

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE SOLUÇÕES SANITIZANTES
EMPREGADAS EM PEDILÚVIO PARA BOVINOS NO LEITE E
SOLO**

Daniel Silva Goulart
Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Franco da Silva

GOIÂNIA
2011

DANIEL SILVA GOULART

**DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE SOLUÇÕES SANITIZANTES
EMPREGADAS EM PEDILÚVIO PARA BOVINOS NO LEITE E
SOLO**

Dissertação apresentada para obtenção
do grau de Mestre em Ciência Animal
junto à Escola de Veterinária e Zootecnia
da Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:

Patologia Clínica e Cirurgia Animal

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Antônio Franco da Silva

Comitê de Orientação:

Profa. Dra. Maria Clorinda Soares Fioravanti

Dr. José Rubens Gonçalves

Goiânia

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Goulart, Daniel Silva.
G694d Detecção de resíduos de soluções sanitizantes empregadas em pedilúvio para bovinos no leite e solo [manuscrito] / Daniel Silva Goulart. – 2011.
80 f. : il, figs, tabs.

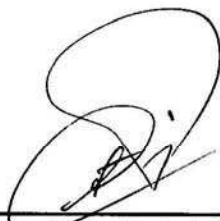
Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Franco da Silva; Coorientadora: Profª. Drª. Maria Clorinda Soares Fioravanti.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal d Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2011.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, abreviaturas, quadros e tabelas.

1. Pedilúvio (Bovinos) – Sanitização. 2. Contaminação Ambiental. I. Título.

CDU: 579.62:636.2

DANIEL SILVA GOULART

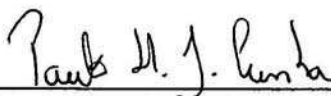
Dissertação defendida e aprovada em **04/07/2011**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Luiz Antônio Franco da Silva
(ORIENTADOR (A))



Prof. Dr. Alfredo Borges de Campos – IESA/UFG



Prof. Dr. Paulo Henrique Jorge da Cunha – EV/UFG

Dedico este trabalho e todos os que venha a concluir a meu irmão Thiago o qual me fortalece todos os dias, mesmo não estando presente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e pelas oportunidades.

Agradeço ao meu pai e minha mãe por me apoiarem em tudo que proponho a fazer e pelo amor incondicional.

Agradeço a minha noiva Camila, pelo companheirismo paciência e tudo mais que a gente tem vivido junto nos últimos oito anos.

Aos meus avós (Luziano e Laurinda), que são as pessoas que me apresentaram à rotina rural.

A minha sogra Daise, a Dona Joana e ao Daylon (meu cunhado) que sempre estão juntos nos momentos alegres e tristes.

Aos estagiários Leandro e Jordanna (hoje já formados), Morgana, Sabrina, Carlos, Paulo e Jéssica.

Aos funcionários da EVZ/UFG Vilda, Teotônio, Winder, Wesley e Elton que auxiliaram na pesquisa.

Aos meus co-orientadores Prof^a. Maria Dr^a. Clorinda Soares Fioravanti e José Rubens.

Aos amigos que fiz na Universidade Ivete, Cássia, Carol e Rogério que nos acompanha estando perto ou longe.

A todos os professores da Universidade que me acompanham desde o início do curso de graduação.

Ao Prof. Dr. Alfredo que de braços abertos nos recebeu e que sem sua ajuda o experimento não seria realizado.

Ao colega e agora Prof. Leandro pelas boas (e más) idéias no início do experimento.

Ao CPA e Prof. Dr. Nonato que disponibilizou os laboratórios para preparação do leite para dosagem de cobre no leite, e a CCS (contagem de células somáticas).

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique, membro da banca, um dos primeiros a motivar o trabalho com bovinos.

Ao Prof. Dr. Luiz Franco, que como orientador e amigo, sempre esteve de prontidão para ajudar desde a metodologia até o resultado final do nosso

trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS ENFERMIDADES DIGITAIS E AS IMPLICAÇÕES DOS PRINCIPAIS PROTOCOLOS TERAPÊUTICOS EMPREGADOS NO TRATAMENTO DESSAS DOENÇAS NOS BOVINOS.....	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	4
2.1 Considerações sobre os princípios ativos mais empregados na formulação de soluções para uso em pedilúvio para bovinos	4
2.2 Resíduos de algumas substâncias empregadas em pedilúvio para bovinos....	5
2.3 Particularidades relacionadas ao cloro e ao cobre na composição de soluções sanitizantes utilizadas em pedilúvio para bovinos	7
2.5 Intoxicações pelo cobre e cloro	18
3 MÉTODOS LABORATORIAIS EMPREGADOS PARA AVALIAR OS NÍVEIS DE COBRE E CLORO.....	21
3.1 Cloro	21
3.2 Cobre	21
4 VALORES DE REFERENCIA PARA O COBRE E O CLORO.....	22
4.1 Níveis de cloro no leite	22
4.2 Níveis de cobre no solo e leite.....	22
REFERÊNCIAS	24
5 OBJETIVOS	30
5.1 Geral.....	30
5.2 Específicos	30

CAPÍTULO 2

RESÍDUOS DE SOLUÇÕES SANITIZANTES NO LEITE DE BOVINOS SAUDÁVEIS APÓS PASSAGENS EM PEDILÚVIO.....	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS	37
DISCUSSÃO	39

CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	43

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE RESÍDUOS DE COBRE EM SOLO TRATADO COM EFLUENTES DE ESTERQUEIRA PARA DEJETOS BOVINOS	46
INTRODUÇÃO	47
METODOLOGIA.....	49
RESULTADOS	54
DISCUSSÃO	57
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	61

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
---------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1- Esquema representativo da ação do cloro sobre microrganismos; penetração do ácido hipocloroso na parede bacteriana e; inibição enzimática por meio da oxidação dos grupos sulfidrílicos.	9
FIGURA 2 – esquema representativo do mecanismo de ação anti-séptico do cobre; ligação do cobre com os grupos sulfidrílicos de enzimas bacterianas; SH – grupo sulfidrílica; Cu^{2+} – cobre; H^+ – hidrogênio	15

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 – Esquema demonstrando os momentos de colheitas estabelecidos para a pesquisa de resíduos de hipoclorito de sódio e sulfato de cobre no leite bovino em experimento realizado na Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás no período de março a abril de 2010.....	36
--	----

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 – Estrutura em forma de colunas utilizada para acondicionar o solo. A: Ilustração esquemática; B: Ilustração fotográfica da parte inferior da coluna com orifícios para drenagem de água; C: Ilustração fotográfica da coluna, em experimento realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010.....	50
FIGURA 2 – Esquema demonstrando os momentos de colheitas de amostras de solo para pesquisa de resíduos de cobre no solo em experimento realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010	54

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1 – Valores de cloretos (mEq/l) no leite de vacas clinicamente saudáveis, antes e após passagens repetidas dos animais em pedilúvio, em experimento realizado na Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás no período de março a abril de 2010..... 38

TABELA 2 – Valores determinados do cobre (mg/kg) no leite de vacas clinicamente saudáveis, antes e após passagens repetidas em pedilúvio, em experimento realizado na Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás no período de março a abril de 2010..... 39

CAPÍTULO 3

TABELA 1 – Valores de cobre disponível para plantas determinado por meio de espectrofotometria, em solo depositado em colunas e tratado com efluentes de bovinos contendo solução de sulfato de cobre a 5%, durante estudo experimental realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010..... 56

TABELA 2 – Valores de pH do solo depositado em colunas e tratado com efluentes de bovinos contendo solução de sulfato de cobre a 5%, em estudo experimental realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010..... 57

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3

QUADRO 1 – Distribuição dos tratamentos de acordo com o material oriundo de esterqueiras empregadas na adubação em experimento realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010.....	51
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

a. C.	antes de Cristo
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
cm	Centímetro
COBEA	Colégio Brasileiro de Experimentação Animal
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EVZ	Escola de Veterinária e Zootecnia
ha	Hectare
kg	Quilograma
L	Litro
m ³	Metro cúbico
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Meio Ambiente
mEq	Miliequivalente
mg	Miligramas
ml	Mililitro
mm	Milímetro
pH	Potencial hidrogeniônico
PNCRB	Plano Nacional de Controle de Resíduos Biológicos
PNCRs	Plano Nacional de Controle de Resíduos
ppm	Parte por milhão
SCHER	Scientific Committee on Health and Environmental Risks
UFG	Universidade Federal de Goiás
USDA	United States Department of Agriculture

RESUMO

Apesar do hipoclorito de sódio e o sulfato de cobre serem compostos químicos utilizados na preparação de soluções empregadas em pedilúvio para bovinos, visando o tratamento e prevenção de enfermidades digitais, são escassas as informações técnicas com relação à produção de resíduos por estas substâncias nos produtos de origem animal. O objetivo desta pesquisa foi detectar, no leite e solo, os resíduos de produtos químicos empregados em pedilúvio para bovinos, desenvolvendo o trabalho em duas etapas. Na primeira estudou-se o resíduo de cloro e cobre no leite de vacas saudáveis após passagens sucessivas em pedilúvio contendo soluções formuladas com estas substâncias e estimou-se os custos das soluções. A presença de resíduos de cobre foi avaliada empregando espectrofotometria de absorção atômica e a de cloro por meio de dosagem de cloretos totais no leite empregando kit comercial. No experimento, utilizou-se 14 vacas saudáveis distribuídas em dois grupos (GI e GII) de sete animais cada. Em GI empregou-se solução de hipoclorito de sódio a 1% e em GII sulfato de cobre a 5%. As amostras de leite foram colhidas antes da passagem pelo pedilúvio (M0), após 24 (M1), 48 (M2) e 72 (M3) horas e 15 dias (M15), subsequentes a última passagem. Na análise estatística a comparação entre momentos de cada amostra das substâncias avaliadas foi realizada empregando o teste de Friedman, seguido pelo teste de Dunn's ($p < 0,05$). Concluiu-se que os valores de cloretos totais e de cobre no leite de bovinos saudáveis, após passagens diárias dos animais em pedilúvio por um período de sete dias, apresentaram algumas variações consideradas insuficientes para provocarem danos à saúde humana e as soluções medicamentosas não apresentaram custos exorbitantes. Na segunda etapa avaliou-se os resíduos de cobre em solo tratado com uma mistura de fezes e urina bovinas, simulando efluentes de esterqueira usada na bovinocultura, contendo ou não solução de sulfato de cobre. Inicialmente foram colhidas amostras de solo nas pastagens da EVZ/UFG, que foram acondicionadas em colunas de PVC subdivididas em quatro camadas. As colunas foram divididas em três tratamentos (CI, CII e CIII). O tratamento CI recebeu somente dejetos líquidos de bovinos e os tratamentos CII e CIII receberam este mesmo material adicionado de diferentes quantidades de solução de sulfato de cobre. Durante 120 dias foram simuladas chuvas sobre as colunas de PVC. Na análise estatística empregou-se a análise de variância seguida pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Observou-se que no tratamento CIII os níveis de cobre foram significativamente maior que em CI e CII. O mesmo ocorre em relação ao tratamento CII ao CI. Nos tratamentos CII e CIII observou-se que os níveis de cobre foram significativamente maiores na camada mais superficial do solo durante todo o período experimental. Conclui-se que os resíduos de cobre disponíveis para as plantas, em solo tratado com uma mistura contendo fezes e urina bovina associadas à solução de sulfato de cobre e água são maiores nas camadas mais superficiais do solo, não apresentaram alterações expressivas nas camadas mais profundas após chuvas consecutivas.

Palavras-chave: Hipoclorito de sódio, sulfato de cobre, cloretos, doenças digitais, contaminação ambiental

ABSTRACT

Copper sulfate and sodium hypochlorite are used in the preparation of cattle footbath solutions, aimed at treating and preventing digital diseases, but little is known about the residues that these substances leave in animal products. The purpose of this study was to evaluate, on soil and milk, residues left by chemicals used in cattle foot bath. The study was developed in two stages. In the first stage, the residual of chlorine and copper in the milk of healthy cows after successive passages in footbath solutions containing these substances was analyzed and the costs of the solutions were estimated. The presence of copper residues was evaluated using atomic absorption spectrophotometry and chlorine residues were evaluated by dosing total chloride in milk using a commercial kit. In the experiment, 14 healthy cows were divided into two groups (GI and GII) of seven animals each. In GI a solution of sodium hypochlorite 1% was used and in GII copper sulphate 5% was used. The milk samples were collected before the passage through the footbath (M0) after 24 (M1), 48 (M2) and 72 hours (M3) and 15 days (M15), following the last passage. Statistical analysis comparing the moments of each sample and the substances evaluated was performed using Friedman test followed by Dunn's test ($p < 0.05$). It was concluded that the values of total chloride and copper in the milk of healthy cattle, after daily passage in footbath for a period of seven days, showed some variations considered insufficient to cause harm to human health and the solutions did not show exorbitant costs. In the second stage, copper residues were evaluated in soil treated with a mixture of cattle feces and urine, simulating cattle liquid manure, containing or not copper sulfate solution. Initially samples were collected from soil in pastures of EVZ / UFG, which were placed in PVC columns divided into four layers. The columns were divided into three treatments (CI, CII and CIII). The CI treatment received only cattle liquid manure and the CII and CIII treatments received the same material added of different amounts of copper sulfate solution. During 120 days, rain was simulated on the PVC columns. In the statistical analysis, analysis of variance followed by the Scott-Knott test at 5% probability were used. It was observed that copper levels were significantly higher in CIII treatment than in CI and CII. The same is true regarding the treatments CII for CI. In treatments CII and CIII copper levels were significantly higher in the superficial layer of soil throughout the experimental period. It was concluded that copper residues available to plants in soil treated with a mixture containing bovine feces and urine associated with copper sulfate solution and water are higher in the upper layers of the soil showing no significant changes in the deeper layers after consecutive rains.

Keywords: Sodium hypochlorite, copper sulfate, chlorides, digital disease, environment contamination

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS ENFERMIDADES DIGITAIS E AS IMPLICAÇÕES DOS PRINCIPAIS PROTOCOLOS TERAPÊUTICOS EMPREGADOS NO TRATAMENTO DESSAS DOENÇAS NOS BOVINOS

1 INTRODUÇÃO

Muitos proprietários rurais, com o propósito de implementar avanços nos seus criatórios de bovinos têm introduzidos métodos de criação descritos como modernos. No entanto, estes, muitas vezes são utilizados de forma inadequada, influenciando diretamente na epidemiologia de enfermidades que acometem tais animais. Por esse motivo podem favorecer o aumento na ocorrência de doenças já existentes, estimulando o aparecimento de novas ou o recrudescimento de outras que se encontravam em estado de latência, resultando em grandes prejuízos para os criatórios (SILVA et al., 2001). Dentre estas principais enfermidades encontram-se as digitais, as quais favorecem o descarte prematuro dos animais acometidos, desencadeiam perdas na produtividade com diminuição da produção de leite e carne, reduz a fertilidade, além de requerer altos custos para o tratamento (GYORKOS et al., 1999).

Os custos dispensados com o tratamento das diferentes enfermidades que acometem os dígitos dos bovinos associados ao descarte precoce de animais de alto padrão zootécnico e aos serviços veterinários, podem chegar, respectivamente, a 7,92%, 38,39% e 51,77% do custo total da produção da fazenda durante o ano (BORGES et al., 1995). Apesar dessa realidade, o diagnóstico precoce, prevenção e tratamentos apropriados para afecções podais podem minimizar as perdas econômicas, reduzir o sofrimento do animal e tornarem os protocolos terapêuticos mais eficazes (SHEARER, 1998). Sobre o assunto, o pedilúvio tem mostrado uma ferramenta eficaz na prevenção e tratamento das doenças digitais (GREENOUGH, 2007).

O pedilúvio resume-se em um reservatório de produtos químicos ou medicamentosos que tem como finalidade prevenir e tratar as afecções podais em bovinos. Diversas soluções são utilizadas em pedilúvio podendo destacar as

de antimicrobianos, sulfato de cobre, hipoclorito de sódio e formol. No entanto, devido à preocupação com a saúde de consumidores a utilização de algumas substâncias geram dúvidas quanto à qualidade do produto final, deste modo pesquisadores citam a possibilidade de ocorrência de resíduos de antimicrobianos presentes nas soluções de pedilúvio (NOWROUZIAN & ZAREII, 1998; SHEARER et al., 1998; BRYDL et al., 2004; ZEMLJIC, 2004). No entanto, sem mencionar preocupação de resíduos de soluções sanitizantes e outros produtos químicos diferentes dos antibióticos no produto final. Diante dessa realidade não se deve ignorar a possibilidade desses produtos químicos deixarem resíduos tanto no leite como na carne, desagradando, assim, a classe consumidora, visto que, nos últimos anos, as mudanças ocorridas no perfil do consumidor têm sido expressivas.

Outro aspecto pertinente a produção de alimentos está relacionado com a observância em prejudicar o mínimo possível o meio ambiente. Da mesma forma que há uma preocupação com a qualidade dos alimentos, os consumidores tem exigido que a produção seja em consonância com o bem-estar do animal e do ser humano, com a preservação ambiental e com a saúde do homem (GONÇALVES, 2007). Assim, o descarte e utilização de produtos ou subprodutos de origem animal contendo resíduos de produtos químicos ou antibióticos tanto no solo como na água, causa preocupação por parte dos consumidores. Para dar uma resposta a preocupação dos consumidores pesquisadores tem mostrado que a distribuição no ambiente de produtos contendo elementos químicos ou medicamentosos causa acúmulo dos mesmos no solo (JUNIOR, 2010), podendo ser carreados para plantas e contaminar o homem e os animais (USEPA, 1993; GIROTTO, 2007).

