 2 ciclos completos (matrizes + creche + terminação). Estas unidades de criação de suínos estão distribuídas por todo o território do município. Resultando em um total de 82160 cabeças de suíno no município.

Levando-se em consideração que a grande maioria das propriedades do município possuem criação de suínos na fase de terminação, optou-se por selecionar as propriedades do estudo, apenas entre aquelas que apresenta o sistema de terminação, por apresentarem uma maior representatividade em termos de área desolo com aplicação do dejetos, além de promover uma pequena homogeneização dos resultados, devido as diferentes formas de manejo e alimentação dos animais.

Segundo Embrapa(2004) a região de Itapiranga, na qual se enquadra o município de São João do Oeste os principais tipos de solo que a compõe são Latossolo Vermelho Distrófico, Nitossolo Vermelho e Cambissolo Háplico.

Em cada uma das propriedades foram amostrados solos de áreas mais intensivamente adubadas com esses dejetos e por um longo período de tempo. Também foram obtidas informações quanto ao tempo de aplicação de dejetos suíno no solo, ao manejo dos dejetos, sistema de cultivo, preparo do solo, culturas e sistemas de produção mais utilizados. Para cada propriedade em estudo foi feita uma análise em triplicata, tanto para solo como para dejetos suíno, de maneira a tornar mais confiável o resultado final.

Para a análise de solo, tomou-se ao acaso 15 pontos, para cada área de estudo, amostrando camadas de 0 a 20 cm. De cada local, tomou-se, aproximadamente 500g de terra, que constitui uma amostra simples. Estas amostras simples foram reunidas em um recipiente para formação de uma amostra composta, da qual foram retiradas as subamostras para a triplicata. Todos os materiais coletados foram manuseados e acondicionados em recipientes de plástico, para evitar qualquer possibilidade de contato com outras fontes de elementos metálicos, para não haver contaminação das amostras (MATTIAS, 2006). Conforme

procedimento descrito por Mattias (2006), Seganfredo (2013), a amostra de solo representativa foi a superficial, de até 20 cm de profundidade, para determinação de teores de metais pesados.

O processo de secagem, peneiramento, digestão ácida e leitura do teor de metais pesados foi realizado pelo laboratório de Análises Agronômicas Maravilha localizada no município de Pato Branco, Paraná. A metodologia de digestão utilizada pelo laboratório é Mehlich 1 e a leitura feita com espectrofotômetro.

Para amostragem de dejetos suínos líquidos, não existem metodologias específicas que apresentem as etapas a serem seguidas. Como todos os produtores do município de São João do Oeste dispõem os dejetos em esterqueiras foi determinado como promover a coleta de amostras representativas. Primeiramente foi feita a homogeneização do volume de dejetos suínos na esterqueira. Coletou-se o resíduo e este foi armazenado em um recipiente plástico com tampa. Para cada propriedade, na mesma esterqueira o processo foi repetido 3 vezes (triplicata), para garantir que o resultado seja representativo.

O processo de secagem, digestão ácida e leitura do teor de metais pesados foi realizado pelo laboratório da Epagri localizada no município de Chapecó. A metodologia de digestão utilizada pelo laboratório é a citada por Tedesco et al. (1995) e a leitura feita com espectrofotômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analíticos dos teores disponíveis de Cu, Mn e Zn no solo para as diferentes propriedades do município de São João do Oeste encontram-se na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 – Teor médio de Cu, Mn e Zn no solo por propriedade e correlação entre amostras

Propriedades	Cu	Zn	Mn
	Teor médio mg/kg	Teor médio mg/kg	Teor médio mg/kg
Prop 1	19,49 a	2,70 cde	154,24 ab
Prop 2	15,10 b	2,72 bcd	136,61 abc
Prop 3	5,93 f	1,42 de	144,35 a
Prop 4	15,61 b	2,06 de	124,41 cd
Prop 5	8,08 e	4,75 a	64,82 d
Prop 6	19,07 a	1,17 e	165,94 e
Prop 7	6,98 ef	1,72 de	77,36 e
Prop 8	8,22 e	4,25 ab	115,42 bcd
Prop 9	13,25 c	4,09 abc	162,58 a
Controle	11,36 d	2,20 de	159,27 ab

Obs.: letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias

As amostras de controle são caracterizadas por nunca terem recebido dejetos suínos. Trata-se de uma área de mata nativa, localizada nas áreas limdeiras às propriedades utilizadas na pesquisa, os teores de metais pesados da área de controle são encontrados na Tabela 1. A partir de uma área de controle, há a possibilidade de fazer-se afirmações sobre a possibilidade de acúmulo de metais pesados no solo, ou não.