Portanto, ao analisar todas essas informações e fundamentando-se nos resultados de trabalhos científicos desenvolvidos, nos quais os autores propuseram o emprego de antibióticos e/ou substâncias químicas no tratamento de enfermidades digitais dos bovinos (SHEARER et al., 1998; NOWROUZIAN & ZAREII, 1998; CUNHA, 2000; CUNHA et al., 2002; BRYDL et al., 2004; JOHANN et al., 2004; SILVA et al., 2005; BERGSTEN et al., 2006) verifica-se que muitos questionamentos ainda precisam ser esclarecidos. Acrescente-se que a possibilidade dos protocolos terapêuticos convencionais deixarem

resíduos medicamentosos no animal e no meio ambiente deve motivar pesquisas científicas visando quantificar a presença de tais produtos. Assim, novas propostas de tratamento poderiam ser implementadas, em especial valorizando os protocolos com menor poder residual, portanto justificando a proposta da presente pesquisa.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Considerações sobre os princípios ativos mais empregados na formulação de soluções para uso em pedilúvio para bovinos

A passagem em pedilúvio tem sido apontada como uma das principais formas de tratamento e prevenção das enfermidades podais dos bovinos, aliado às medidas adequadas de manejo e sanidade. O pedilúvio contém produtos químicos com ação desinfetante que geralmente facilitam a remoção da matéria orgânica acumulada e/ou de substâncias irritantes do casco localizados por entre os dígitos, contribuindo para a prevenção e tratamento das enfermidades digitais (NOCEK, 1993). Os principais produtos químicos utilizados são: formol, hipoclorito de sódio, sulfato de zinco e sulfato de cobre (NOCEK, 1993; BRITT et al., 1996; SILVA et al. 2005). Além da utilização desses produtos químicos alguns produtores rurais também fazem o uso de antibióticos, como a tetraciclina, para a formulação de soluções empregadas em pedilúvio (FLIS, 2008).

A eficiência de um desinfetante depende de vários fatores, como concentração, tempo de contato, temperatura do agente, susceptibilidade do microrganismo, número de microrganismos presentes e natureza do meio o qual os mesmos estão crescendo. Portanto, as substâncias utilizadas em pedilúvio, dependendo das condições ambientais podem não ser eficazes contra os microrganismos desencadeadores das enfermidades digitais, pois requerem concentrações adequadas e trocas periódicas para se manterem ativos. Na hipótese de falhas no manejo tais substâncias podem, inclusive ocasionar lesões na pele íntegra do animal, ainda que o pedilúvio seja usado em caráter preventivo (CUNHA et al., 2002).

Mesmo que substâncias, como o sulfato de cobre, hipoclorito de sódio, formaldeído e sulfato de zinco, sejam empregadas na forma de soluções no pedilúvio para bovinos, pouco se sabe sobre o impacto ambiental que esses medicamentos podem causar. O solo filtra e imobiliza as substâncias nele depositadas, podendo algumas serem inclusive maléficas para o ambiente.

Apesar de a filtragem e a imobilização serem de grande importância no controle de substâncias que causam danos ao ambiente, essa capacidade é limitada, eventualmente ocorrendo alteração da qualidade do solo (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB, 2009). Assim, o cobre na forma de solução, usualmente empregado em pedilúvios para bovinos, pode afetar a textura, pH, matéria orgânica e a interação de outros elementos no solo como nitrogênio, fósforo, cálcio, alumínio, ferro e zinco (RANKIN, 2004).

Ainda sobre o tema, deve-se ressaltar que, apesar do efeito bactericida do cobre ser vantajoso no tratamento e prevenção de doenças podais em bovinos, ele pode apresentar desvantagens aos microorganismos do solo e da água, eliminando bactérias e algas (EPPERSON & MIDLA, 2007). Deste modo, a procura por alternativas medicamentosas que possam ser empregadas em pedilúvio, deve ser feita de maneira que diminua ou elimine o uso de substâncias nocivas a seus manipuladores e ao meio ambiente. Dentre os princípios ativos que vem sendo pesquisados, o hipoclorito de sódio ocupa posição de destaque devido sua eficácia e baixo custo (SILVA et al., 2005, SILVA et al., 2007a).

2.2 Resíduos de algumas substâncias empregadas em pedilúvio para bovinos

Além do alto custo com tratamentos, outro fator importante a ser considerado é o dano ao meio ambiente causado pelo descarte das soluções antissépticas utilizadas em pedilúvios para tratamento e profilaxia de enfermidades digitais dos bovinos. Todavia, existem poucas informações sobre o assunto, mesmo em relação ao sulfato de cobre, o hipoclorito de sódio e o formaldeído, princípios ativos empregados na rotina de várias propriedades rurais. A utilização de forma inadequada, principalmente do cobre, pode contaminar lagos e mananciais de água ou lençol freático, representando risco eminente para o ecossistema como danos à saúde humana e animal (RANKIN, 2004).

Outro aspecto que precisa ser analisado está relacionado aos efeitos do cobre sobre determinados microrganismos. Sabidamente, a introdução de metais pesados no ambiente, é desfavorável, uma vez que o cobre tem ação bactericida e afeta a decomposição do esterco líquido (NUSS, 2006). Além disso, uma sobrecarga temporária do solo com cobre é quase irreversível, uma vez que o metal pode ser absorvido pelas plantas. Neste aspecto, o hipoclorito de sódio apresenta vantagens, pois sendo um produto altamente volátil (RIBEIRO, 1996), os resíduos deixados ao meio ambiente poderão ser mínimos. Fundamentando-se nesse aspecto e na eficácia como anti-séptico, autores têm recomendado o emprego dessa substância para uso em pedilúvio para bovinos (SILVA et al., 2005).

No Plano Nacional de Controle de Resíduos (PNCRs) sobre produtos de origem animal do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estão previstas a adoção de programas setoriais para carne e a garantia da inocuidade de grande parcela dos alimentos ofertada ao consumo, quanto à presença de resíduos decorrentes do emprego de substâncias químicas, produtos agroquímicos e contaminantes ambientais. Especificamente, o plano visa conhecer o potencial de exposição da população aos resíduos nocivos à saúde, variável orientadora para a adoção de políticas nacionais de saúde animal e fiscalização sanitária. Visa, também, impedir o abate para o consumo de animais oriundos de criatórios onde se constatou violação dos limites máximos de resíduos e, sobretudo, o uso de drogas químicas proibidas no território nacional (BRASIL, 1999).

O não cumprimento das metas anuais previstas no Plano Nacional de Controle de Resíduos Biológicos (PNCRB) (BRASIL, 1999), por exemplo, acarretará sérios problemas às exportações dos produtos cárneos brasileiros para os principais mercados (Estados Unidos da América e União Européia). O Decreto nº 5.741 de 30 de março de 2006/MAPA cria o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, que envolve as instâncias Federal, Estadual e Municipal com igual responsabilidade na prevenção de alterações na produção animal, vegetal e controle dos insumos utilizados no sistema produtivo, em relação a doenças e contaminantes químicos.

Portanto, além da necessidade de se realizar pesquisas nessa área, existe também o amparo legal. Nesse contexto, especialmente considerando os produtos químicos empregados em pedilúvio para tratamento de enfermidades digitais dos bovinos, pouco se sabe sobre o valor residual dessas substâncias no solo e leite. Vários autores (CUNHA, 2000; BRYDL et al., 2004; ZEMLJIC, 2004; SILVA et al., 2005) preocuparam em avaliar a eficácia dos produtos, sem, contudo avaliar os riscos para os animais, homem e ambiente provocados pelos resíduos deixados após o uso de tais produtos.

2.3 Particularidades relacionadas ao cloro e ao cobre na composição de soluções sanitizantes utilizadas em pedilúvio para bovinos

2.3.1 Cloro

O cloro, do latim *clorum*, que significa verde, foi preparado pela primeira vez em 1774, por Carl Wihelm Scheele (1742-1786), ao fazer reagir ácido clorídrico com dióxido de manganês, sendo, portanto, considerada uma substância composta. Em 1810, 40 anos depois, Humphry Davy (1778-1829) demonstrou que o ácido clorídrico não podia ser decomposto, sendo ele mesmo um composto hidrogênio cloro, sendo reconhecido como um novo elemento. O cloro tem grande distribuição na natureza, seu teor na crosta terrestre é de 0,13g/Kg, encontrado também em gases vulcânicos, oceanos (19g/kg), mares interiores (Mar Morto, Mar Cáspio) e no Lago Salgado de Utah. Uma das principais fontes industriais é o sal de rocha, mas também pode ser obtido pela evaporação da água do mar com posterior extração (PEIXOTO, 2003).

Amplamente distribuído na natureza, o cloro (Cl) apresenta-se ligado com sódio, potássio, magnésio e cálcio, formando sais inorgânicos, denominados de cloretos (DEMASI, 2004). Em condições ambientais, é um gás amarelo esverdeado, tóxico, de forte cheiro constituindo-se poderoso irritante aos olhos e ao sistema respiratório (HUBER, 1992; PEIXOTO, 2003). O Cl está distribuído em grande parte dos produtos utilizados na rotina como a água de uso residencial e industrial, no sal de cozinha como cloreto de sódio, em

produtos sanitizantes e alvejantes e em inúmeros processos industriais (PEIXOTO, 2003; SALAMI, 2008). Apresenta ainda grande papel na saúde pública por meio da cloração de águas, situação que visa combater grande quantidade de enfermidades veiculadas pela água (MEYER, 1994).

Na sanitização e desinfecção o cloro e seus compostos exercem efeitos por serem fortes agentes oxidantes (MEYER, 1994; DEMASI, 2004), apresentando atividade virucida, protozoocida e fungicida (HUBER, 1992). Sua ação como desinfetante ocorre pela oxidação dos grupos sulfidrilas de enzimas e pela ação direta com grupos aminados de proteínas celulares, resultando na morte dos microorganismos (SANTO & FONSECA, 2007). Assim, por ser eficaz contra diferentes microorganismos é empregado na higienização de ordenhadeiras mecânica, ambientes e no controle e tratamento de enfermidades digitais (SILVA et al., 2005).

O Cloro elementar reage com água e libera o ácido hipocloroso em sua forma não dissociada (não iônica – HOCl), que tem capacidade de penetrar na parede bacteriana e liberar oxigênio, o qual oxida componentes essenciais do protoplasma bacteriano causando a morte desta célula. O cloro pode também combinar com proteínas da membrana celular ou do protoplasma, formando compostos de cloro, que são tóxicos para os microorganismos. No entanto, o mecanismo mais aceito é a capacidade do cloro inibir certos sistemas enzimáticos vitais para o metabolismo bacteriano, por meio da oxidação dos grupos sulfidrílicos (-SH) dos aminoácidos sulfurados, presentes na enzima bacteriana (Figura 1) (AQUINO et al., 2001; ESTRELA et al., 2002; PAULINO, 2006). Por esse motivo é que os teores residuais de cloro na água de bebida são suficientes para eliminar formas vegetativas bacterianas (PAULINO, 2006).

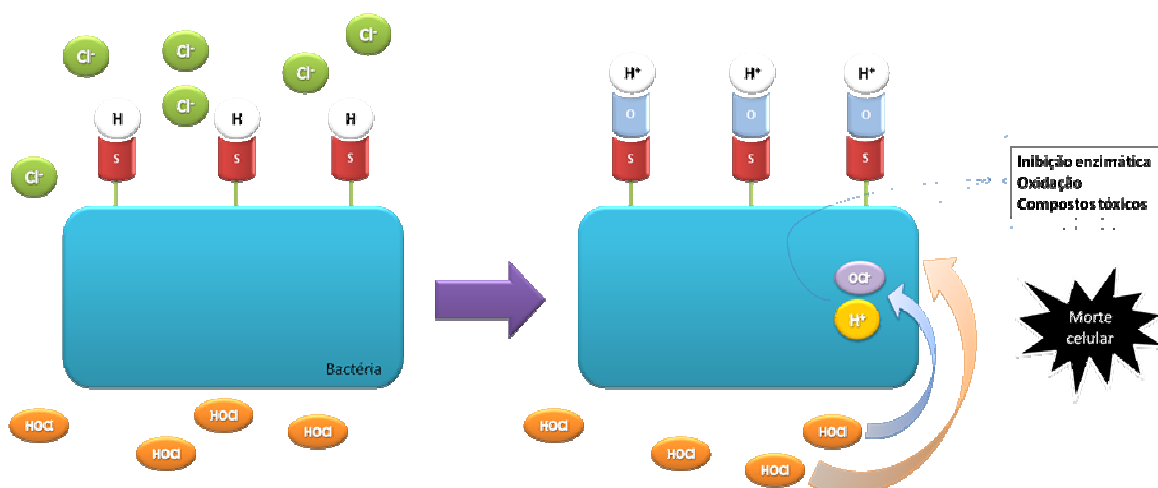


FIGURA 1 – Esquema representativo da ação do cloro sobre microrganismos; penetração do ácido hipocloroso na parede bacteriana e; inibição enzimática por meio da oxidação dos grupos sulfidrílicos. (Adaptado dos textos de AQUINO et al., 2001; ESTRELA et al., 2002; PAULINO, 2006)

Em água clorada, o cloro molecular está presente em uma faixa de pH igual ou inferior a 2,0. O ácido hipocloroso predomina entre os valores de pH 4,0 e 7,0, enquanto na faixa de pH 7,5 e 9,5 predomina o íon hipoclorito. (AQUINO et al., 2001). A partir disto, deve-se considerar que a maior parte das bactérias possui um pH ótimo de neutralidade e, os fungos preferem um ambiente ácido, com valores de pH entre 1 a 5 (RUIZ, 1992). Assim uma solução de hipoclorito, que apresenta pH alcalino, seria efetiva contra bactérias e fungos, propiciando um ambiente desfavorável para ambos (SILVA et al., 2007a).

Apesar de o seu uso ser de boa efetividade germicida, o Cl apresenta grande instabilidade e, em contato com a luz decompõe o produto clorado e a temperatura elevada provoca sua volatilização. Para minimizar a instabilidade dos compostos clorados, particularmente dos inorgânicos, devem-se armazenar os produtos em recipientes escuros, bem fechados, em locais ventilados com temperatura não muito elevada, de modo que não acarrete na diminuição do teor de cloro. Para que os compostos clorados participem de formulações com substâncias detergentes, estes não podem ser compatíveis, para que não haja

inativação do composto clorado ou redução da eficácia dos princípios ativos (AQUINO et al., 2001).

a) Emprego do cloro na bovinocultura

Na Medicina Veterinária o uso de compostos clorados foi relatado a cerca de um século (ZÖLLER, 1923) e podem ser utilizados em inúmeros processos como na água de bebida, nos cochos de sal (NUNES, 1998), em processos industriais dos alimentos de origem animal (AQUINO et al., 2001) e no uso em consultórios e hospitais veterinários (PAULINO, 2006). Como agente desinfetante, apesar de outras apresentações, o cloro é utilizado comumente sob a formulação de hipoclorito de sódio (AMARAL, et al., 2004). A solução de hipoclorito a 0,5%, denominada solução ou líquido de *Dakin*, é muito utilizada em Medicina Veterinária para a limpeza de abscessos ou feridas (PAULINO, 2006).

Em fazendas de aptidão leiteira o cloro é de alta aplicabilidade, apresentando baixo custo e boa ação (AMARAL et al., 2004). Nessas propriedades, o cloro em solução de hipoclorito de sódio, é utilizado na desinfecção de utensílios de ordenha, no pré e pós-*dipping*, (AMARAL et al., 2004, SANTOS & FONSECA, 2007), em pedilúvios, tratamento de feridas e outros procedimentos (SILVA et al., 2005). De acordo com HUBER (1992) e PAULINO (2006) dentre as preparações de cloro as mais utilizadas na Medicina Veterinária destacam-se:

- Solução de hipoclorito de sódio: é uma solução clara e aquosa, podendo ser apresentada em diversas concentrações. Essa solução é instável e decompõe-se na presença de luz. É muito utilizada como solução anti-séptica, desinfetante e esterilizante, dependendo da concentração e do tempo de contato. Quando diluída pode ser utilizada para limpeza de ferimentos além de ser indicada também para desinfecção de alimentos e de superfícies que entram em contato com estes alimentos, ou de áreas e materiais sujeitos a contaminação por certos tipos de vírus, podendo

funcionar com desinfetante de escolha contra vírus entéricos e Parvovírus. Facilita o tratamento de tecidos necrosados por meio de sua remoção e tem efeito desodorizante.

- Cloretos orgânicos: tem como propriedade desejável não se combinarem com matéria orgânica tão prontamente como os hipocloritos.
- Cloramina T ou clorazeno: tem ação bactericida pela liberação de cloro e pela formação do ácido hipocloroso (HClO). É menos irritante, mais estável e mais conveniente para usar do que soluções de hipoclorito. Excelente para úbere e equipamento de ordenha e leiteiros, sendo usada também para desinfecção de roupas hospitalares. Pode ser usado em feridas tendo maior atividade sobre bactérias aeróbicas e anaeróbicas. Soluções a 0,5% são eficientes 30 minutos após a aplicação.
- Cal clorada ou cloreto de cal ou pó alvejante: mistura de hipoclorito de cálcio e cloreto de cálcio. Altamente irritante e deve ser manipulado com cuidado. Necessita de recipientes hermeticamente fechados, porque deteriora, com perda de cloro, à exposição ao ar. Desinfetante prático e eficiente para uso em fazendas para destruir microorganismos patogênicos em matéria orgânica e promover a destruição de carcaças infectadas. É também inativada pela matéria orgânica, por isso deve ser usada em abundância.

Sobre o emprego do hipoclorito de sódio na bovinocultura existem muitos trabalhos publicados (HUBER, 1992; AMARAL et al., 2004, PAULINO, 2006; SANTOS & FONSENCA, 2007). Particularmente sobre os efeitos do produto na prevenção e tratamento das enfermidades digitais dos bovinos as informações são escassas e concentram-se principalmente no Brasil (SILVA et al., 2005; SILVA et al., 2007a). Pesquisadores ao compararem diferentes tratamentos para dermatite digital demonstraram que a utilização local do hipoclorito de sódio associado a um antibiótico foi o tratamento mais efetivo, no entanto, o hipoclorito de sódio empregado isoladamente, também se mostrou efetivo nesse estudo (SILVA et al., 2005).

Em outro estudo envolvendo o hipoclorito de sódio mostrou-se eficiente ao ser utilizado em pedilúvio, demonstrando efetividade contra microorganismos aeróbios mesófilos e anaeróbios (SILVA et al, 2007a). Nessa mesma pesquisa os autores ressaltaram a importância do pH alcalino do

hipoclorito de sódio, que torna o meio desfavorável para o crescimento de bactérias e fungos.

b) Implicações do uso do cloro

O hipoclorito de sódio apresenta boa eficácia como desinfetante e anti-séptico, no entanto, pode ser irritante para a pele. Em concentrações nas quais apresenta boa eficácia (2%) para a prevenção de mastite, ele pode ser irritante para pele do úbere bem como para as mãos do ordenhador. Já em concentrações que não causem agressão à pele, recomendadas para uso na rotina de ordenha (0,5%) o cloro pode ter efeito antimicrobiano reduzido devido à alta afinidade por material orgânico, como fezes, sangue e secreções purulentas (PEDRINE & MARGATHO, 2003).

Em um estudo avaliando o melhor método de utilização do hipoclorito de sódio na desinfecção de equipamentos de ordenha (spray, imersão ou esponja), AMARAL et al. (2004) concluíram que a aplicação da solução com esponja apresentou melhores resultados. No entanto, os pesquisadores citaram a importância da concentração do produto, sugerindo uma concentração de 150 ppm que seria efetiva e diminuiria possíveis lesões nos tetos e menor agressão a pele do ordenhador. Já em pedilúvios para bovinos, SILVA et al. (2007a) ao utilizarem concentrações de hipoclorito de sódio a 2% e 4%, verificaram efeito semelhante sobre a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e anaeróbios, sem apresentar irritação sobre a pele interdigital ou em outras regiões dos dígitos que pudessem ser atribuídas a referida substância.

O uso do hipoclorito de sódio em soluções de pedilúvio apesar de pouco relatado tem demonstrado eficiência, entretanto, devido à alta afinidade do cloro pela matéria orgânica, a solução tem que ser substituída frequentemente após a passagem dos animais, tendo um rendimento inferior a outras soluções, o que pode levar a um maior gasto e mão-de-obra. Desta forma, deve-se estar atento a solução de pedilúvio para que a mesma não esteja muito contaminada por matéria orgânica, o que tornaria ineficaz o tratamento. Outro fator a ser levado em consideração na utilização do hipoclorito

de sódio é a volatilização. Devido a isso, sua utilização em pedilúvio demanda uma maior troca da solução, o que leva um aumento do custo com o princípio ativo (SILVA et al., 2007a).

Na busca por melhorar o sistema de produção e diminuir infecções carreadas pela água, o uso de cloração da água fornecida ao rebanho vem sendo empregada. No entanto, esta prática pode levar à formação de trihalometanos. Esses compostos têm sido relatados como cancerígenos em humanos (MEYER, 1994) e, em animais não se sabe a consequência dos mesmos. Para o ambiente, a quantificação das consequências do descarte do cloro é difícil, já que, este componente tem alta instabilidade e pode rapidamente reagir com inúmeros outros compostos ou mesmo volatilizar e ser perdido na atmosfera. Assim, segundo a *SCIENTIFIC COMMITTEE ON HEALTH AND ENVIRONMENTAL RISKS - SCHER* (2008), não há informações precisas sobre o seu impacto no ambiente.

Por último, uma das maiores implicações da utilização de compostos clorados é a irritação causada à via respiratória, pela volatilização do produto, ou a irritação tópica acarretada a seus manipuladores. O uso do cloro tem sido associado a efeitos respiratórios adversos, com relatos de eventos agudos devido à inalação. Há ainda a associação entre doenças crônicas, em pessoas que trabalham diretamente com produtos a base de cloro, a exemplo da asma, (ZOCK et al., 2009).

2.3.2 Cobre

Segundo historiadores, o cobre foi o primeiro metal a ser utilizado pelo homem, e seu descobrimento pode ter ocorrido por volta de 13.000 a. C., quando foi encontrado em sua forma natural. Posteriormente, o homem iniciou seu uso como instrumento de trabalho, arma, utensílio doméstico e objeto de decoração. Em 6.500 a. C., descobrem-se objetos de cobre na China e, em 3.000 a. C. os egípcios já os utilizam com habilidade na confecção de armas e utensílios de decoração. Nos séculos seguintes o uso do cobre torna-se

constante, fazendo parte da evolução tecnológica durante a Idade Média, Revolução Industrial, Idade Moderna, até os dias atuais (PROCOBRE, 1998).

O cobre é um elemento metálico de transição, de caráter básico, que apresenta como característica química a facilidade de oxidar em especial quando se apresenta na forma iônica (Cu^{2+}) (ORTOLANI, 2006). Esse elemento é reconhecido como constituinte normal do sangue há mais de 100 anos, é um microelemento essencial para o organismo animal encontrado em diversas enzimas cobre dependentes que atua na produção de hemoglobina, formação dos ossos e pigmentação dos pêlos e da lã (NUNES, 1998; REZLER, 2007, GONÇALVES, 2007). O cobre é necessário para o crescimento, mecanismo de defesa, respiração celular, formação óssea, função cardíaca normal, desenvolvimento do tecido conjuntivo, mielinização da medula espinhal, queratinização e pigmentação de tecidos (DEL CLARO, 2007).

Além das funções do cobre no organismo e sua utilização na nutrição animal ele também tem ação adstringente, germicida e fungicida (HUBER, 1992; REZENDE et al., 2008). Devido o potencial fungicida e bactericida, o cobre vem sendo utilizado na pulverização de plantas há muitos anos, sendo eficaz contra inúmeros microorganismos (SCHECK & PSCHIEDT, 1998; REZENDE et al., 2008). De acordo com o *ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY U.S.* (EPA) (2009) o cobre é utilizado como um bactericida de amplo espectro, algicida, herbicida e molusquicida, em plantas e ambientes aquáticos.

De forma geral, os compostos metálicos empregados como agentes anti-sépticos atuam inibindo os grupos sulfidrílicos (-SH) de certas enzimas. O hidrogênio dos grupos sulfidrílicos é deslocado pelo metal que se liga ao enxofre por meio de ligação covalente. Dessa maneira, a inibição dos -SH impede as reações de óxido redução vitais para célula bacteriana (Figura 2) (DEMASI, 2004; PAULINO, 2006).

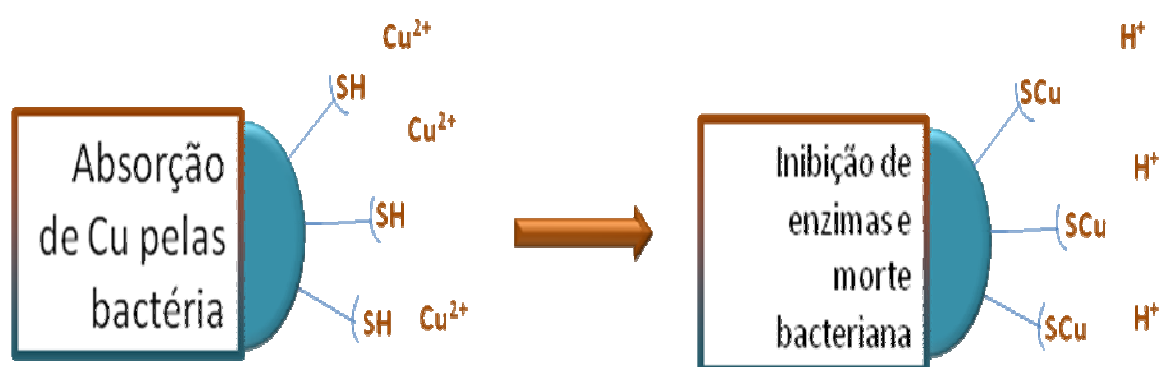


FIGURA 2 – Esquema representativo do mecanismo de ação anti-séptico do cobre; ligação do cobre com os grupos sulfidrílicos de enzimas bacterianas; **SH** – grupo sulfidrila; **Cu^{2+}** – cobre; **H^+** – hidrogênio (Adaptado dos textos de DEMASI, 2004; PAULINO, 2006)

a) Uso do cobre na bovinocultura

O cobre tem várias funções ligadas as metalenzimas, entre as mais relevantes estão: ceramíde transferase dos fetos e neonatos (ligado à síntese de mielina), lisil oxidades (formação de colágeno estrutural para servir de base a mineralização óssea), produção, qualidade e pigmentação dos pêlos e, imunocompetência (ORTOLANI, 2006). Assim, a deficiência de cobre pode resultar em anemia, baixo crescimento, metabolismo ósseo anormal, despigmentação de pelos e diarreia. Devido a isto, ele é rotineiramente utilizado em rações, para suprir a necessidade dos animais e para tratamento de sua deficiência (NUNES, 1998).

Também em bovinos, o cobre foi utilizado no tratamento da papilomatose cutânea. SILVA et al. (2007b) utilizaram etilenodinitrilo tetracetato de cálcio e cobre por via parenteral e, obtiveram eficácia no tratamento da papilomatose cutânea, principalmente em bovinos que apresentavam papilomas pedunculados. Em Medicina Veterinária o cobre pode ser usado ainda como agente anti-séptico em soluções de pedilúvio (DAVIS & WAILES, 2001; BERGSTEN et al., 2006; LEÃO, 2006; MOURA, 2008). No pedilúvio, a solução

de sulfato de cobre em diferentes concentrações (3-10%) já se mostrou eficaz no tratamento de doenças digitais (CUNHA, 2000; DAVIS & WAILES, 2001).

Uma solução de sulfato de cobre a 5% foi utilizada associada a um antibiótico parenteral (penicilina G benzatina, penicilina G procaína, penicilina G potássica, estreptomicina e diclofenaco de sódio na dosagem de 15.000 UI/Kg), no pós-operatório de bovinos acometidos por pododermatite necrosante, pododermatite circunscrita e erosão de talão. Nesse estudo, CUNHA (2000) concluiu que sua utilização foi mais eficiente do que quando foi utilizado somente a antibioticoterapia no pós-operatório. LEÃO (2006) e MOURA (2008) também obtiveram sucesso na utilização da solução de sulfato de cobre no pós-operatório de lesões podais em bovinos.

No estado do Colorado nos Estados Unidos o cobre tem sido empregado no controle de doenças digitais infecciosas, desde que a solução de pedilúvio seja trocada após a passagem de 250 animais já que, segundo os autores, a eficácia da solução de sulfato de cobre pode ser diminuída devido à presença de matéria orgânica (DAVIS & WAILES, 2001). Trabalhos científicos realizados na Suíça comprovaram que o uso de solução de sulfato de cobre a 7% foi eficaz para reduzir a erosão de talão e a dermatite digital (BERGSTEN et al., 2006). Solução de sulfato de cobre pode ser utilizada também a 5% no controle da dermatite digital, no entanto, se houver presença de matéria orgânica, rapidamente essa solução pode perder seu efeito (GREENOUGH, 2007).

b) Implicações do uso do cobre

Um dos maiores problemas da utilização do cobre em diferentes protocolos terapêuticos é a intoxicação dos animais por este elemento. Um estudo descreveu a beberagem da água de pedilúvio como sendo um comportamento freqüente dos animais durante a passagem pelo mesmo (CUNHA, 2000). O mesmo pesquisador relatou como comum os animais lambem os membros após a passagem pelo pedilúvio. Devido à beberagem destas soluções empregadas em pedilúvio, ORTOLANI et al. (2004) relataram

que 27 ovinos se intoxicaram por cobre, sendo que dez destes animais foram à óbito.

Outra implicação comum na utilização do sulfato de cobre é a distribuição deste nas pastagens juntamente com os efluentes de esterqueira, o que pode levar a um acúmulo de cobre nesses locais (DAVIS & WAILES, 2001; BERGSTEN et al., 2006; EPPERSON & MIDLA, 2007). Esse manejo da esterqueira por tempo prolongado pode levar ao aumento do nível de cobre no solo e consequentemente nas forrageiras, o que em longo prazo pode ser um fator de intoxicação crônica por cobre (DAVIS & WAILES, 2001). Sabe-se que o cobre possui um considerável potencial fitotóxico e que, dependendo da quantidade pode levar ao prejuízo na produção de forragem e danos ambientais (KLINGBERG, 2005; NUSS, 2006). Tais fatos levaram inúmeros países a adotarem limites de resíduos de metais pesados no solo e em pastagens, principalmente pelo seu uso nas rações suínas e de aves (GIROTTI, 2007).

No Brasil, o estudo das conseqüências do descarte de soluções empregadas em pedilúvio na esterqueira e, por conseguinte dos efluentes de bovinos contidos nesses recipientes no ambiente, ainda é escasso. CAMPOS et al. (2009) ao estudarem a aplicação do efluente de esterqueiras contendo soluções de pedilúvio concluíram que o cobre presente tem alta capacidade sortiva (associação com componentes do solo), podendo apresentar efeitos tóxicos para plantas e outros microorganismos do solo. Os mesmos autores acrescentaram que o comportamento sortivo do cobre associado ao efluente foi bastante distinto, indicando que mecanismos de retenção do cobre além da adsorção podem ter ocorrido. Portanto, a sorção do cobre estaria associada a mecanismo de retenção dos próprios constituintes do efluente e, o comportamento dos efluentes enriquecidos desse metal, tais como as esterqueiras, não segue o comportamento de compostos químicos puros contendo cobre. Assim sendo, não se sabe ao certo as conseqüências do descarte de esterqueiras no tipo de solo da região pesquisada.

2.4 Intoxicações causadas por cobre e cloro

A intoxicação é considerada uma suspeita quando ocorre em determinado número de animais anteriormente sadios, acometidos simultaneamente com os mesmos sinais clínicos e achados de necropsia. O aparecimento de sinais de doença logo após a alimentação, posteriormente à medicação ou pulverização, introdução em novo pasto são relatos comuns em surtos de intoxicações por agentes químicos. Deste modo, devem-se conhecer as principais síndromes produzidas pelas substâncias tóxicas mais comuns no local onde está ocorrendo a enfermidade (RADOSTITS et al., 2002).

2.4.1 Cloro

Intoxicações por cloro são relatadas quando envolvidas altas quantidades de hipoclorito de sódio e, podem causar graves problemas respiratórios. Os principais sintomas relatados em humanos são: tosse, irritação nos olhos, boca e garganta, dor no peito, hipotensão arterial, irritação na pele, vômito e dores abdominais (DULDNER, 2009). Apesar de não terem sido encontrados relatos de intoxicação de bovinos com compostos a base de cloro, utilizados como desinfetantes, é descrito na literatura a intoxicação desses animais por cloreto de sódio (NaCl). Essa intoxicação ocorre quando os animais consomem grande quantidade de sal misturado a água ou na falta de água doce (água acumulada em cochos na seca). Os animais apresentam diarreia com muco nas fezes, dor abdominal, anorexia, opistótono, tremor e cegueira, podendo haver corrimento nasal e poliúria. Durante a necropsia observa-se congestão das mucosas do omaso e abomaso, fezes líquidas e escuras e edema dos músculos esqueléticos (RADOSTITS et al., 2002). O não envolvimento do hipoclorito de sódio em intoxicações pode ser atribuído, em parte, ao fato da substância ser volátil e a inativação ao ligar com matéria orgânica (SILVA et al., 2007a). Desta forma o hipoclorito de sódio pode ser uma alternativa segura para utilização em pedilúvio, já que o risco de uma intoxicação por esse produto nos animais seria mínimo.

2.4.2 Cobre

A intoxicação por cobre pode ser classificada em primária ou secundária. A intoxicação primária pode ocorrer devido à ingestão acidental de grandes quantidades de sais de cobre, contaminação com sprays fungicidas, água de beber contaminada, pastejo em áreas tratadas com cobre ou esterco de suínos ou aves contendo alta quantidade de cobre, pastejo em áreas ricas em cobre, fornecimento de grãos com antifúngicos, consumo de rações concentradas (rações para suínos) e administração parenteral de cobre (RADOSTITS et al., 2002). A intoxicação primária, pode também ocorrer devido ao cobre presente em altos níveis na dieta, que se acumula no fígado e, quando o limiar de saturação é atingido, acontece uma liberação súbita de cobre livre, provocando intenso dano hepático, hemólise e liberação de hemoglobina, que produz a insuficiência renal, freqüentemente levando os animais à morte (ORTOLANI, 2006). A intoxicação secundária ocorre quando as ingestões não são tóxicas, mas devido à influência no metabolismo ocorre retenção excessiva do referido elemento (RADOSTITS et al., 2002).