Tabela 2 – Teor médio de Cu, Mn e Zn no dejetto por propriedade e correlação entre amostras

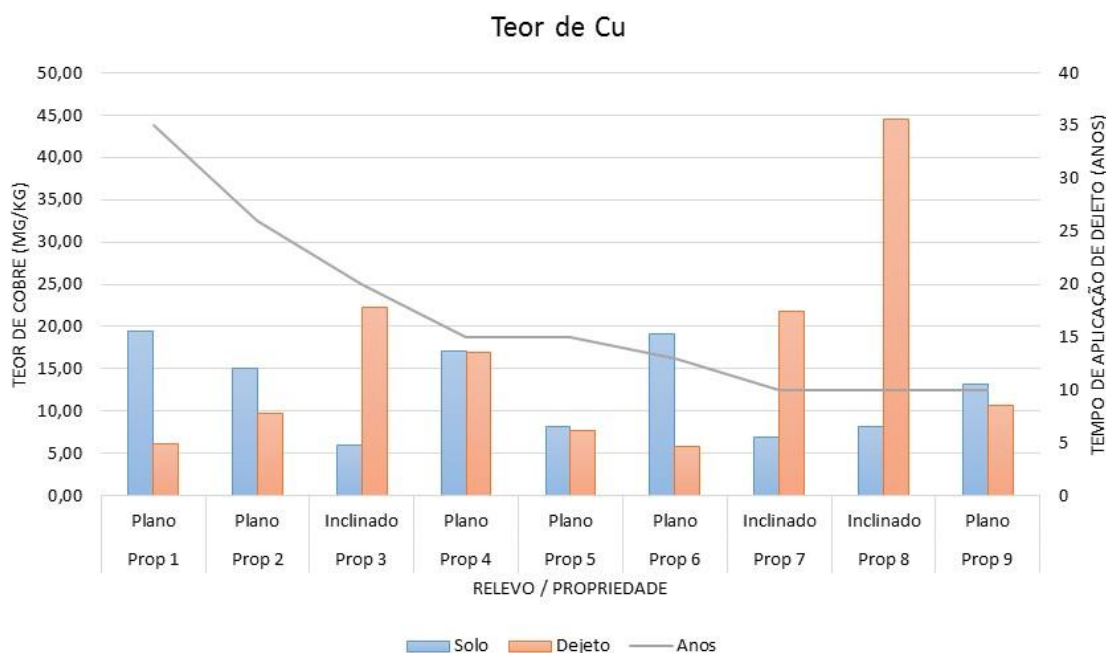
Propriedades	Cu	Zn	Mn
	Teor médio mg/kg	Teor médio mg/kg	Teor médio mg/kg
Prop 1	6,57 ef	5,65 de	15,30 f
Prop 2	9,65 de	3,43 e	32,30 b
Prop 3	20,60 bc	19,70 c	58,15 c
Prop 4	17,13 c	9,49 d	25,00 e
Prop 5	7,66 def	16,20 c	34,80 c
Prop 6	5,88 f	28,97 b	49,25 a
Prop 7	21,77 b	18,99 c	47,45 d
Prop 8	44,49 a	37,06 a	111,60 d
Prop 9	10,36 d	32,25 ab	57,70 b

Obs.: letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias

Para todos os micronutrientes foram feitas correlações entre os teores dos mesmos; Cu, Mn e Zn; presentes no solo e no dejetto suíno, relacionando-os com o tempo de aplicação de dejetto no solo e tipo de relevo (Figuras 2, 3 e 4).

Conforme Nogueirol (2012), as metodologias Mehlich 1 e Tedesco et. al (1995), apresentam dados estatisticamente parecidos de maneira que comparações podem ser feitas sem que haja grandes distorções nas análises realizadas.

Figura 2 – Teor médio de Cu presente em amostras de solo e dejetto, relevo da área de coleta do solo e tempo de aplicação de dejetto suíno nas áreas de estudo



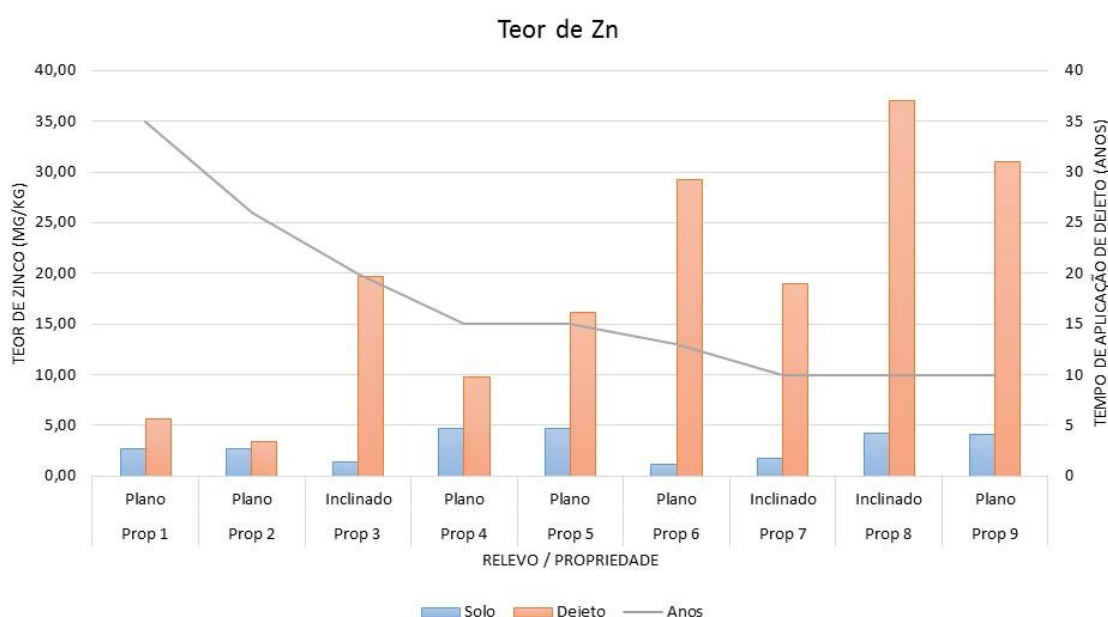
Como pode ser observado na Figura 2, na medida que teores de Cu no solo são maiores que os presentes no dejetto suíno (Tabelas 1 e 2), podendo representar um acúmulo deste

elemento no solo. Este resultado apenas não é constatada em solos com um relevo declivoso, no qual podemos considerar que há possíveis perdas por erosão.

Também pode-se constatar na Figura 2 que quanto maior o tempo de aplicação de dejetos no solo, maior a acumulação de Cu no solo, exceto para as propriedades que apresentam um relevo inclinado pelos mesmos motivos citados anteriormente.

O teor de Cu (Figura 2) obtido pelas análises apresentou diferenças significativas entre as propriedades do estudo. Nas áreas com aplicação de dejetos suíno da fase de terminação os teores variaram de 5,88 mg/kg (Propriedade 3) a 19,49 mg/kg (Propriedade 1) (Tabela 1). Analisado as propriedade individualmente, já há locais que apresentam um teor maior de Cu em relação ao controle do estudo, como é o caso das propriedades 1, 2, 4, 6 e 9, mais da metade das analisadas, o que pode identificar acúmulo deste micronutriente no solo.

Figura 3 – Teor médio de Zn presente em amostras de solo e dejetos, relevo da área de coleta do solo e tempo de aplicação de dejetos suíno nas áreas de estudo



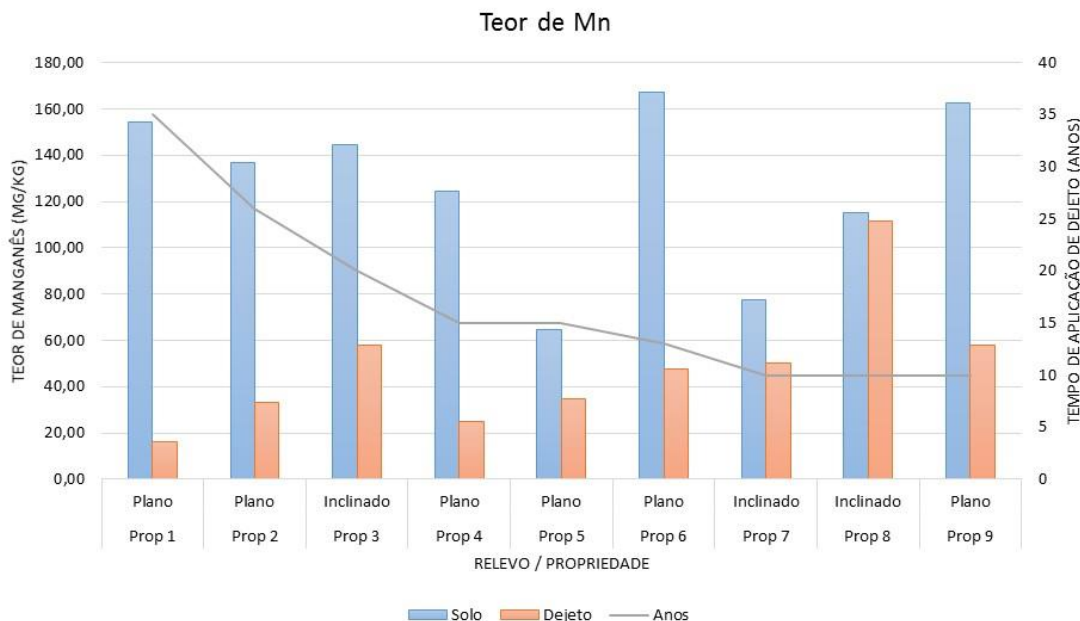
Pode ser constatado na Figura 3, que os teores de Zn no dejetos suíno são maiores que no solo (Tabelas 1 e 2), isto pode estar relacionado a uma grande quantidade de Zn adicionada a alimentação dos animais para evitar problemas de saúde dos animais e suprir a carga necessária de micronutrientes.