Os principais sinais clínicos de intoxicação são a dor abdominal, diarreia com cor azulada, anorexia e apatia. Na intoxicação crônica, o animal apresenta hemoglobinúria e icterícia, sem alteração no sistema digestivo. À necropsia pode ser evidenciada gastrenterite grave, com erosões e ulcerações no abomaso e acúmulo de grande quantidade de líquidos nas cavidades corporais (PEREIRA, 1992; RADOSTITS et al., 2002). Em bovinos tratados com 200 mg de etilenodinitrilo tetracetato de cálcio e cobre foram observadas lesões hepáticas como congestão, degeneração gordurosa e renal (degeneração glomerular e congestão) (SILVA et al., 2004)

O cobre é um metal poluente que tem efeito acumulativo tanto nos animais como no solo. ROUBIES et al. (2008) em uma revisão descreveram 79 casos de intoxicações crônicas por cobre em ovelhas com diversas fontes do referido metal. Dentre as principais encontram-se os inseticidas e fungicidas para plantas, água tratada com algicida e molusquicida e, pastagens tratadas com grande quantidade de esterco de aves e suínos, animais que recebem formulações com cobre como promotores de crescimento. Os mesmos autores

ainda citam a ingestão de sal mineral destinados a outras espécies (bovinos, suínos, aves, etc) por ovinos, levando ao acúmulo de cobre no organismo animal e, conseqüentemente a uma intoxicação crônica. Assim, como o que ocorre com ovinos o efeito acumulativo do cobre pode ocorrer tanto nos bovinos como no homem.

Nas plantas o *United States Department of Agriculture – USDA* (2000) afirmaram que há tendência de transporte de metais pesados do solo para plantas, devendo-se ter cuidado no consumo de vegetais folhosos, como alface e espinafre cultivados em solos que haja grandes quantidades de metais pesados. Assim deve-se considerar que animais mais propícios a intoxicação por cobre, como os ovinos, podem estar mais susceptíveis ao consumir vegetais provenientes destas áreas.

3 MÉTODOS LABORATORIAIS EMPREGADOS PARA AVALIAR OS NÍVEIS DE COBRE E CLORO

3.1 Cloro

A dosagem de cloro ativo é comumente realizada em produtos químicos e água, não sendo um método descrito para dosagem em leite. No entanto uma forma para dosar os níveis do íon cloro pode ser realizada pela dosagem de cloretos totais no leite. A dosagem de cloretos no leite pode ser realizada por meio da titulação coulométrica, na qual os íons de cloro presentes no leite reagem com a prata liberada no meio ácido, formando o sal cloreto de prata (RAIMONDO et al., 2009) ou, pode ser feita utilizando-se o espectrofotômetro e kits comerciais para dosagem de cloretos (SANTOS et al., 2007).

3.2 Cobre

A avaliação dos níveis de cobre em material proveniente de animais é comumente realizada por meio da espectrofotometria de absorção atômica. GONÇALVES et al. (2008) avaliaram os níveis de cobre por meio de espectrofotometria de absorção atômica no leite de bovinos saudáveis de diversas regiões do estado de Goiás e encontraram valores que tiveram variações entre 0,39 e 0,59 mg/L. Já outros autores utilizaram da mesma técnica para avaliar os níveis residuais de cobre em tecidos hepáticos e renais de bovinos (SILVA et al., 2006). Para determinar os níveis de cobre no solo e fertilizantes é necessário utilizar extratores específicos. Portanto, para se estabelecer os níveis de cobre disponíveis para as plantas no solo, utiliza-se o extrator Mehlich seguido de leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (CARTER & GREGORICH, 1993).

4 VALORES DE REFERÊNCIA PARA O COBRE E O CLORO

4.1 Níveis de cloro no leite

As pesquisas relatam os níveis de cloretos por ser a forma que o cloro é encontrado no organismo animal, sendo a dosagem de cloretos sinonímia para a dosagem de cloro (EISENMAN, 1929; LARSSON et al.; 1997). Os níveis de cloretos podem ser afetados pela mineralização ou tipo de alimentação dos animais, mas, podem também serem afetados pela fase de lactação dos animais, número de lactações e sanidade da glândula mamária (ZAFALON et al, 2005) e raça dos animais (RAIMONDO et al., 2005). Nos primeiros 30 dias de lactação de vacas da raça Jersey há variações dos níveis de cloretos entre 84,7-125,9 mg/dL, sendo recomendado para esta raça o limite de $\leq 125,9$ mg/dL, para garantia de um leite de qualidade (RAIMONDO et al., 2005). Em outras fases da lactação (inicial, intermediária e final) os níveis de cloretos podem variar de acordo com o número de lactações e sanidade da glândula mamária, encontrando valores que variam de 124-166 mg/dL (ZAFALON et al., 2005).

4.2 Níveis de cobre no solo e leite

Os valores de cobre no leite comportam-se de maneira desigual, variando entre regiões e podendo ser afetados pela mineralização dos animais. No Estado de Goiás, pesquisadores avaliaram os níveis de cobre nas diferentes mesorregiões do estado e encontraram variação de 0,027 a 2,26 mg/L de leite. Ressalte-se que na mesorregião em que houve menor coeficiente de variação dos níveis de cobre no leite este ultrapassou os 40%. Tais pesquisadores justificaram que essa grande variação nos níveis de cobre se deu pelas diferentes tecnologias empregadas na alimentação dos bovinos nas propriedades, o que pode causar desequilíbrio de minerais na dieta dos animais (GONÇALVES et al., 2008).

As propriedades químicas dos solos podem ser alteradas mediante o uso de fertilizantes e corretivos de resíduos culturais (matéria orgânica), que melhoram a qualidade do solo (SILVA, 2007). No entanto, para os solos de cerrado, pesquisadores encontraram uma média de 33 mg/kg de Cu após coletarem amostras em diferentes regiões do Planalto Central Brasileiro (MARQUES et al. 2004).

REFERÊNCIAS

1. AMARAL, L. A.; ISA, H.; DIAS, L. T.; JR ROSSI, O. D.; FILHO, A. N. Avaliação da eficiência da desinfecção de teteiras e dos tetos no processo de ordenha mecânica de vacas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 173-177, 2004.
2. AQUINO, S.; GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. Princípios gerais de higienização. In: GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 2ed. São Paulo: Varela, 2001. cap. 26, p.423 - 444.
3. BERGSTEN, C.; HULGREN, J.; HILLSTÖM, A. Using a footbath with copper sulfate or peracetic acid foam for the control of digital dermatitis and heel horn erosion in a dairy herd. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM AND 6TH CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 14., 2006, Colonia. **Anais...** Ithaca: IVS, 2006. p. 61-62.
4. BORGES, J. R.; SANTIAGO, S. F.; DA SILVA, N. L. et al. Custos de tratamento e descarte causados por doenças digitais em rebanho leiteiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v.2, p.23-25, 1995.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 3 de 22 de janeiro de 1999**. Brasília. 1999.
6. BRITT, J. S.; GASKA, J.; GARRET, E. F.; KONKLE, D.; MEALY, M. Comparison of topical application of three products for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cattle. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 209, n. 6, sept. 1996.
7. BRYDL, E.; JURKOVICH, V.; KÖNYVES, L.; TIRIÁN, A. E.; ALEXOV, M.; VONA, F. Treatment of Digital Dermatitis Without using of antibiotics – A Clinical Trial. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM AND 5th CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 13., Maribor, **Proceedings...** Maribor, p.150-151, 2004.
8. CAMPOS, A. B.; SILVA, L. A. F.; PRADO, L. C. R. A.; RATKE, R. F.; GOULART, D, S.; CUNHA, E. Q. Sorção de cobre proveniente da aplicação de efluente líquido de bovinos em Latossolo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 2009. p. 1-3.
9. CARTER M. R., GREGORICH E. G. **Soil sampling and methods of analysis**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1992, 1264 p.
10. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTA – CETESB. Desenvolvido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009. Apresenta textos sobre controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/media/files/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf. Acesso em: 23 de abr. 2009.
11. CUNHA, P. H. J. **Pedilúvio para bovinos: avaliação físico-química, microbiológica e eficácia terapêutica das soluções desinfetantes**. 2000.

- 131f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
12. CUNHA, P. H. J.; SILVA, L. A. F.; FIORAVANTI, M. C. S.; BORGES, N. C.; MORAES, R. R.; SANTANA, A. P. Avaliação físico-química e microbiológica de diversas soluções desinfetantes utilizadas em pedilúvio para bovinos. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 130-136, 2002.
 13. DAVIS, J.; WAILES, B. Cooper in dairy footbaths: A problem for crops and cows? **Integrated Livestock Managment** [online], p. 1-2, 2001. Disponível em:
<http://www.cvmb.colostate.edu/ilm/proinfo/cdn/2001articles/footbathCuNov01.pdf>, Acesso: 25/03/2011.
 14. DEL CLARO, G. R. **Influência da suplementação de cobre e selênio no metabolismo de lipídeos em bovinos**. 2007. 85f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
 15. DEMASI, M. Anti-sépticos, desinfetantes e esterilizantes. In: DELUCIA, R.; OLIVEIRA – FILHO, R. M. **Farmacologia Integrada**. 2ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2004. cap. 58, p. 555 – 565.
 16. DULDNER, J. E. Sodium hypochlorite poisoning. In: NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, *Webmaster*. 2009, Disponível em:
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002488.htm#Alternative%20Names> . Acesso em: 11 ago. 2009.
 17. EISENMAN, A. J. A note on the Van Slyke method for the determination of chlorides in blood and tissue. **The Journal of Biological Chemistry**, Birmingham, v. 82, n. 2, p. 411-414.
 18. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA–U.S. Registration Eligibility Decision for Coppers [online], 2009. Disponível em:
http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/copper_red_amend.pdf. Acesso: 20/04/2011.
 19. EPPERSON, B.; MIDLA, L. Copper Sulfate for Footbaths - Issues and Alternatives. Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2007, Fort Wayne. **Proceedings...** Fort Wayne: Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2007. P. 51-54.
 20. ESTRELA, C.; ESTRELA, C. R. A.; BARBIN, E. L.; SPANÓ, J. .C. E.; MARCHESAN, M. A.; PÉCORA, J. D. Mechanism of action of sodium hypochlorite. **Brazilian Dental Journal**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 2, p. 113-117, 2002.
 21. FLIS, S. A. **The effects of high copper dairy manure on manure storage, soil, and plant growth and composition**. 2008. 171 f. Dissertation (Doctor of Philosophy – Specializing in Plant and Soil Scienc) – Faculty of the Graduate College, University of Vermont, Burlington.
 22. GIROTTO, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suínos**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
 23. GIROTTO, E.; CERETA, C. A.; BRUNETTO, G.; LORENZI, C. R.; VIERIA, R. C. B.; LORENSINI, F.; TEICHER, T. L.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos em sistema plantio direto. In: FERTBIO, 11. 2008, Londrina. **Anais**

- Eletrônicos...** [online], Londrina, UFSM, 2008. Disponível em: http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS_Gramado/Arquivos%20trabalhos/Ac%20Famulo%20de%20cobre%20e%20zinco_Eduardo%20G..pdf. Acesso em: 17/01/2011.
24. GONÇALVES, J. R. **Metais pesados em vísceras bovinas do Estado de Goiás**. 2007. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
 25. GONÇALVES, J. R.; MESQUITA, A.J.; GONÇALVES, R.M. Determinação de metais pesados em leite integral bovino pasteurizado no estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 365 – 374, 2008.
 26. GREENOUGH, P.R. Claw trimming, Foot baths, restraint, Bandaging, lifts, and Shoes. In: GREENOUGH, P.R. **Bovine laminitis and lameness**. London: Saunders. 2007, cap. 14, p. 170-198.
 27. GYORKOS, I.; KOVACS, K; MIEZES, M; BADER, E; NYAKAS, I. Influence of digital dermatitis on milk production in dairy cows. **Allattenyesztes es Takarmanyozas**, Budapest, v. 48, n. 5, p. 483-489, 1999.
 28. HUBER, W. G. Anti-sépticos e desinfetantes. In: BOOTH, N. H.; McDONALD, L. E. **Farmacologia e terapêutica em veterinária**. 6ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1992. cap. 47, p. 617-632.;
 29. Instituto Brasileiro do Cobre - PROCOBRE –. **Tecnologia do cobre na arquitetura: cobertura de edifícios**. São Paulo, 1998, 18 p.
 30. JOHANN, K.; POSPICHAL, M.; HOFMANN-PARISOT, M. Treatment of digital dermatitis in Austrian dairy cows, with the non-antibiotic past protexin hoof care. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM AND 5th CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 13., Maribor, **Proceedings...** Maribor, p.152-154, 2004
 31. JUNIOR, S. V. **Estudo das sorção do antibiótico oxitetraciclina a solos e ácidos húmicos e avaliação dos mecanismos de interação**. 2010. 166 f. (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
 32. KLINGBERG, K. Copper sulfate foot bath treatment for animal health: impact on manure nutrient content, Crops, Soil and Environment. In: DISCOVERY FARMS. *Webmaster* College of Agricultural & Life Sciences UW Madison, 2005. Disponível em: <http://www.docstoc.com/docs/23141497/Copper-Sulfate-Foot-Bath-Treatment-for-Animal-Health-Impact> f. Acesso em: 07 set. 2009.
 33. LARSSON, M. H. M. A.; LUCAS, S. R. R.; MIRANDOLA, R. M. S.; LAZARETTI, P.; FEDULHO, J. D. L.; GUIMARÃES, M. A. B. V. Valores de referência das provas de funções hepáticas, renal e alguns eletrólitos em *Cebus apella*, anestesiados com cetamina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 2, 1997.
 34. LEÃO, M. A. **Aspectos epidemiológicos, evolução clínica e controle da dermatite digital bovina em duas propriedades de exploração leiteira no Estado de Goiás**. 2006, 91f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
 35. MARQUES, J. J.; SCHULZE, D. G.; CURTI, N.; MERTZMAN, S. A. Trace element geochemistry in Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 121, p. 31-43, 2004.

36. MEYER, S. T. O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de thihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 99-110, 1994.
37. MOURA, M. I. **Características espermáticas de reprodutores Nelores com dermatite digital**. 2008, 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
38. NOCEK, J. E. **Hoof care for dairy cattle**. Fort Atkinson: W. D. Hoard e Company. 1993, 39 p.
39. NOWROUZIAN, I.; ZAREII, S. Comparison of two application forms of Linocomycin HCL for group treatment of digital dermatitis in dairy cows. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LAMENESS IN RUMINANTS, 10, 1998. Lucerne, **Proceedings...** Lucerne, 1998, p. 287-289.
40. NUNES, I. J. **Nutrição animal**. Belo Horizonte: FEP – MVZ, 1998, 388p.
41. NUSS, K. Footbaths: the solution to digital dermatitis? **The Veterinary Journal**, London, v.171, n.1, p.11-13, 2006.
42. ORTOLANI, E. L.; ANTONELLI A. C.; SARKIS, J. E. S. Acute sheep poisoning from a copper sulfate footbath. **Veterinary & Human Toxicology**, New York, n. 46:315, 2004.
43. ORTOLANI, E. L. Macro- e Microelementos. In: **Farmacologia Aplicada a Medicina Veterinária**, 4ed. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2006. cap. 59, p. 751-761.
44. PAULINO, C. A. Anti-sépticos e desinfetantes. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIAK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 4 ed., São Paulo: Editora Guanabara Koogan S.A. 2006, cap. 35, 440-452.
45. PEDRINI, S. C. B.; MARGATHO, L. F. F. Sensibilidade de microrganismos patogênicos isolados de casos de mastite clínica em bovinos frente a diferentes tipos de desinfetantes. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n 4, p. 391-395, 2003.
46. PEIXOTO, E. M. A. Cloro. **Química Nova Escola**, São Paulo, n. 17, 2003.
47. PEREIRA, C. A. **Plantas tóxicas e intoxicações na veterinária**. Goiânia: UFG, 1992, 278p.
48. RADOSTITS, O. M.; MAYHEW, I. G. J.; HOUSTON, D. M. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 2002. p. 519-569.
49. RAIMONDO, R. F. S.; BIRGEL, D. B.; SAUT, J. P. E.; KOMNINOU, E. R.; BIRGEL JUNIOR, E. H. Teores de cloretos, lactose e índice cloretos/lactose na secreção láctea de bovinos da raça Jersey no primeiro mês de lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 259-265, 2009.
50. RANKIN, M. Agronomic and environmental issues with foot bath solution land spreading. **Timely crop production information** [online], vol. 1, p. 1-8, 2004. Disponível em: <http://www.uwex.edu/ces/crops/4StateCopper.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2009.
51. REZENDE, A. M. F. A.; TOMITA, C. K.; UESUGI, C. H. Fungicidas cúpricos, cloretos de benzalcônio e composto bioativo líquido (Bokashi): fitotoxicidade e controle da seca dos ponteiros causada por *Erwinia psidii* em goiabeiras. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.33, n.4, p. 288-294, 2008.