O tempo de aplicação de dejetos suíno no solo não tem interferência na acumulação de zinco no solo. Porém é perceptível, que nas propriedades que apresentam declividade na área de coleta, tem uma maior diferença entre teor de Zn no dejetos e no solo.

Os teores de Zn entre as propriedades apresentaram pouca diferença entre si (Figura 3), nas áreas de aplicação de dejetos suíno da fase de terminação o teor de zinco variou de 1,17 mg/kg (Propriedade 6) a 4,75 mg/kg (Propriedade 5) (Tabela 1). Comparando os resultados individuais das propriedades com o controle, já há locais que apresentam um teor maior de Cu em relação ao controle do estudo, como é o caso das propriedades 1, 2, 5, 8 e 9 mais da metade das analisadas, o que pode identificar acúmulo deste e alteração do teor deste micronutriente no solo.

Desta forma, torna-se recomendável um monitoramento periódico dos teores existentes de Zn e Cu na área de disposição, para evitar o acúmulo e possíveis riscos ambientais no momento em que estes teores ultrapassarem limites de prevenção presentes na legislação.

Figura 4 – Teor médio de Mn presente em amostras de solo e dejetos, relevo da área de coleta do solo e tempo de aplicação de dejetos suíno nas áreas de estudo



Valores muito maiores de Mn no solo, em relação a seu teor no dejetos suíno (Figura 4) (Tabelas 1 e 2) remetem a possibilidade de que o solo natural da região apresenta uma grande quantidade deste elemento, não sendo exclusivamente uma acumulação do metal pesado presente no dejetos suíno aplicado nestes locais.

Os resultados obtidos para teores de Mn (Figura 4) no solo com aplicação de dejetos suíno tiveram valores com diferenças significativas entre as propriedades, variando de 64,82 mg/kg (Propriedade 5) a 165,94 mg/kg (Propriedade 6). Apenas uma das propriedades apresentou valor de Mn acima do controle, reforçando que estes resultados não tem ligação direta com a aplicação de dejetos suíno nas propriedades.

Relações entre solo com e sem dejetos suíno muito parecidas aos resultados encontrados neste estudo (Figuras 2, 3 e 4) foram apresentados por Santos (2014). Para solos sob mata nativa os teores disponíveis foram de 0,9 mg/kg para Zn; 0,47 mg/kg para Cu e 96,23 mg/kg para Mn. Já solos tratados com dejetos suíno de animais no período de terminação tiveram valores médios de 2,31 mg/kg para Zn; 2,41 mg/kg para Cu e 88,01 mg/kg para Mn, nos estudos de Santos (2014). Para Santos (2014) foram encontrados resultados de acúmulo para Cu e Zn, mas não para Mn.

Os teores disponíveis em áreas com aplicação de dejetos e controle foram muito semelhantes. Situação semelhante foi apresentada por Basso et. al (2012); Mattias et. al (2010) e Santos (2014), identificando situações em que o solo sem aplicação de dejetos eram semelhantes ou até maiores que solos que apresentavam a aplicação do dejetos por vários anos. Isto pode ser devido, principalmente, ao material de origem dos solos (basalto). O basalto é uma rocha rica em materiais que dão origem a minerais de argila e óxidos ricos em metais (SANTOS, 2014).

Torna-se importante ressaltar que os estudos deste trabalho, bom como os de Basso et. al (2012); Mattias et. al (2010) e Santos (2014), não apresentam dados controlados, pois são realizados no solo das propriedades em que diversos fatores naturais e antrópicos podem interferir nos teores de metais pesados.

Além disto, a topografia regional é fortemente acidentada com ocorrência constante de precipitações de grande intensidade, que pode ocasionar uma remoção intensa do solo que pode

causar a perda dos metais pesados por erosão, podendo até mesmo transportá-los de uma área contaminada para um solo sob mata nativa que diretamente não receberia uma carga antrópica de metais pesados.

No ano de 2009 o Conselho Nacional do Meio Ambiente publicou a resolução nº 420, que dispõe sobre critérios e valores orientados de qualidade do solo quanto a presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Em seu anexo II apresenta uma lista de valores orientados para solos e águas subterrâneas.

Tabela 3 – Lista de valores orientadores para solos e para águas subterrâneas.

Substância	CAS nº (*)	Referência de qualidade	Solo (mg/kg de peso seco) (1)			
			Prevenção	Agrícola APMax	Residencial	Industrial
Cobre	7440-50-8	E	60	200	400	600
Manganês	7439-96-5	E	-	-	-	-
Zinco	7440-66-6	E	300	450	1000	2000

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 420/2009 (1) – Para comparação com valores orientados, utilizar as recomendações dos métodos 3050b (exceto para o elemento Mercúrio) ou 3051 da USEPA – SW – 846 ou outro procedimento equivalente, para digestão ácida de amostras de solo na determinação das substâncias inorgânicas por técnica espectométrica.

(*) os Códigos CAS são números de registro presentes no banco de dados do *Chemical Abstract Service* - CAS, designados às substâncias, de maneira sequencial, à medida que estas são colocadas na Base de Dados do CAS. Cada número de registro CAS é um identificador numérico único, que representa apenas uma substância, mas não possui significado químico. (ANVISA, 2014).

Segundo Pelozato (2011), o método USEPA 3050B faz a extração, em média, 45% a mais de Cu que o método proposto por Tedesco et al. (1995) que faz uso do extrator HCl. Vários estudos apresentam, relações muito boas entre a metodologia que utiliza HCl como extrator e o extrator Mehlich. Nogueirol (2012); Borges e Coutinho (2004) e Bortolon (2005) apresentam estudos que apresentam igualdade estatística entre as duas metodologias.

Desta forma, para fazermos uma comparação dos resultados obtidos com a tabela de referência há a necessidade de fazermos uma relação de valores, mesmo assim, alcançando um valor aproximado de 22,5 mg/kg de Cu ainda estaria abaixo do valor de prevenção para este elemento. Já para zinco os valores determinados através de USEPA3050B seria 36% maiores que Tedesco et al. (1995), de maneira que os resultados totais estariam em torno de 4,86 mg/kg de Zn, permanecendo abaixo dos valores de referência. Ainda não há valores nacionais de referência para teores de Mn, de maneira que os estudos comparativos podem ser feitos apenas com áreas de controle em que se garanta que nunca houve a aplicação de dejetos suíno ou qualquer que seja a contaminação com Mn.

Sendo assim, os valores médios de 12,37 mg/kg; 127,47 mg/kg e 3,06 mg/kg; de Cu, Mn e Zn respectivamente, estão abaixo dos valores orientados de prevenção. Isto nos mostra que, comparados com a Tabela 3, a princípio a atividade da suinocultura apesar de ser um contaminante potencial de metais pesados no solo, não está apresentando estes efeitos.

Vários estudos realizados em solos com características parecidas com os solos de São João do Oeste já foram realizados, e algumas considerações podem ser feitas. Conforme apresentado por Simioni (2001) em solos do Oeste Catarinense os valores de Cu, Mn e Zn para os dois principais tipos de solo da região de estudo, conforme apresentado na Tabela 4:

Tabela 4 – Análises químicas dos tipos de solo do experimento antes de aplicação de dejetos; Concórdia/SC

VARIÁVEL	CAMBISSOLO	LATOSSOLO
Cu (mg/kg)	6,8	7,2
Mn (mg/kg)	13	70
Zn (mg/kg)	7,1	1,7

Fonte: Adaptado de Simioni (2001)

Os resultados médios (Tabela 4) acima já apresentam valores maiores, do que os apresentados na Tabela 1, para Cambissolo; e em relação a Latossolo os valores médios dos teores encontrados por Simioni (2001) são menores, reforçando o quanto as características do solo são importantes quando se trata de presença ou não de metais pesados.

Como apresentado por Scherer (2010), os teores de Cu e Zn disponíveis, em média, a uma profundidade de 20 cm em Latossolo e Cambissolo sob mata nativa e uso agrícola com aplicação de dejetos suíno temos os seguintes valores (Tabela 5):

Tabela 5 – Teores de Cu e Zn em solos característicos do Oeste de Santa Catarina, em área de mata nativa e solos com aplicação de dejetos suíno

ÁREA	MICRONUTRIENTE	LATOSSOLO	CAMBISSOLO
Mata Nativa	Cu (mg/kg)	4,43	7,57
	Zn (mg/kg)	3,23	8,46
Dejetos suíno (15 anos)	Cu (mg/kg)	7,13	12,16
	Zn (mg/kg)	9,76	17,43
Dejetos Suíno (> 20 anos)	Cu (mg/kg)	7,8	16,06
	Zn (mg/kg)	16,3	28,83

Fonte: Adaptado de Scherer (2010)

Conforme apresentado por Hugen (2013) algumas concentrações médias de Cu e Zn para solos nacionais e catarinenses temos os seguintes valores (Tabela 6).