52. REZLER, U. **Cobre sérico e enzimas relacionadas ao seu metabolismo em ovinos preparados para exposição e criados a campo na depressão central do estado do Rio Grande do Sul.** 2007. 35 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
53. RIBEIRO, A. R.: **Influência da antissepsia pós- ordenha na ocorrência de mastite bovina.** 1996. 124 f. Dissertação Mestrado (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
54. ROUBIES, N.; GIADINIS, N. D.; POLIZOPOULOU, Z.; ARGIROUDIS, S. A retrospective study of chronic copper poisoning in 79 sheep flocks in Greece (1987-2007). **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, Oxford, v. 31, p. 181-183, 2008.
55. RUIZ, R. L. Introdução ao estudo dos microrganismos. In: **Microbiologia Zootécnica.** São Paulo: Roca, 1992; cap. 1, p. 1-15.
56. SALAMI, F. H. **Determinação espectrofotométrica de hipoclorito em alvejantes e cloro em águas de abastecimento empregando sistema em fluxo por multicomutação e células convencional e de longo caminho óptico.** 2008. 85f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências exatas e de tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
57. SANTOS, M. V.; FONSENCA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite.** Barueri: Manole, 2007, 314p.
58. SANTOS, R. A.; MENDONÇA, C. L.; AFONSO, J. A.; SIMÃO, L. C. Aspectos clínicos e característica do leite em ovelhas com mastite induzida experimentalmente com *Staphylococcus aureus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 6-12, 2007.
59. SCHECK, H. J.; PSCHIEDT, J. W. Effect of copper bactericides on copper-resistant and sensitive strains of *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 4, p 397-406, 1998.
60. SCIENTIFIC COMMITTEE ON HEALTH AND ENVIRONMENTAL RISKS – SCHER. Risk Assessment Report on Sodium Hypochlorite, Health & Consumer Protection DG [online], 2008. Disponível em: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_080.pdf. Acesso em: 25/03/2011.
61. SHEARER, J.K. Lameness of dairy cattle: consequences and causes. **The Bovine practitioner**, Opelika, v.32, p.79-85, 1998.
62. SILVA, L. A. F.; SILVA, L. M.; ROMANI, A. F.; RABELO, R. E; FIORAVANTI, M. C. S.; SOUZA, T. M. Características clínicas e epidemiológicas das enfermidades podais em vacas lactantes do município de Orizônia-GO. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.2, p. 119-126, 2001.
63. SILVA, L. A. R.; CUNHA, P. H. J.; JARDIM, E. A. G. V.; FIORAVANTI, M. C. S.; TRINDADE, B. R.; SILVA, M. A. M.; GONÇALVES, J. R.; GONÇALVES, P. P. C.; PRAZERES, A. Efeito da administração parenteral de cobre sobre o ganho de peso, eritrograma e parênquimas, hepático e renal, e bovino (Zebu X Europeu) confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 225-234, 2004.
64. SILVA, L.A.F.; SILVA, C.A.; BORGES, J.R.J. et al. A clinical trial to assess the use of sodium hypochlorite and oxytetracycline on the healing of digital

- dermatitis lesions in cattle. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 46, n. 4, p. 345-348, 2005.
65. SILVA, L. A. F.; FIORAVANTI, M. C. S.; SILVA, M. A. M.; CUNHA, P. H. J.; SOUSA, V. R.; SILVA, O. C.; MACEDO, S. P.; MOURA, M. I.; GARCIA, A. M. Enfermidades digitais em bovinos confinados: Uso parenteral do cobre na prevenção. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.12, n.1, p.21-28, 2006.
 66. SILVA, M. A. S. **Impactos da aplicação de vinhaça sobre as propriedades químicas do solo e de seu efluente**. 2007. 91f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
 67. SILVA, L. A. F.; COELHO, K. O.; DAMASCENO, A. D.; NICOLAU, E. S.; ANDRADE, M. A.; FIORAVANTI, M. C. S.; MESQUITA, A. J.; BARBOSA, V. T.; MOURA, M. I. Avaliação da concentração e do efeito sanitizante do hipoclorito de sódio em pedilúvio para bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p.89-96, 2007a.
 68. SILVA, L. A. F.; SOUSA, V. R.; SILVA, M. A. M.; FRANCO, L. G.; FIORAVANTI, M. C. S.; RABELO, R. E.; MOURA, M. I.; SOARES, L. K.; CUNHA, P. H. J. Efecto Del eltilenodinitrilo tetracetato de cálcio y cobre y Del lactobionato de cobre parenteral em el tratamiento de la papilomatosis cutânea bovia. **Técnica Pecuária México**, Cidade do México, v. 45, p. 289-297, 2007b.
 69. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA,. Heavy Metal Soil Contamination, Soil Quality Institute, [online], 2000. Disponível em: <http://www.aiswcd.org/IUMPDF/appendix/u03.pdf>. Acesso em: 15/02/2011.
 70. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA, Standards for the use and disposal of sewage sludge. Federal Region 40 CFR – Part 503, [online], 1993. Disponível em: [http://yosemite.epa.gov/r10/water.nsf/NPDES+Permits/Sewage+S825/\\$FILE/503-032007.pdf](http://yosemite.epa.gov/r10/water.nsf/NPDES+Permits/Sewage+S825/$FILE/503-032007.pdf). Acesso em: 17/03/2011.
 71. ZAFALON, L. F.; NADER FILHO, A.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, J. V.; RESENDE, F. D. Alterações da composição e da produção de leite oriundo de quartos mamários de vacas com e sem mastite subclínica de acordo com o estágio e o número de lactações. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 419-426, 2005.
 72. ZEMLJIC, B. Influence of footbathing on prevalence of digital dermatitis after introduction of diseased animal into healthy dairy herd. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 13., 2004, and CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 5., 2004, Maribor, **Proceedings...** Maribor, 2004, p. 145-146.
 73. ZOCK, J. P.; PLANA, E.; ANTÓ, J. M.; BENKE, G.; BLANC, P. D.; CAROSSO, A.; DAHLMAN-HÖGLUND, A.; HEIRINCH, J.; JARVIS, D.; KROMHOUT, H.; LILIENBERG, L.; MIRABELLI, M. C.; NORBÄCK, D.; OLIVIEIRI, M.; PONZIO, M.; RADON, K.; SOON, A.; van-SPRUNDEL, M.; SUNYER, J.; SVANES, C.; TORÉN, K.; VERLATO, G.; VILLANI, S.; KOGEVINAS, M. Domestic use of hypochlorite bleach, atopic sensitization, and respiratory. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, St. Louis, p. 1-8, Aug. 2009.
 74. ZÖLLER, H. F. The rate of decomposition of sodium hypochlorite in cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 6, p. 251-357, 1923.

5 OBJETIVOS

5.1 Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a presença de resíduos de soluções empregadas em pedilúvio para bovinos, no leite e solo.

5.2 Específicos

2.2.1 Quantificar o cobre e os cloretos totais no leite de bovinos saudáveis após passagens repetidas dos animais em pedilúvio contendo soluções formuladas com o sulfato de cobre e hipoclorito de sódio e estimar os custos de cada solução.

2.2.2 Detectar teores de cobre, em solo tratado experimentalmente com uma mistura contendo fezes e urina bovina associadas à solução de sulfato de cobre, simulando efluentes obtidos de esterqueira empregada na bovinocultura.

CAPÍTULO 2 – RESÍDUOS DE SOLUÇÕES SANITIZANTES NO LEITE DE BOVINOS SAUDÁVEIS APÓS PASSAGENS EM PEDILÚVIO

Resumo

O sulfato de cobre e o hipoclorito de sódio são empregados na prevenção e tratamento das enfermidades digitais dos bovinos, mas os valores residuais desses elementos foram pouco estudados. Neste estudo avaliou-se a presença de resíduos de cobre e cloretos totais no leite de vacas saudáveis após passagens dos animais em pedilúvio contendo soluções formuladas com estas substâncias e estimou-se os custos das soluções. Utilizou-se 14 vacas saudáveis distribuídas em dois grupos (GI e GII) de sete animais cada. Em GI empregou-se solução de hipoclorito de sódio a 1% e em GII sulfato de cobre a 5%. As amostras de leite foram colhidas antes da passagem pelo pedilúvio (M0), após 24 (M1), 48 (M2) e 72 (M3) horas e 15 dias (M15), subsequentes a última passagem. Na análise estatística a comparação entre momentos de cada amostra das substâncias avaliadas foi realizada com teste de Friedman, seguido pelo teste de Dunn's ($p < 0,05$). Concluiu-se que os valores de cloretos totais e de cobre no leite de bovinos saudáveis, após passagens diárias dos animais em pedilúvio por um período de sete dias, apresentaram algumas variações consideradas insuficientes para provocarem danos à saúde humana e as soluções medicamentosas não apresentaram custos exorbitantes.

Palavras chave: Hipoclorito de sódio, sulfato de cobre, cloretos, doenças digitais

CHAPTER 2 – RESIDUES OF SANITIZING SOLUTIONS IN MILK FROM HEALTHY COWS AFTER PASSING THROUGH A FOOTBATH

Abstract

Copper sulfate and sodium hypochlorite are employed in footbath solution, for the prevention and treatment of digital diseases in bovines, but the amount of residues they may leave has been little studied. In this study the quantity of copper and total chlorides were evaluated in milk from healthy cows after footbath with a solution made of these substances, the costs of these solutions were also estimated. Fourteen cows were allocated in two groups (GI and GII) with seven animals each group. In GI and in GII sodium hypochlorite 1% and copper sulfate 5% solutions were employed, respectively. The milk samples were collected before passing through a footbath (M0) and 24 (M1), 48 (M2), 72 (M3) hours and 15 days (M15) after the last passage. The residues from copper and total chlorides between the moments were analyzed using Friedman's test, followed by Dunn's test ($p < 0.05$). It was concluded that the amount of copper residue and total chlorides in milk from healthy cows after daily passages through footbath for seven days showed some changes considered insufficient to cause harm to human health and the drug solutions were not expensive.

Keywords: foot bath, digital diseases, environmental contamination, soil

INTRODUÇÃO

As doenças digitais dos bovinos causam inúmeros prejuízos à pecuária leiteira e de corte, com destaque para o menor desempenho dos animais, redução nos índices reprodutivos e zootécnicos, descarte prematuro, gastos consideráveis com tratamentos e, eventualmente morte dos animais. O custo, somente com tratamento de tais enfermidades, pode chegar a US\$ 72,58 por animal (FERREIRA et al., 2004), mas quando computado as perdas causadas pela diminuição na produção leiteira esse valor pode elevar-se para US\$ 95,80 (SOUZA et al., 2006). Apesar da influência negativa das doenças localizadas nos dígitos dos bovinos, acredita-se que os prejuízos podem ser minimizados, adotando medidas preventivas, principalmente fazendo o uso rotineiro do pedilúvio. Esta alternativa é uma ferramenta de baixo custo, pois pode ser empregada, ao mesmo tempo, na prevenção ou tratamento de

enfermidades digitais de vários bovinos tanto de aptidão para corte como leite (SILVA et al., 2005, JANOWICZ et al. 2006).

Habitualmente são empregados produtos químicos com ação desinfetante, que geralmente auxiliam na remoção de matéria orgânica ou de elementos irritantes ao casco e acumulados por entre os dígitos. Por essa razão estas substâncias contribuem para a prevenção e tratamento das afecções podais dos bovinos (NOCEK, 1993). Os principais produtos químicos empregados na formulação de soluções para pedilúvio são o hipoclorito de sódio (SILVA et al., 2005), formol, sulfato de zinco e sulfato de cobre (NOCEK, 1993; BRITT et al., 1996; SILVA et al., 2005) além de antibióticos como a oxitetraciclina e lincomicina (SEYMOUR et al., 2002).

Embora alguns antibióticos sejam recomendados no preparo de soluções usadas em pedilúvio e apresentem resultados no tratamento de enfermidades digitais dos bovinos estes medicamentos podem ocasionar resíduos no leite. Além desse aspecto, com o tempo, os antibióticos podem proporcionar resistência bacteriana às formulações (BRYLD et al., 2004). Acrescentem-se as consequências ambientais, em especial os resíduos deixados nos cursos de águas (NOWROUZIAN et al., 1998; SEYMOUR et al., 2002; BRYLD et al., 2004). Mesmo sendo uma boa alternativa medicamentosa as formulações contendo antibióticos e empregadas na elaboração de soluções para uso em pedilúvio são evitadas por produtores devido ao risco de acarretar resíduos no leite (ZEMPLJIC, 2004) e impedir a comercialização do produto. Portanto, diante dessa possibilidade, os protocolos terapêuticos que não utilizam antibióticos são mais desejáveis (BRYDL et al., 2004). Pondera-se também que, igualmente aos antibióticos, alguns produtos químicos empregados em pedilúvio também podem afetar o bem-estar do homem, animal e ambiente, resultando em riscos a saúde pública, (DAVIS & WAILES, 2001; KLINGBERG, 2005; NUSS, 2006).

Como nos últimos anos ocorreu uma maior conscientização sobre a importância da saúde pública, parcelas expressivas de consumidores têm exigido alimentos diferenciados, livres de resíduos químicos, com segurança sanitária e menos industrializados. Consequentemente, a preferência tem sido pelos produtos obtidos de forma mais natural e em consonância com o bem-

estar do animal e do ser humano, respeitando a preservação ambiental e valorizando a saúde do homem (GONÇALVES, 2007). Logo, para que o processo produtivo no meio rural atenda aos anseios do mercado consumidor, interno e externo, é necessário buscar alternativas na área do conhecimento que permitam implementar as instruções normativas estabelecidas pelos órgãos governamentais agregando valores aos produtos. Por último, soma-se a tudo isso a oportunidade de os produtores certificarem suas propriedades como produtoras de alimentos livres de resíduos estipulando preços diferenciados para os produtos fornecidos ao mercado consumidor.

O objetivo do presente estudo foi quantificar o cobre e os cloretos totais no leite de bovinos saudáveis após passagens repetidas dos animais em pedilúvio contendo soluções formuladas com o sulfato de cobre e hipoclorito de sódio e estimar os custos de cada solução.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados 14 vacas mestiças (Zebu x Europeu) em lactação, saudáveis, de diferentes faixas etárias e peso corporal, oriundas do rebanho da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG) no período de março a abril de 2010, após obedecer todos os preceitos éticos recomendados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, sob protocolo nº 017/10. Antecedendo ao início do experimento, os bovinos foram submetidos a um período de adaptação de 28 dias, sendo manejados nessa ocasião, nos mesmos piquetes empregados durante a fase experimental. Simultaneamente, para facilitar o manejo diário, não resistirem a passagem no pedilúvio e interferir o mínimo possível no comportamento dos animais, estes passaram no pedilúvio contendo apenas água por sete dias.

O pedilúvio empregado, tanto no período de adaptação como na fase experimental, possuía na sua estrutura um recipiente denominado “lava pés” onde depositava apenas água e era usado para realizar limpeza prévia dos

dígitos dos animais e outro tanque onde as soluções medicamentosas eram depositadas. Estes compartimentos mediam três metros de comprimento por 0,80 metros de largura e profundidade de 0,40 metros. Os compartimentos eram separados por uma rampa de 1,5 metros com declividade de 2% em direção ao tanque “lava pés”. Uma cancela instalada entre os tanques permitia o controle de acesso dos bovinos, de modo que apenas um animal passasse por vez pelo tanque que continha a solução sanitizante. A lâmina de solução medicamentosa empregada era de dez centímetros e o acesso, entrada e saída dos tanques era feito em rampas de 50 centímetros com ranhuras transversais confeccionadas em concreto.

Os piquetes nos quais os animais foram manejados durante os períodos, pré-experimental e experimental, eram formados pela gramínea *Brachiaria decumbens*, constituindo-se na principal alimentação que recebiam. A água era fornecida em bebedouros artificiais e a suplementação mineral realizada empregando uma mistura mineral comercial (Guabiphos 80 leite, Grupo Guabi, Anápolis, Goiás), ambos *ad libitum*. Ainda na fase de adaptação, todos os animais foram submetidos a exame clínico geral com o intuito de identificar possíveis alterações fisiológicas ou enfermidades que impossibilitassem sua utilização como unidade experimental. Posteriormente foi realizado o exame específico do aparelho locomotor (RADOSTITS et al., 2002), com ênfase aos dígitos, com a finalidade de descartar animais que apresentassem lesões digitais ou algum defeito de conformação que pudesse comprometer a locomoção, a passagem no pedilúvio ou interferir na absorção dos princípios ativos utilizados nas soluções sanitizantes.

Paralelamente, foi realizada no Centro de Pesquisa e Alimentos da EVZ/UFG (CPA), a contagem de células somáticas para demonstrar a higidez da glândula mamária das vacas, empregando o aparelho Fossomatic 5000 Basic®, Foss Eletric, Hillerod, Dinamarca. Na sequência, todas as fêmeas bovinas participantes do estudo foram vermifugadas por via oral empregando um produto à base de albendazole a 10% (Aldazole 10 CO, Vallé S. A., São Paulo – SP, Brasil). No combate aos ectoparasitas utilizou-se um produto comercial à base de cipermetrina (Cypermil Plus Pulverização®, Ouro Fino Agronegócios, Cravinhos – SP, Brasil). Ao final da fase preparatória deu-se

início a pesquisa e, para avaliação dos resíduos procedeu-se a distribuição dos bovinos em dois grupos experimentais contendo sete animais cada (GI e GII). Na constituição dos grupos consideraram-se os princípios ativos, hipoclorito de sódio e o sulfato de cobre, empregados na preparação das soluções a serem depositadas no pedilúvio. Ambos os produtos foram adquiridos no comércio especializado em medicamentos agropecuários.

Após a constituição dos grupos deu-se início a pesquisa de resíduos no leite. Para tanto, os animais passaram diariamente pelo pedilúvio contendo soluções sanitizantes conforme grupos estabelecidos, até completar sete dias consecutivos, sendo as trocas das soluções sanitizantes realizadas a cada três dias. A primeira colheita de amostra de leite ocorreu antes de iniciar a passagem dos animais no pedilúvio. As demais colheitas aconteceram a partir do primeiro dia após finalizar a sequência de passagens (Fig. 1). A colheita das amostras foi realizada no leite de cada vaca, depois de se realizar a ordenha completa e homogeneizar todo o produto obtido em recipiente adequado. Independente da quantidade de leite produzido por animal, em cada colheita de amostra obteve-se um volume de 300 mL do produto lácteo. As colheitas de amostras realizadas antes de iniciar a passagem dos animais pelo pedilúvio foram consideradas momento zero (M0) e as demais, 24 (M1), 48 (M2) e 72 (M3) horas após a última passagem pelo pedilúvio, ou seja, após o sétimo dia. Concluídas essas colheitas foi realizada mais uma colheita aos 15 (M15) dias após a última passagem dos bovinos pelo pedilúvio.