As análises apresentadas por Hugen (2013) são referentes a extração de metais pesados com o método de água régia, havendo a possibilidade de fazer uma relação com os resultados apresentados por Anjos e Mattiazzo (2001). Desta forma, podemos levantar uma relação entre os métodos utilizado pelo autor (água régia) e as análises efetuadas no presente trabalho com a metodologia Mehlich.

Tabela 6 – Valores médios do teor de Cu e Zn no estado de Santa Catarina e no Brasil

ELEMENTOS	Localidade	
	Brasil	Santa Catarina
	Teor em mg/kg	
Cu	16	29
Zn	24	39

Fonte: Hugen (2013)

A relação entre as duas metodologias (Mehlich e água régia) para os teores de Cu é de uma extração de 74,69% maior por água régia e para Zn de 74,07% maior. Desta forma, comparando com os dados do solo de São João do Oeste, com os valores convertidos a uma possível extração por água régia temos os seguintes teores: 21,98 mg/kg para o Cu e 3,83 mg/kg para o Zn. Assim, comparando com os resultados da Tabela 6, os teores de metais pesados em solos do município com aplicação de dejetos, estariam abaixo dos valores médios para Santa Catarina e solos sem aplicação de dejetos.

Através deste valores da literatura é possível detectar que o uso de dejetos suíno como fertilizante para as culturas desenvolvidas nas atividades agrícolas ainda não são elevados, pois estes refletem teores de metais pesados menores que em um solo livre de dejetos suíno.

Estudo promovido por Santos (2010), em 2 tipos de solo sem adição de dejetos suíno apresentavam valores de 7,1 mg/kg de Cu; 78 mg/kg de Mn e 5,3 mg/kg de Zn para Nitossolo através de extração apresentada por Tedesco et. al. (1995). Já para as análises realizadas com dejetos suíno em unidades de terminação os valores médios encontrados foram de 72 mg/kg de Cu; 35 mg/kg de Mn e 63 mg/kg de Zn. Comparando com as médias conferidas através das análises do solo de São João do Oeste, os valores de Santos (2010) para Cu e Zn foram bem mais altos, exceto para o Mn. Isto pode ser decorrente do relevo da região que se apresenta de forma fortemente ondulado e o cultivo do solo sob preparo convencional por longos anos no passado, pode ter favorecido o processo erosivo e a remoção dessa camada mais superficial do solo e, conseqüentemente, o arraste e perda dos metais pesados. Logo, comparando-se as médias dos resultados obtidos (Tabela 1) com a literatura, o solo do município de São João do Oeste apresenta teores baixos de Cu e Zn.

Já para os teores de Mn, que se apresentaram muito mais elevados, podem estar relacionados com um valor de pH mais baixos que favorecem o acúmulo de Mn e também por este elemento ser comum em solos que derivam do basalto. Como apresentado por Mattias (2006), os resultados para Mn são interessantes, pois não são objeto corriqueiro de estudo, pois seus teores serem normalmente elevados naturalmente nos solos, que em várias situações pode interferir nos resultados dos estudos.

Valores de referência para metais pesados no estado de Santa Catarina, foram propostos por Hugen (2010), e refletem os seguintes dados: para Cu 111 mg/kg de solo e para Zn 61 mg/kg de solo. Valores de referência são concentrações de determinada substância presente no solo naturalmente sem impacto de atividade humana, este valor tem serventia, principalmente, para fazermos julgamentos sobre a qualidade ambiental do solo, além de auxiliar no estabelecimento de valores máximos. Desta maneira, comparando-se com os dados obtidos nas análises, os solos do município de São João do Oeste ainda não apresentam padrões de contaminação no solo.

Em termos de disponibilidade para as plantas, segundo as faixas de interpretação da CQFS – RS/SC (2004), os teores encontrados onde há a aplicação de dejetos suíno, na camada superficial do solo, estão muito acima dos valores considerados altos para o solo, que são de >0,4 mg/kg para Cu; >5 mg/kg para Mn e >0,5 mg/kg para Zn. Contudo, estes valores são estabelecidos basicamente como altos para subsidiar as recomendações de adubação. Estes valores classificados como altos não possuem conotação de efeito tóxico, mas de não necessidade da aplicação destes micronutrientes, considerando-se a nutrição das plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com os níveis de metais pesados; Cu, Mn e Zn; abaixo do descrito na atual legislação, a utilização de dejetos suíno sem tratamento deve ser moderada no sentido que a biodisponibilidade destes está relacionado a diversos fatores, como por exemplo a mineralização na matéria orgânica, características do solo com pH, podendo a biodisponibilidade ser alterado ao longo do tempo e da intensidade das aplicações.