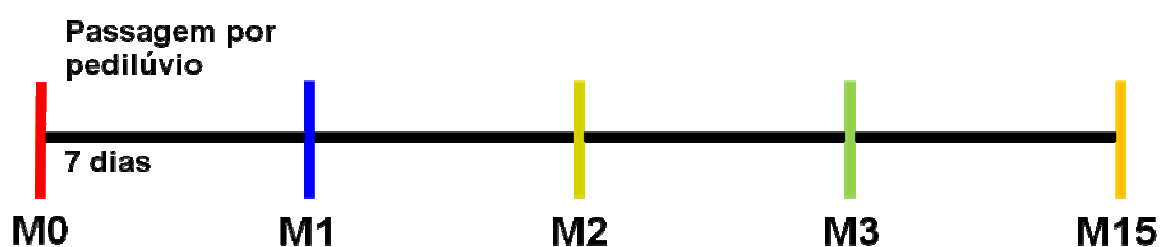


FIGURA 1 – Esquema demonstrando os momentos de colheitas estabelecidos para a pesquisa de resíduos de hipoclorito de sódio e sulfato de cobre no leite bovino em experimento realizado na Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás no período de março a abril de 2010

Imediatamente após a colheita, as amostras de leite foram acondicionadas em caixas térmicas e, na sequência, encaminhadas ao laboratório onde foram armazenadas em refrigeradores a uma temperatura de 5°C, permanecendo neste local até o momento do processamento. Nas avaliações dos níveis residuais de cobre foi empregado espectrofotometria de absorção atômica, seguindo metodologia de GONÇALVES (2007). Para a pesquisa de cloretos totais empregaram-se espectrofotômetro (BIO-2000, BioPlus Produtos para Laboratórios Ltda., São Paulo – SP, Brasil) e um kit comercial (Cloretos, Labtest Diagnóstica LTDA., Lagoa Santa – MG, Brasil). Em ambos os casos obedeceu a sequência e os intervalos demonstrados na Fig. 1.

Estimaram-se os custos dispensados na preparação tanto da solução de hipoclorito de sódio como para se obter a solução de sulfato de cobre. Nos cálculos empregaram-se apenas o valor do litro ou quilograma, respectivamente, pago no comércio para se adquirir os produtos. Considerou-se para aquisição o hipoclorito de sódio na concentração de 10% e o sulfato de cobre pentahidratado, sendo os cálculos desenvolvidos tanto em reais (R\$) como em dólares (US\$), visando à obtenção de 100 litros de cada solução.

Os dados obtidos a partir da avaliação laboratorial foram submetidos ao programa GraphPad InStat® (GraphPad InStat for Windows, versão 3.00, GraphPad Software, INC, EUA). A comparação para cada amostra em cada substância avaliada, sulfato de cobre e hipoclorito de sódio, foi realizada pelo teste de Friedman, seguido pelo teste Dunn's. Os achados foram considerados significativos quando $p < 0,05$ (SAMPAIO, 1998).

RESULTADOS

No período de adaptação, o manejo dos animais nos piquetes nos quais permaneceram durante a pesquisa e as passagens repetidas no pedilúvio foram fundamentais para os bovinos se habituarem ao manejo adotado, circunstâncias que, aparentemente, resultaram em mínima resistência dos animais às atividades que foram estimulados a desenvolver durante o período experimental. Observou-se ainda que a frequência de defecação e micção,

atitudes freqüentes em bovinos estressados, visivelmente, diminuiu quando comparada ao período de adaptação.

Os dados referentes aos níveis de cloretos encontrados no leite das vacas avaliadas, antes e após a passagem repetida dos animais em pedilúvio contendo solução de hipoclorito de sódio a 1%, incluindo a média, desvio padrão e o coeficiente de variação referente aos valores obtidos estão representados na Tab. 1.

Os níveis de cloretos obtidos no leite dos animais pertencentes ao GI, antes e após a passagem em pedilúvio, aumentaram gradualmente a partir de M0 cujo valor encontrado foi de 28,07 mEq/l, atingindo o nível máximo de 70,86 mEq/l no momento M2. Os dados obtidos para a dosagem de cloretos, antes e após a passagem dos animais no pedilúvio foram significativamente diferentes ao comparar os momentos M0 e M2 e os momentos M2 e M3, mas não houve diferença significativa entre o M0 com os momentos M1, M3 e M15 ($p < 0,05$). Houve ainda uma redução dos níveis de cloretos do momento M2 para o momento M15, embora não significativa.

Tabela 1 – Concentração de cloretos (mEq/l) no leite de vacas clinicamente saudáveis, antes e após passagens repetidas dos animais em pedilúvio, em experimento realizado na Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás no período de março a abril de 2010

	M0	M1	M2	M3	M15
Média	28,07 ^{ac}	60,14 ^{abc}	70,86 ^b	42,71 ^{ac}	54,14 ^{abc}
DesPad	5,85	17,22	21,91	20,85	19,69
CoefVar	20,85	28,63	30,92	48,80	36,37

Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$); **DesPad** = Desvio padrão; **CoefVar** = coeficiente de variação. **M0**= Momento zero; **M1**= Momento 1; **M2** = momento 2; **M3** = momento 3; **M4** = momento 4; **M15** = momento cinco

Quanto aos níveis de cobre, os dados foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre os momentos M1 e M2, M1 e M3 e M1 e M15. No entanto, não houve diferença significativa entres os momentos M1, M2, M3 e M15 quando comparados com o momento M0.

Houve diminuição nos níveis de cobre no leite a partir de M2, no entanto esta não foi significativa. Na Tab. 2 são apresentados os valores obtidos, a média, desvio padrão e o coeficiente de variação referente aos valores encontrados para o cobre no leite.

Tabela 2 – Valores determinados do cobre (mg/kg) no leite de vacas clinicamente saudáveis, antes e após passagens repetidas em pedilúvio, em experimento realizado na Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás no período de março a abril de 2010

	M0	M1	M2	M3	M15
Média	0,493 ^{ab}	0,322 ^a	0,681 ^b	0,555 ^b	0,608 ^b
DesPad	0,093	0,110	0,225	0,128	0,154
CoefVar	18,956	34,173	33,125	23,163	25,316

Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$); **DesPad** = Desvio padrão; **CoefVar** = coeficiente de variação. **M0**= Momento zero; **M1**= Momento 1; **M2** = momento 2; **M3** = momento 3; **M4** = momento 4; **M15** = momento cinco

Na Fig. 2 (A e B) estão representados os dados referentes aos níveis de cloretos e cobre, obtidos no leite de vacas clinicamente saudáveis, antes e após passagens repetidas em pedilúvio contendo hipoclorito de sódio e sulfato de cobre. Nota-se que os níveis, tanto de cloretos como de cobre apresentaram-se inconstantes.

Considerando as concentrações empregadas nas duas soluções analisadas estimou-se que os custos necessários para se obter 100 litros de uma solução com hipoclorito de sódio a 1% atingiram valores de R\$ 11,16 (US\$ 6,56) enquanto a solução preparada com sulfato de cobre a 5% teve um custo de R\$ 42,50 (US\$ 25,00).

DISCUSSÃO

O período de adaptação foi fundamental para o condicionamento dos bovinos às atividades diárias desenvolvidas, em especial a condução ao pedilúvio. Portanto, analisando o comportamento dos animais no decorrer do

estudo e observando que após o período de adaptação estes relutavam menos ao serem conduzidos ao pedilúvio, bem como apresentaram redução aparente na quantidade de excrementos expelidos presume-se que a adaptação prévia foi positiva, pois tornou os animais menos hostis durante o manejo. Acrescente-se que a redução aparente no volume de excrementos pode ter minimizado a contaminação das soluções. De acordo com DEGASPERI et al. (2003) bovinos submetidos à excitação, presença de estranhos, abuso e maus tratos ou qualquer efeito traumatizante geralmente resulta em imediata eliminação de urina ou fezes.

A diferença significativa observada para os cloretos ao comparar os momentos, M0 com o M2, no GI, em tese, pode ser atribuída a uma possível absorção do cloro tanto pelo estojo córneo digital como também pelo tecido interdigital, ainda que em pequenas quantidades. Associado a esses aspectos, o aumento nos níveis de cloretos no leite do momento M1 para o M2 com posterior diminuição no momento M3, apesar de não ter havido diferença significativa, pode ter sido influenciado por fatores externos, como a ingestão de forrageiras, sal mineral ou água clorada. Assim, acredita-se que o fato de os animais terem sido mantidos em pastagem, estes podem ter ingerido quantidades diferentes de alimento, alterando, portanto, o nível de cloretos no leite. Segundo SILVA (1997), os níveis dos constituintes do leite podem ser afetados pela espécie, raça, fisiologia (individualidade, diferenças entre os quartos do úbere, idade), alimentação, estações do ano, doenças, período de lactação e ordenhas (número, intervalo e processo).

Apesar das evidências de aumento no nível de cloretos após a passagem dos bovinos pelo pedilúvio, o aumento não deve ser prejudicial ao consumidor, pois a quantidade detectada desses compostos nas amostras examinadas encontra-se similares as estimativas apresentadas por ZARFALON et al. (2005). Segundo estes pesquisadores a quantidade de cloretos observado em leite de vacas saudáveis encontram-se entre 1240 – 1660 mg/kg e em vacas com mastite subclínica em meio a 1570 – 2550 mg/kg, valores semelhantes aos do presente estudo, pois ao transformar os dados aqui obtidos de mEq/l para mg/kg, encontrou-se quantidade de cloretos que variaram entre 996,54 – 2.515,43. Assim, mesmo alcançado valores no momento M3 de 148,43%

maiores que os níveis inicialmente determinados no momento M1, a passagem de bovinos com estojos córneos digitais íntegros pelo pedilúvio contendo solução sanitizante preparada com hipoclorito de sódio não foi suficiente para desencadear alteração nos níveis desses compostos no leite dos animais. Desta forma, o hipoclorito de sódio, poderia se constituir em alternativa para preparar soluções sanitizantes empregadas em pedilúvio.

Ponderando sobre os níveis de cobre as variações significativas observadas dos momentos, M1 para M2, M3 e M15, reforçam a hipótese de que os valores, tanto no nível de cloretos quanto no nível de cobre podem ter sido influenciados por fatores externos, já que segundo SILVA (1997) a quantidade de nutrientes do leite pode ser alterada pela alimentação. Mas, apesar de a variação nos níveis de cobre identificado na presente pesquisa ser expressiva os valores encontrados estão de acordo com o trabalho de GONÇALVES (2008) que descreveu níveis do elemento no leite entre 0,39 a 0,59 mg/kg em várias regiões do Estado de Goiás e afirmou haver grande variação nos níveis do mineral no produto lácteo. Assim, fundamentando-se nos resultados da presente pesquisa e nos achados do referido autor verifica-se que existem indícios de instabilidade nos valores do elemento cobre no leite de fêmeas bovinas.

Ainda que o nível de cobre observado no leite dos bovinos avaliados seja superior ao citado por alguns autores, como GONÇALVES (2008), acredita-se que o consumo do leite destes animais não resultaria em danos a saúde do homem. Para DANKS (1998) e segundo o *“Guide for drinking-water quality”* da Organização Mundial de Saúde (OMS) o consumo diário de cobre para o homem situa-se entre 1,0 – 2,0 mg, valor superior ao encontrado nas amostras aqui analisadas. Dessa forma, levando em consideração a recomendação aceitável para ingestão de cobre para humanos, este poderia consumir a quantidade deste elemento aqui diagnosticada já que seu nível no leite não passou de 0,930 mg/kg nos animais analisados no presente estudo. Entretanto, não se deve negligenciar a possibilidade de o cobre se acumular no organismo com o decorrer do tempo. Portanto, pondera-se sobre a possibilidade de a absorção do cobre ser mais expressiva em animais com lesões digitais, pois ao passarem pelo pedilúvio contendo soluções preparadas com esse elemento, as feridas abertas poderiam facilitar sua assimilação.

Analisando os custos estimados para a preparação das duas soluções verifica-se que seguindo as recomendações de SILVA et al. (2005) para se realizar trocas alternadas entre os medicamentos, esses protocolos terapêuticos tornam-se uma opção viável para o tratamento de enfermidades digitais nos bovinos. Para os autores a solução obtida a partir do cobre é ácida e a preparada com hipoclorito de sódio é alcalina, condições que propiciam a morte tanto de bactérias como de fungos. Para RUIZ (1992) bactérias crescem melhor em pH próximo a neutralidade e os fungos preferem um ambiente ácido, com valores de pH entre 1 e 5 justificando, portanto a inclusão dos dois elementos aqui testados na preparação de soluções sanitizantes empregadas em pedilúvio para bovinos.

Outro aspecto favorável a utilização de pedilúvio é o custo das soluções. Tomando como exemplo uma solução de 200 litros de sulfato de cobre a 5% o custo estimado seria de R\$ 85,00. Segundo GREENOUGH (2007) um pedilúvio com esta quantidade de solução possibilita a passagem de até 250 animais sem que seja efetuada a troca da mesma. Desta forma, se o pedilúvio for utilizado duas vezes por semana durante o ano cada animal irá passar 104 vezes pelo pedilúvio. Portanto, considerando um total de 250 passagens o custo por animal por cada tratamento preventivo seria de R\$ 0,34. Assim o custo anual por animal seria de R\$ 35,36 (US\$ 20,08), valor muito inferior ao custo de US\$ 72,58 para tratamento das enfermidades digitais citadas por FERREIRA et al. (2004) e de US\$ 95,80 apontados por SOUZA et al. (2006).

Caso considere-se a alternância da solução de sulfato de cobre a 5% com hipoclorito de sódio a 1%, de forma que a cada higienização do pedilúvio troca-se também a solução sanitizante, o custo torna-se mais acessível. Portanto efetuando-se o mesmo cálculo chega-se ao custo anual por animal de R\$ 22,25 (US\$ 13,09), valor que representa 18,03% e 13,66% do custo de tratamento das enfermidades podais citado por FERREIRA et al. (2004) e SOUZA et al. (2006) respectivamente. Desta forma a utilização de pedilúvio poderia diminuir a ocorrência de doenças digitais, bem como aumentar a vida útil dos animais evitando descarte prematuro dos mesmos, o que poderia gerar economia substancial ao produtor. No entanto, pesquisas em propriedades rurais que empreguem essas formulações devem ser incrementadas com o

intuito de esclarecer melhor o assunto. Pata tanto seria importante avaliar outras concentrações por um período superior a sete dias, empregando bovinos cujas enfermidades digitais foram tratadas cirurgicamente.

Por último, mesmo diante de resultados favoráveis, entende-se que seria necessário desenvolver pesquisas científicas mantendo os animais em ambiente controlado, na tentativa de avaliar a estabilidade dos princípios ativos aqui pesquisados. Acrescente-se que, nesse caso, a alimentação controlada poderia minimizar o efeito exercido pelos alimentos disponíveis nas pastagens sobre as concentrações dos elementos pesquisados. Mas não se deve negligenciar a possibilidade de o contato do cobre e cloro com feridas abertas decorrentes do tratamento cirúrgico de lesões digitais facilitar a absorção desses elementos pelo organismo, aumentando os níveis no leite dos animais. Ainda sobre o tema acredita-se na necessidade de implementar estudos científicos que verifiquem a dosagem de resíduos destes compostos também no solo, água e meio ambiente.

CONCLUSÃO

Os valores de cloretos totais e cobre identificados no leite de bovinos saudáveis, após passagens diárias dos animais em pedilúvio contendo soluções formuladas com estas substâncias e por um período de sete dias, apresentam variações consideradas insuficientes para provocarem danos à saúde humana demonstrando ser um alimento seguro para o consumidor, além de as soluções testadas não apresentarem custos exorbitantes.

REFERÊNCIAS

1. BRITT, J.S.; GASKA, J.; GARRET, E.F. et al. Comparison of topical application of three products for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 209, n. 6, sept. 1996.
2. BRYDL, E.; JURKOVICH, V.; KÖNYVES, L. et al. Treatment of Digital Dermatitis Without using of antibiotics – A Clinical Trial. In: 13th

- INTERNACIONAL SYMPOSIUM AND 5th CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 13., Maribor, *Proceedings...* Maribor, p.150-151, 2004
3. DANKS, D. M. Copper deficiency in humans. *Annu. Rev.*, v. 8, p. 235-257, 1988.
 4. DAVIS, J.; WAILES, B. Cooper in dairy footbaths: A problem for crops and cows? *Integrated Livestock Managment.* 2001. Disponível em: <http://www.cvmb.colostate.edu/ilm/proinfo/cdn/2001articles/footbathCuNov01.pdf>. Acessado em: 20 dez. 2010.
 5. DEGASPERI, S.A.R.; COIMBRA, C.H.; PIMPÃO, C.T. et al. Estudo do comportamento do gado holandês em sistema de semi-confinamento. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, v. 1, n. 4, p. 41-47, 2003.
 6. FERREIRA, P.M.; LEITE, R.C.; CARVALHO, A.U. et al. Custo e resultados do tratamento de seqüelas de laminite bovina: relato de 112 casos em vacas em lactação no sistema *free-stall*. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, n. 5, p. 589-594, 2004.
 7. GONÇALVES, J.R. *Metais pesados em vísceras bovinas do Estado de Goiás*. 2007. 132 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
 8. GONÇALVES, J.R.; MESQUITA, A.J.; GONÇALVES, R.M. Determinação de metais pesados em leite integral bovino pasteurizado no estado de Goiás. *Ci. Anim. Bras.*, v. 9, n. 2, p. 365 – 374, 2008.
 9. GREENOUGH, P.R. Claw trimming, Foot baths, restraint, Bandaging, lifts, and Shoes. In: GREENOUGH, P.R. *Bovine laminitis and lameness*. London: Saunders. 2007, cap. 14, p. 170-198.
 10. JANOWICZ, P.; BATHINA, H.; DURKIN, J. et al. Foot bathing in the hoof health management. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM AND 5TH CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 5., 2004. Maribor. *Proceedings...* Manibor. p. 28-29. 2004.
 11. KLINGBERG, K. Copper sulfate foot bath treatment for animal health: impact on manure nutrient content, Crops, Soil and Environment. In: DISCOVERY FARMS. Webmaster [College of Agricultural & Life Sciences UW Madison](http://www.uwdiscoveryfarms.org/newpubs/publications/Copper%20SulfateFootbath.pdf), 2005. Disponível em: <http://www.uwdiscoveryfarms.org/newpubs/publications/Copper%20SulfateFootbath.pdf>. Acesso em: 07 set. 2009.
 12. NOCEK, J. E. (2 ed.) *Hoof care for dairy cattle*: W. D. Hoard & Son Company. 1993, 39 p.
 13. NOWROUZIAN, I.; ZAREII, S. Comparison of two application forms of Linocomycin HCL for group treatment of digital dermatitis in dairy cows. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LAMENESS IN RUMINANTS, 10, 1998. Lucerne, **Proccedings...** Lucene , 1998, p. 287-289.
 14. NUSS, K. Footbaths: the solution to digital dermatitis? *The Vet. J.*, v.171, n.1, p.11-13 2006.
 15. RADOSTITS, O. M.; MAYHEW, I. G. J.; HOUSTON, D. M. *Exame clínico e diagnóstico em veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 2002. p. 519-569.
 16. RUIZ, R.L. Introdução ao estudo dos microrganismos. In: RUIZ, R.L. *Microbiologia Zootécnica*. São Paulo: Roca, 1992; p. 1-15.