Por mais que os resultados não apresentem um teor de metais pesados elevada, eles devem servir de alerta, pois a carga de entrada destes micronutrientes com aplicações sucessivas de dejetos suíno é elevada, e os solos podem não ser adequados para este tipo de recebimento.

O solo apresenta uma grande capacidade de inativar materiais potencialmente prejudiciais ao meio ambiente. Alguns solos possuem grande capacidade de adsorver os metais pesados, porém no momento em que a capacidade de adsorção for ultrapassada, estes elementos

podem ser lixiviados, colocando em risco a qualidade ambiental. Caso os metais ou o solo venham a sofrer transformações químicas, pode ocorrer a disponibilização de elementos antes imobilizados.

Recomenda-se para estudos futuros para uma avaliação mais eficiente e melhor entendimento sobre as questões de metais pesados presentes no solo, devido a aplicação de dejetos suíno, levar-se em consideração as características do próprio dejetos e do solo no qual está sendo aplicado como pH, capacidade de troca catiônica, matéria orgânica, entre outros.

Para produção de um estudo mais detalhado se torna necessário a realização de análise de teores totais de metais pesados no solo, pois como cada solo apresenta características diferentes de adsorção deste elementos, os resultados da disponibilidade deste metais podem não revelar uma possível contaminação. Neste sentido é interessante a utilização da metodologia proposta pela Resolução 420 de 2009 do CONAMA para facilitar as comparações de resultados.

Em se tratando de dejetos suíno estudos futuros sobre teores de fósforo e nitrogênio viriam a enriquecer este trabalho, pois estes nutrientes se apresentam em grande quantidade no dejetos suíno e se lixiviados até corpos d'água, estes são os principais alimentos necessários para as algas que podem vir a causar eutrofização em recursos hídricos superficiais.

DETERMINATION OF COPPER, ZINC AND MANGANESE IN AGRICULTURAL SOILS WITH APPLICATION OF SWINE MANURE IN SÃO JOÃO DO OESTE / SC

Abstract

In the present study been evaluated the effects of applying swine manure over the years in soils of 9 properties in São João do Oeste, SC; being rated the content of the heavy metals to a depth of 20 cm. Collecting samples of soil and manure was performed by analyzing the concentrations of copper (Cu), manganese (Mn) and zinc (Zn). This study aimed to determine the possible contamination of land from municipality through comparisons of the data with reference values of law and literature. The results of laboratory analyzes found in soil application of swine manure with average contents of 12,85mg / kg for Cu; 127,58mg / kg for Mn and 2,90mg / kg for zinc. For samples of swine manure, the mean values were 16,14mg / kg for Cu; 48,21mg / kg for Mn and 18,99mg / kg for Zn. It found small accumulations of Cu and Zn in the soils of São João do Oeste, since the Mn in the soil may be the responsibility of the soil-forming rock.

Keywords: Soil. Swine manure. São João do Oeste. Heavy metal content.

REFERENCIAL TEÓRICO

ABREU, C. A.B; ABREU, M. F.; BERTON, R. S . Análise química de solo para metais pesados. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. (Org.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002, v. 2, p. 645-692. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/13086330/Analise-Quimica-de-Metais-Pesados-Em-Solos>>. Acesso em: 23 Maio 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). CÓDIGO CAS. 2014. Disponível em:

<<http://www.anvisa.gov.br/datavisa/Substancia/CodigoCAS.htm>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

ALLOWAY, B. J. (Ed.). **Heavy metals in soils.** Glasgow: **Blackie Academic & Professional.** [S.l.]: Blackie Academic & Professional, 1990. 339 p.

ANJOS, A. R. M. dos; MATTIAZZO, M. E.. Extratores para Cd, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn em Latossolos tratados com biossólido e cultivados com milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p.337-344, abr. 2001.

BASSO, C. J. et al. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p.653-659, abr. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n4/a11712cr5222.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M.. METAIS PESADOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE BIOSSÓLIDO. II - DISPONIBILIDADE. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, [s. L.], v. 28, n. 1, p.557-568, mar. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v28n3/a16v28n3.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

BORTOLON, L. **MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA AS PLANTAS EM SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL.** 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13766/000648440.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

CERETTA, Carlos Alberto et al . Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 38, n. 6, Jun. 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000600009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 Jun. 2014.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (Porto Alegre). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.. **MANUAL DE ADUBAÇÃO E DE CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA.** 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 404 p. Disponível em: <http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2014.

CONAMA. (Brasil). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução no 420, 30 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto a presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Disponível

em: <http://www.aguaseaguas.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=284:resolucao-no-420-28-de-dezembro-de-2009&catid=66:legislacoes-conama-mma&Itemid=249>. Acesso em: 25 Maio 2014.

FADIGAS, F.S. et al . Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos brasileiros. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 10, n. 3, Set. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000300024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 Maio 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (Santa Catarina). **SOLOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745 p. Disponível em: <<ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/.../1/BPD-46-2004-Santa-Catarina-.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2014.

GRÄBER, I. et al. Accumulation of Copper and Zinc in Danish Agricultural Soils in Intensive Pig Production Areas. **Danish Journal Of Geography**, [S.l.], v. 105, n. 2, p.15-22, jun. 2005. Disponível em: <<http://rdgs.dk/djg/pdfs/105/2/02.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2014.

GUILHERME, L. R. et al.. Elementos – traço em solos e sistemas aquáticos. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2005. v 4. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/230683147_ELEMENTOS-TRAO_EM_SOLOS_E_SISTEMAS_AQUATICOS/file/d912f502e8a6f5d21d.pdf> Acesso em: 26 maio 2014.

HOPPE, S.. **Da fronteira agrícola à agroindustrialização: o caso de São João do Oeste**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2009. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/2/TDE-2009-11-26T150607Z-372/Publico/Stefan Hoppe.pdf>. Acesso em: 23 maio 2014.

HUGEN, C. et al. Teores de Cu e Zn em perfis de solos de diferentes litologias em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p.622-628, mar. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n6/v17n6a08.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **São João do Oeste: Pecuária - 2012**. 2012. Disponível em: <<http://cidadeS.l.bge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=421625&idtema=121&search=santa-catarina|sao-joao-do-oeste|pecuaria-2012>>. Acesso em: 26 maio 2014.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H.. **Trace Elements in Soils and Plants**. 4. ed. [S.l.]: Crc Press, 2011. 534 p. Disponível em: <http://www.petronet.ir/documents/10180/2323242/Trace_Elements_in_Soils_and_Plants>. Acesso em: 23 maio 2014.

KONZEN, E. A.. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção**. 5. ed. Sete Lagoas, Mg: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 33 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/484473>>. Acesso em: 15 maio 2014.

LIMA, G.J.M.M.A. Poluição ambiental por dejetos de suínos e o papel dos técnicos e nutricionistas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, c2005. Disponível em:<<http://www.bichoonline.com.br/2008/pesquisa.asp?busca=a%20polui%C3%A7%C3%A3o%20ambiental>>Acesso em: 21 maio 2014.

MATTIAS, Jorge Luis. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/teses/Tese%20Mattias-PDF-Dez-2006.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2014.

MATTIAS, J. L. et al . Cobre, zinco e manganês em solos de duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina, com uso intensivo de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa , 0 v. 34, n. 4, ago. 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000400040&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 Nov. 2014.

NOGUEIROL, R. C. **Práticas de manejo e avaliação de extratores em solos da região tropical úmida**. 2012. 98 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-26032012-110343/en.php>>. Acesso em: 30 out. 2014.

PELOZATO, Michelle et al. Comparação entre métodos de extração de cádmio, cobre e zinco de solos catarinenses derivados de basalto e granito-migmatito. **Revista de Ciências Agroveterinárias.**, Lages, v. 10, n. 1, p.54-61, set. 2011. Disponível em: <http://rca.cav.udesc.br/rca_2011_1/7pelozato.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PILON, C. N. et al. **Diagnóstico das propriedades suinícolas da área de abrangência do consórcio lambari, SC**. Concórdia: Embrapa, 2003. 33 p. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/doc84.pdf>. Acesso em: 20 maio 2014.

SANTOS, R. C. **APLICAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNO EM SOLO: ASPECTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS DO PERCOLADO.** 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25951/000753317.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 nov. 2014.

SANTOS, R. C. **COBRE, ZINCO, MANGANÊS E SÓDIO EM RAÇÕES, DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS E SOLOS DE ÁREAS DE USO AGRÍCOLA.** 2014. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/104836/000940543.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

SÃO JOÃO DO OESTE (Santa Catarina). **Apresentação:** São João do Oeste. 2013. Disponível em: <<http://www.saojoao.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/9656#.U7BL-vldXuE>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N.. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 31, n. 1, Feb. 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000100013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 maio 2014.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. SEÇÃO VIII - FERTILIZANTES E CORRETIVOS: ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO INFLUENCIADOS POR SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE DEJETOS SUÍNOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DE SANTA CATARINA. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, [s. L.], v. 34, n. 1, p.1375-1383, maio 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n4/34.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

SEGANFREDO, M. A.. **Fósforo, cobre e zinco em solos submetidos à aplicação de dejetos animais: teores formas e indicadores ambientais.** 2013. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/77002/000893573.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 28 maio 2014.

SIMIONI, J.. Avaliação dos riscos ambientais pela acumulação de Cu e Zn nos solos fertilizados com dejetos de suínos. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de e Mestrado em Agroecossistemas do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82105/207084.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 06 maio 2014.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, URGs, 1995. 170 p.