17. SAMPAIO, I. B. M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. 221p.
18. SEYMOUR, J.; DURKIN, J.; BATHINA, H. et al. Footbathing in the Management of Digital Dermatitis. In: 12TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LAMENESS IN RUMINANTS, 12., 2002, Kansas, *Proceedings...*, Kansas, p.374-376, 2002.
19. SILVA, L.A.F.; SILVA, C.A.; BORGES, J.R.J. et al. A clinical trial to assess the use of sodium hypochlorite and oxytetracycline on the healing of digital dermatitis lesions in cattle. *Can. Vet. J.*, v. 46, n. 4, p. 345-348, 2005.
20. SILVA, P. H. F. S. Leite: aspectos de composição e propriedades. *Quím. N. Esc.*, n. 6, p. 3-5, 1997.
21. SOUZA, R.C.; FERREIRA, P.M.; MOLINA, L.R. et al. Perdas econômicas ocasionadas pelas enfermidades podais em vacas leiteiras confinadas em sistema *free stall*. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 58, n. 6, p. 982-987, 2006.
22. ZAFALON, L. F.; NADER FILHO, A.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, J. V.; RESENDE, F. D. Alterações da composição e da produção de leite oriundo de quartos mamários de vacas com e sem mastite subclínica de acordo com o estágio e o número de lactações. *Arq. Ins. Bio.*, v. 72, n. 4, p. 419-426, 2005.
23. ZEMLJIC, B. Influence of footbathing on prevalence of digital dermatitis after introduction of diseased animal into healthy dairy herd. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 13, and CONFERENCE ON LAMENESS IN RUMINANTS, 5. Maribor, *Proceedings...* Maribor, 2004, p. 145-146.

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE RESÍDUOS DE COBRE EM SOLO TRATADO COM EFLUENTES DE ESTERQUEIRA PARA DEJETOS BOVINOS

RESUMO

O sulfato de cobre é uma substância utilizada no preparo de soluções empregadas em pedilúvio para bovinos as quais são descartadas em esterqueira, misturadas com os dejetos líquidos de bovinos e lançadas sobre as pastagens como fertilizantes, podendo acumular no solo e plantas e causar danos aos animais e no homem. O objetivo deste estudo foi pesquisar, experimentalmente, resíduos de cobre disponíveis para as plantas em solo tratado com uma mistura contendo fezes e urina bovinas associadas à solução de sulfato de cobre e água, simulando efluentes obtidos de esterqueira empregada na bovinocultura. Foram realizadas coletas de amostras de solo em áreas de pastagem, as quais foram acondicionadas em colunas de PVC medindo 25 cm de comprimento por dez centímetros de diâmetro, parcialmente fatiadas nas profundidades de 0-5 cm (camada 1), 5-10 cm (camada 2), 10-15 cm (camada 3) e 15-20 cm (camada 4). Empregaram-se três tratamentos (CI, CII e CIII), sendo que no tratamento CI, o solo foi tratado apenas com os efluentes básicos. No tratamento CII, o solo recebeu os mesmos efluentes, mas acrescidos de uma solução de sulfato de cobre a 5%. O tratamento CIII também recebeu os mesmos efluentes básicos, a mesma solução de sulfato de cobre a 5%, porém o volume da solução era três vezes maior do que o empregado no tratamento anterior. Para criar uma situação mais próxima da realidade procedeu-se a irrigação do solo contido nas colunas empregando água destilada, simulando-se uma situação de chuva na quantidade total de 1500 mm, durante o período de 120 dias. Posteriormente, amostras foram colhidas aos 30 (M30), 60 (M60), 90 (M90) e 120 (M120) dias, após a distribuição dos efluentes nas colunas, sempre em duplicatas e em quatro camadas: 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. A dosagem de cobre foi obtida empregando-se espectrofotometria de absorção atômica após extração do cobre disponível para as plantas com extrator Mehlich. Para a análise estatística procedeu-se a análise de variância no esquema proposto e as médias, nos devidos desdobramentos, foram estatisticamente comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Observou-se que no tratamento CIII os níveis de cobre foram significativamente maiores que em CI e CII. O mesmo ocorreu em relação ao tratamento CII ao CI. Nos tratamentos CII e CIII observou-se que os níveis de cobre foram significativamente maiores na camada mais superficial do solo durante todo o período experimental. Conclui-se que os resíduos de cobre disponíveis para as plantas, em solo tratado com uma mistura contendo fezes e urina bovinas associadas à solução de sulfato de cobre e água são maiores nas camadas mais superficiais do solo, não apresentando alterações expressivas, após chuvas consecutivas, nas camadas mais profundas.

Palavras-chave: pedilúvio, doenças digitais, contaminação ambiental, solo

CHAPTER 3 – EXPERIMENTAL EVALUATION OF COPPER RESIDUES IN SOIL TREATED WITH CATTLE MANURE

Abstract

Copper sulfate is a substance used for the preparation of solutions employed in foot baths for cattle that are discarded in dunghill, mixed with cattle slurry and used on the pasture as fertilizer. This substance can accumulate in the soil, damaging plants, animals and humans. The aim of this study was to investigate experimentally copper waste available to plants in soil treated with a mixture of feces and urine of cattle associated with copper sulphate solution and water, simulating effluents obtained from cattle used in the dunghill. Samples were collected from soil in pasture areas, and were packed in PVC columns measuring 25 cm long by 10 cm in diameter, partially sliced at depths of 0-5 cm (layer 1), 5-10 cm (layer 2), 10-15 cm (layer 3), and 15-20 cm (layer 4). Three treatments (CI, CII and CIII) were used: in CI, soil was treated with only the basic effluent; in CII, soil received the same effluent, but a copper sulphate solution at 5% was added; in CIII, soil also received the same basic effluents, the same copper sulphate solution at 5%, but the volume of solution was three times higher than the one used in the previous treatment. In order to simulate a situation closer to reality, the irrigation of soil in the columns was performed with distilled water, simulating a situation of 1500 mm of rain was in a period of 120 days. Subsequently, samples were obtained at 30 (M30), 60 (M60), 90 (M90) and 120 (M120) days after the distribution of the effluent in the columns, always in duplicate and four layers: 0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 cm. Copper assessment was carried out using atomic absorption spectrophotometry after extraction of copper available to plants with Mehlich. For the statistical evaluation, analysis of variance and the means proposed scheme in appropriate developments were statistically compared by Scott-Knott test at 5% probability. It was observed that copper levels were significantly higher in treatment CIII than in CI and CII. The same occurred in relation to treatment CI compared to CII. Copper levels were significantly higher in the superficial layer of the soil in CII and CIII throughout the experimental period. It was concluded that copper residues available to plants in soil treated with a mixture of feces and urine of cattle associated with copper sulphate solution and water are higher in the upper layers of soil, showing no significant changes in deeper layers after consecutive rain.

Keywords: footbath, digital diseases, environmental contamination, soil

INTRODUÇÃO

As doenças digitais resultam em perdas econômicas significativas aos criatórios de bovinos, nacionais e mundiais. Essa realidade tem motivado os produtores rurais, especialmente os que exploram animais de aptidão leiteira, a

utilizarem pedilúvio no tratamento e prevenção dessas enfermidades. Diferentes princípios ativos, como hipoclorito de sódio (SILVA et al., 2007), formaldeído, sulfato de cobre, sulfato de zinco e antibióticos são usados para se obter soluções sanitizantes empregadas em pedilúvio, as quais, após sua utilização são descartadas diretamente no ambiente ou colocadas em esterqueiras para serem empregadas como fertilizantes nas pastagens (FLIS, 2008). Essa situação possibilita, em parte, a reciclagem de resíduos oriundos da bovinocultura, pois o solo transforma esse material em nutrientes para as plantas, diminuindo os impactos exercidos no ambiente (MATTIAS, 2006).

O destino certo para os resíduos da agropecuária, em determinados países, estimula o agronegócio a adotar uma postura de respeito ao meio ambiente (KOZEN, 2003), tratando a propriedade rural não como uma unidade independente, mas como parte de um sistema integrado de produção, economicamente viável e sustentável (VIEIRA et al., 2000). Sobre o tema, a destinação dos dejetos líquidos de bovinos merece atenção especial, pois pode conter soluções de pedilúvio preparadas com sulfato de cobre (CuSO_4). Deste modo deve-se lembrar que o cobre é um metal poluente e pode acumular no solo ou ser carregado pelas águas das chuvas para represas e cursos d'água (FLIS, 2008). Havendo possibilidade do cobre acumular no ambiente, este pode entrar na cadeia alimentar ou mesmo acumular em níveis tóxicos para as plantas (MATTIAS, 2006). Na tentativa de esclarecer o assunto, ROUBIES et al. (2008) ao realizarem um estudo sobre a ocorrência de intoxicações crônicas por cobre relataram que em algumas casos, o problema estaria relacionado à ingestão de pastagem adubada com material contendo quantidades excessivas do metal, reforçando a idéia de que o cobre acumula nas plantas.

A possibilidade do cobre acumular no ambiente tem motivado alguns países a estabelecer limites para a quantidade deste metal, no lodo de esgoto industrial e agrícola, a ser adicionada ao ambiente. Na União Européia, os níveis estabelecidos para distribuição de cobre, por ano, no solo é 12 kg/ha e o acúmulo máximo é 120 kg/ha do elemento no solo, se constituindo em um dos limites mais rígidos (CEC, 1986). Nos EUA, os limites são mais flexíveis podendo ter uma aplicação anual de 75 kg/ha de cobre ou o limite máximo acumulado no solo, de 1500 mg/kg do metal (USEPA, 1993). Já no Brasil, o

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2006) estabeleceu uma carga máxima anual de cobre no solo de 137 kg/ha ou 1500 mg/kg na matéria seca de produtos destinados para a agricultura. No Estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado (CETESB, 2004), estabelece limite de alerta para solos que contenham quantidades a partir de 60 mg/kg. Já no Estado de Goiás, não há regulamentação própria, valendo portanto a regulamentação do CONAMA.

Portanto, diante de limites tão variados verifica-se que o assunto é controverso e que muitos questionamentos sobre o poder residual do cobre, em especial quando empregado na bovinocultura no preparo de soluções para pedilúvio, ainda não foram esclarecidos, necessitando de mais pesquisas científicas. O objetivo deste estudo foi pesquisar, experimentalmente, resíduos de cobre disponíveis para as plantas em solo tratado com uma mistura contendo fezes e urina bovinas associadas à solução de sulfato de cobre e água, simulando efluentes obtidos de esterqueira empregada na bovinocultura.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no período de agosto a novembro de 2010 na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG) após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFG sob o N° 017/10.

Inicialmente foram realizadas coletas de amostras de solo em áreas de pastagem da EVZ/UFG, as quais foram acondicionadas em colunas de PVC medindo 25 cm de comprimento por dez centímetros de diâmetro, parcialmente fatiadas nas profundidades de 0-5 cm (camada 1), 5-10 cm (camada 2), 10-15 cm (camada 3) e 15-20 cm (camada 4), resultando em quatro segmentos do mesmo tamanho. Antecedendo a colocação do solo nas colunas, os segmentos de PVC obtidos com o fatiamento foram justapostos e fixados externamente por fita à prova d'água. Na sequência, estes dispositivos foram revestidos internamente com duas camadas de tinta asfáltica para concreto (Neutrol, Otto Baumgart S. A., São Paulo – São Paulo) misturada com areia média

(granulometria dentro do intervalo de 0,25-0,50 mm), com o propósito de reduzir o fluxo preferencial de parede e permitir a distribuição igualitária da irrigação em todo o solo contido nas colunas (Adaptado de SILVA, 2007). Cada coluna possuía, em sua extremidade inferior, orifícios para escoamento do excedente de água (Figura 1, A, B, e C).

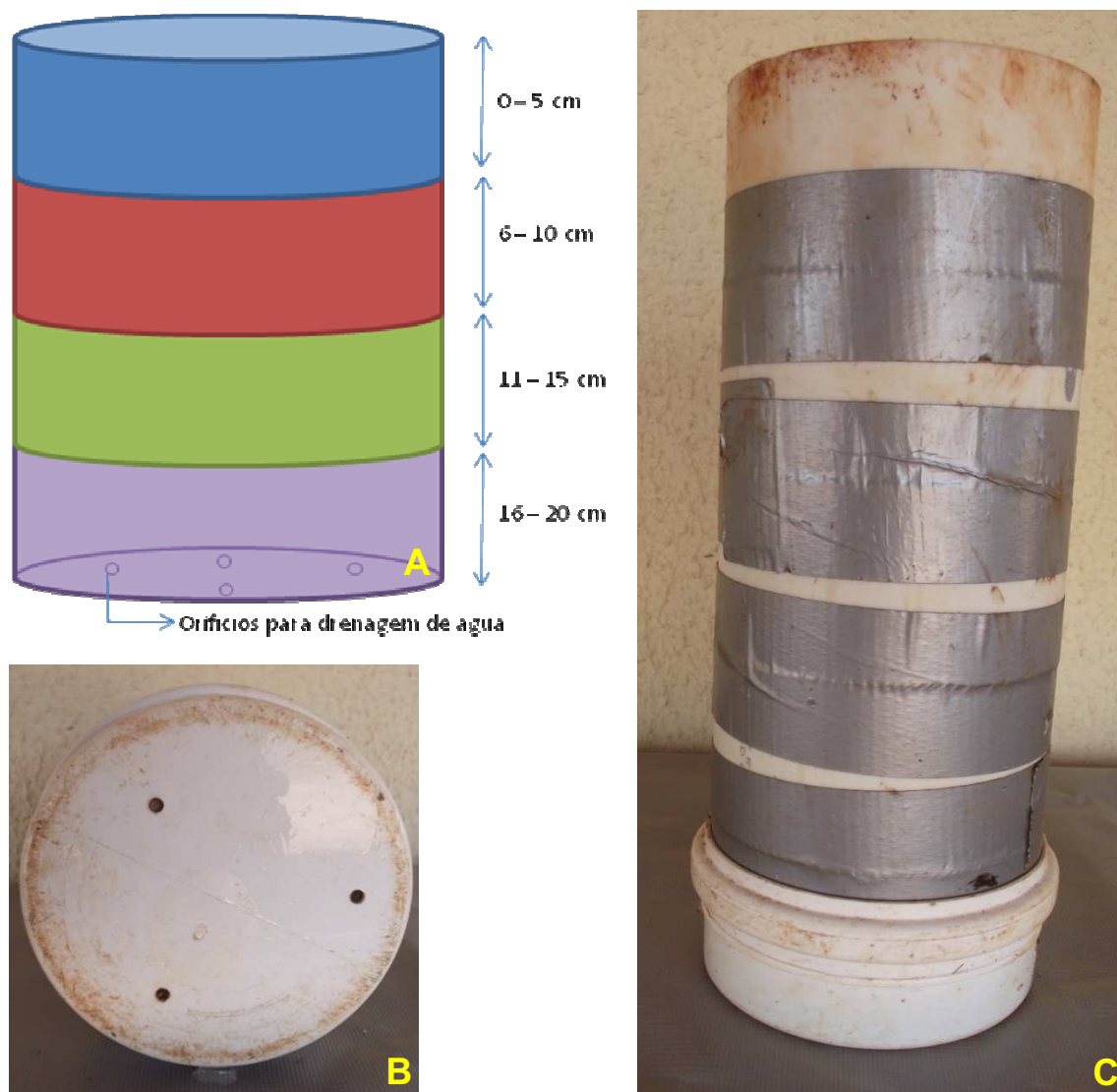


FIGURA 1 – Estrutura em forma de colunas utilizada para acondicionar o solo.
A: Ilustração esquemática; **B:** Ilustração fotográfica da parte inferior da coluna com orifícios para drenagem de água; **C:** Ilustração fotográfica da coluna, em experimento realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010

Na sequência, visando avaliar os níveis residuais de cobre no solo, empregaram-se três tratamentos (CI, CII e CIII). Para tanto, simulou-se uma esterqueira contendo efluentes básicos de bovinos na proporção de 40% de fezes e urina e 60% de água destilada para serem usados na mesma proporção em todos os tratamentos. No tratamento CI, o solo foi tratado apenas com os efluentes básicos. Para constituir o tratamento CII, o solo recebeu os mesmos efluentes, mas acrescidos de uma solução de sulfato de cobre a 5%. O tratamento CIII também recebeu os mesmos efluentes básicos, a mesma solução de sulfato de cobre a 5%, porém o volume da solução era três vezes maior do que o empregado no tratamento anterior (Quadro 1).

QUADRO 1 – Distribuição dos tratamentos de acordo com o material oriundo de esterqueiras empregadas na adubação em experimento realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010

Tratamentos	CI	CII	CIII
Volume da esterqueira (mL)	99,23	97,60	94,34
Volume da solução de sulfato de cobre a 5% (mL)	-	1,63	4,89

Para estimar a quantidade de solução de sulfato de cobre a 5% a ser empregada nos tratamentos CII e CIII desenvolveu-se os cálculos empregando como exemplo uma propriedade rural, com 15 hectares (ha) de pastagens que recebem efluentes de esterqueira bovina. No caso, considerou-se que o reservatório recebe e armazena além dos efluentes, como esterco e urina, 300 litros de solução sanitizante empregada em pedilúvio, sendo esta trocada duas vezes por semana e o conteúdo distribuído nos pastos. Particularmente neste trabalho, simulou-se uma distribuição anual única dos efluentes no solo contido nas colunas. Portanto, fundamentando-se nos dados anterior relacionados à propriedade estima-se que aproximadamente 31.200 litros de solução de sulfato

de cobre a 5% devem ser distribuídos nos 15 hectares por ano. Assim, em tese, seria descartada juntamente com a esterqueira uma quantidade de 2.080 L/ano de solução de sulfato de cobre a 5% proveniente de pedilúvio, por hectare. Na sequência, para estipular o volume da solução de sulfato de cobre a ser empregado em cada tratamento, considerou-se que a área de cada coluna utilizada no estudo era de 78,5 cm². Deste modo, se um hectare tem 100 milhões de cm², fica estipulado que a quantidade de solução de pedilúvio a ser descartada, por coluna, seria de 1,63 mL no grupo CII e 4,89 mL no grupo CIII.

Dando sequência procedeu-se aos cálculos do volume de efluentes a ser distribuído nas colunas contendo o solo. Para tanto, considerou-se como exemplo o volume de efluentes produzidos, diariamente, na propriedade, por um animal, estimado em 100L/animal/dia (FREITAS, 2008). Assim, pode-se considerar que uma propriedade rural com sessenta vacas produz 6000 L dia de efluentes que são armazenados na esterqueira. Caso esta seja esvaziada a cada três dias, considera-se uma dimensão de 18 m³ para acolher todo esse volume. Em seguida, para calcular a quantidade de efluentes a ser associada à solução de sulfato de cobre a 5% para ser distribuída nas colunas, considerou-se que 300L da solução de sulfato de cobre a 5% representa 1,67% do volume total de efluentes contidos em uma esterqueira de 18m³. Neste caso, considerou-se ainda que a solução fosse trocada a cada três dias e a esterqueira também esvaziada a cada três dias. Desta forma, para que fosse distribuída a quantidade correta de efluentes bovinos juntamente com a solução de sulfato de cobre, associou-se 97,6 mL desse material para cada 1,63 mL de solução de sulfato de cobre. Assim, cada coluna recebeu uma quantidade total da mistura de efluentes com a solução de sulfato de cobre de 99,23 mL. Considerando que o tratamento CIII recebeu um volume de solução de sulfato de cobre três vezes maior que o tratamento CII, mas mantendo a mesma proporção, o total distribuído sobre a coluna foi 4,89 mL de solução de sulfato de cobre associado a 92,71 mL de efluentes.

Para criar uma situação mais próxima da realidade procedeu-se a irrigação do solo contido nas colunas empregando água destilada, simulando-se uma situação de chuva. No cálculo da quantidade de água a ser empregada na irrigação considerou-se a precipitação anual média da região de Goiânia em

1.500 mm (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2011). Ainda que esse volume seja distribuído em aproximadamente seis meses (180 dias), período que corresponde à estação chuvosa, devido ser uma situação experimental, esse volume foi distribuído em 120 dias. Portanto, ponderando sobre o volume anual de chuva para a região estimou-se que a quantidade total que cada coluna deveria receber seria de 11,775 L de água destilada. Assim, para que não houvesse excesso de chuva padronizou-se que, em cada irrigação, deveria ser empregada um equivalente 50 mm de chuva por coluna, realizando o processo duas vezes por semana. Respeitou-se um prazo mínimo de sete dias para se realizar as colheitas das amostras de solo após a última simulação de chuva.

Antecedendo o tratamento foi realizada a coleta e dosagem dos níveis de cobre no solo de duas colunas para se estabelecer a quantidade inicial do metal empregado no estudo. Na sequência, amostras foram colhidas aos 30 (M30), 60 (M60), 90 (M90) e 120 (M120) dias (Figura 2), após a distribuição dos efluentes nas colunas. Assim, as colheitas de amostras de solo foram realizadas em quatro momentos diferentes, sempre em duplicatas e em quatro camadas: 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. A dosagem de cobre foi obtida, após a extração do metal com extrator Mehlich-1, empregando-se espectrofotometria de absorção atômica e os valores do metal estabelecidos fundamentando-se nos níveis disponíveis para as plantas conforme metodologia descrita por CARTER & GREGORICH (1993). As análises foram realizadas no Laboratório Solocria Laboratório Agropecuário Ltda. em Goiânia-GO.



FIGURA 2 – Esquema demonstrando os momentos de colheitas de amostras de solo para pesquisa de resíduos de cobre no solo em experimento realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010

O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas 3 x 4 x 4 em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. As parcelas foram constituídas pelos três tratamentos (níveis de cobre) e por quatro momentos de avaliação. As subparcelas foram constituídas pelas quatro camadas de solo. Os momentos não constituíram subparcelas porque as avaliações não foram feitas repetidas vezes no tempo, nos mesmos tubos, mas sim em tubos diferentes em cada momento de avaliação. Na análise estatística comparou-se os valores obtidos para o pH e dos níveis de cobre entre os tratamentos nas mesmas camadas e nos mesmos momentos. Confrontou-se ainda, dentro de cada tratamento, os níveis de cobre nas diferentes camadas em cada momento e, por último comparou-se os níveis de cobre, dentro de cada tratamento e camada nos diferentes momentos. Assim, procedeu-se a análise de variância no esquema proposto e as médias, nos devidos desdobramentos, foram estatisticamente comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Utilizou-se o auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010) com o pacote ScottKnott (JELIHOVSCHI et al., 2010).

RESULTADOS

Os níveis de cobre encontrados no solo antes de receber qualquer tratamento foram de 3,65; 3,1; 2,9 e 3,75 mg/Kg nas camadas 1, 2, 3 e 4 cm, respectivamente, mas foram estabelecidos apenas para conhecimento dos

níveis originais desse elemento não sendo empregado nas análises comparativas.

A quantidade de cobre disponível para plantas está representada na Tabela 1. Fazendo uma avaliação geral observa-se que na camada 1, a mais superficial, o tratamento CIII, em todos os momentos apresentou nível de cobre significativamente maior que nos tratamentos CI e CII. Também na camada 1, no tratamento CII, os níveis do metal foram significativamente maior que no tratamento CI.

Ao comparar os níveis de cobre dentro de cada tratamento observou-se que estes se apresentaram bastante flutuantes nos tratamentos CII e CIII na camada 1. Nestes mesmos tratamentos observou-se também que o nível de cobre na camada 1 foi significativamente diferente das camadas 2, 3 e 4 em todos os momentos.

Mesmo havendo uma tendência numérica de o tratamento CIII apresentar nível de cobre maior nas camadas 2, 3 e 4, nos diferentes momentos avaliados, comparando com os resultados obtidos para os tratamentos CI e CII, esse nível não foi significativamente diferente. Os maiores valores de cobre acumularam nas camadas mais superficiais do solo (1 e 2). Nas camadas mais profundas houve tendência do nível de cobre se estabilizar entre as camadas, apresentando valores similares independente dos tratamentos.

TABELA 1 – Valores médios de cobre disponível para plantas determinado por meio de espectrofotometria, em solo depositado em colunas e tratado com efluentes de bovinos contendo solução de sulfato de cobre a 5%, durante estudo experimental realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010

Camadas	Momentos	Tratamentos		
		CI	CII	CIII
1 (0-5 cm)	M30	5,20 ^{Aaα}	28,25 ^{Abβ}	74,45 ^{Acδ}
	M60	3,55 ^{Aaα}	29,30 ^{Abβ}	78,75 ^{Acγ}
	M90	4,15 ^{Aaα}	35,25 ^{Abα}	117,00 ^{Acα}
	M120	4,15 ^{Aaα}	35,15 ^{Abα}	93,50 ^{Acβ}
2 (6-10 cm)	M30	3,05 ^{Aaα}	5,70 ^{Baα}	5,75 ^{Baα}
	M60	3,05 ^{Aaα}	3,70 ^{Baα}	5,30 ^{Baα}
	M90	3,25 ^{Aaα}	4,65 ^{Baα}	5,90 ^{Baα}
	M120	3,40 ^{Aaα}	4,45 ^{Baα}	4,85 ^{Baα}
3 (11-15 cm)	M30	3,25 ^{Aaα}	3,65 ^{Baα}	4,90 ^{Baα}
	M60	2,65 ^{Aaα}	2,80 ^{Baα}	2,85 ^{Baα}
	M90	3,40 ^{Aaα}	3,55 ^{Baα}	3,55 ^{Baα}
	M120	2,90 ^{Aaα}	3,10 ^{Baα}	3,45 ^{Baα}
4 (16-20 cm)	M30	3,10 ^{Aaα}	3,40 ^{Baα}	3,50 ^{Baα}
	M60	2,80 ^{Aaα}	2,80 ^{Baα}	2,90 ^{Baα}
	M90	3,30 ^{Aaα}	3,60 ^{Baα}	3,85 ^{Baα}
	M120	2,95 ^{Aaα}	3,35 ^{Baα}	4,20 ^{Baα}

Letras minúsculas diferentes, em uma mesma camada e mesmo momento, diferenciam tratamentos. Letras maiúsculas diferentes, em um mesmo tratamento e mesmo momento, diferenciam camadas. Letras gregas diferentes, em um mesmo tratamento e mesma camada, diferenciam momentos. Utilizou-se o teste de ScottKnott à 5% de probabilidade.

Considerando como valores basais aqueles obtidos para o tratamento CI e comparando com os demais tratamentos, CII e CIII, observou-se que houve acréscimo nos níveis de cobre no solo quando aumentou a quantidade de solução deste metal nos efluentes.

Os valores de pH obtidos no solo antes da distribuição do efluente sobre as colunas foi de 4,92, 5,03, 4,99 e 5,08 para as camadas 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Independente do tratamento não houve variação significativa para o pH nos diferentes momentos e camadas. Assim, mesmo a solução de sulfato de cobre apresentando pH ácido e utilizando maior volume desta no

tratamento CIII, não houve alterações significativas nos valores do pH no solo (Tabela 2).

TABELA 2 – Valores de pH do solo depositado em colunas e tratado com efluentes de bovinos contendo solução de sulfato de cobre a 5%, em estudo experimental realizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de agosto a novembro de 2010

Camadas	Momentos	Tratamentos		
		CI	CII	CIII
1 (0-5 cm)	M30	5,41 ^a	4,81 ^a	5,32 ^a
	M60	5,09 ^a	5,16 ^a	5,24 ^a
	M90	4,86 ^a	4,76 ^a	4,69 ^a
	M120	4,77 ^a	4,80 ^a	5,05 ^a
2 (6-10 cm)	M30	4,97 ^a	5,26 ^a	5,12 ^a
	M60	4,86 ^a	5,19 ^a	5,38 ^a
	M90	5,19 ^a	4,73 ^a	4,90 ^a
	M120	5,19 ^a	4,98 ^a	4,96 ^a
3 (11-15 cm)	M30	5,34 ^a	5,34 ^a	5,35 ^a
	M60	4,90 ^a	5,12 ^a	5,28 ^a
	M90	5,24 ^a	5,04 ^a	5,15 ^a
	M120	5,07 ^a	4,85 ^a	5,11 ^a
4 (16-20 cm)	M30	5,54 ^a	5,33 ^a	5,19 ^a
	M60	5,06 ^a	5,30 ^a	5,45 ^a
	M90	5,35 ^a	5,39 ^a	5,19 ^a
	M120	5,14 ^a	4,96 ^a	5,05 ^a

Letras minúsculas diferentes na mesma linha mostra resultados diferentes significativamente ($p < 0,01$)

DISCUSSÃO

A opção pela utilização de colunas de PVC para acondicionar as amostras fundamentou-se na necessidade de observar, em ambiente controlado, a movimentação do cobre em diferentes camadas do solo, na tentativa de simular o que acontece com esse elemento ao ser distribuído nas pastagens juntamente com efluentes de esterqueira. Com esse sistema

procurou-se minimizar os efeitos de fatores externos como excesso de chuva, lixiviação e contaminação das parcelas experimentais. Mas é importante ressaltar que, embora a utilização de colunas de PVC para acondicionamento de solo durante períodos experimentais seja comumente realizada em estudos agrônômicos como os desenvolvidos por MIRANDA et al. (2005), PIOVESAN (2006), SILVA (2007), OLIVEIRA et al. (2009) e SILVIO et al. (2010), na Medicina Veterinária, mesmo pesquisadores como GREENOUGH (2007), cujo trabalho desenvolvido com enfermidades digitais dos bovinos, muitas vezes, requer o cobre no tratamento de tais enfermidades, não fizeram referência ao assunto.

Quanto à movimentação do cobre observou-se nos diferentes momentos de avaliação acúmulo deste elemento nas camadas mais superficiais do solo não ocorrendo transferência significativa do metal para as camadas mais profundas. No entanto, pesquisas que trabalharam com um período maior de tempo como GIROTTTO (2007), que avaliou a quantidade de cobre no solo após sete anos de distribuições sucessivas de dejetos líquidos de suínos em uma determinada área observaram aumento significativo em camadas mais profundas do solo. O acúmulo de cobre também foi observado por GRÄBER et al. (2005) após desenvolverem pesquisas com esterco de suíno o qual contém grande quantidade de cobre devido à suplementação deste elemento na dieta desta espécie. Para os autores, com o decorrer dos anos, pode ocorrer transferência do cobre disponível para as camadas mais profundas do solo.

Apesar da transferência de pequena quantidade de cobre para as camadas mais profundas do solo, não se pode negligenciar a possibilidade de ocorrer maior transporte do metal para essas camadas quando aumenta-se a concentração de cobre nos efluentes, o tempo e a frequência de aplicação no solo. Tais condições foram também relatadas nos estudos desenvolvidos por GIROTTTO (2007) e GIROTTTO et al. (2008). Nessas circunstâncias, poderia haver uma maior transferência do cobre para as camadas mais profundas do solo ou para reservatórios de águas subterrâneas, o que poderia tornar-se fonte de intoxicação para o homem e animais.

Ponderando sobre os níveis de cobre identificados no tratamento CIII e comparando-os com os resultados obtidos em CI e CII, argumenta-se que os

valores mais expressivos encontrados no primeiro protocolo reforçam não só a possibilidade de o metal se acumular no solo, mas indica que efluentes contendo maiores concentrações desse elemento podem propiciar aumento nos seus níveis no ambiente. Igualmente ao ocorrido no presente estudo, quando se determinou os níveis de cobre disponíveis para as plantas, FLIS (2008) ao trabalhar com diferentes quantidade de CuSO_4 nos efluentes de bovinos distribuídos como fertilizantes em cultura de milho cultivado em solo argiloso, observou maior disponibilidade de Cu no solo ao aumentar a quantidade de CuSO_4 na esterqueira. Segundo o *UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA* (2000), as plantas têm tendência de transportar o cobre para as folhas, portanto em solos contaminados com metais pesados, alguns vegetais folhosos podem acumular o metal nas folhas e disponibilizá-lo para os consumidores. Nessas condições, argumenta-se que a maior disponibilidade de cobre para plantas poderia causar intoxicação crônica em animais, já que são consumidas principalmente as folhas das plantas.

Analisando os resultados obtidos neste estudo experimental e extrapolando para a realidade evidenciada no campo, pode-se estimar os malefícios que o excesso de cobre nas pastagens poderia desencadear para o ambiente e animais. Sabidamente, muitos proprietários rurais e seus auxiliares não têm consciência dessa informação e descartam a solução de sulfato de cobre empregada em pedilúvio diretamente no ambiente. Em alguns criatórios, o desconhecimento dos danos que o excesso de cobre pode trazer para o ambiente, animais e para o homem, a falta de auxiliares ou a carência de mão-de-obra habilitada para lidar com o problema intensifica a gravidade da situação ao distribuírem os efluentes de esterqueira contendo esse elemento em uma mesma área, durante longos períodos. Sem apontar os motivos, argumento semelhante foi utilizado por BASSO et al. (2002) os quais ressaltaram que em muitas unidades de suinocultura o destino do resíduo acaba sendo geralmente nas áreas mais próximas às unidades de produção, aumentando a frequência de distribuição dos efluentes em um mesmo local para facilitar o manejo e diminuir os custos.

Mesmo o pH do solo não apresentando variações entre tratamentos e camadas, houve uma tendência desse parâmetro apresentar-se ácido durante

todo o período experimental. Essa condição poderia ter influenciado na mobilização do cobre, justificando a tendência de crescimento nos níveis do metal nas camadas mais profundas do solo quando se aumentou a quantidade de efluentes contendo o referido elemento conforme estipulado no tratamento CIII. Conforme afirmaram SODRÉ et al. (2001), ambientes ácidos determinam maior mobilidade de metais e ambientes alcalinos apresentam maior retenção. Segundo MATTIAS (2006), isso pode ser explicado pelo fato da acidez do solo diminuir a energia de ligação dos metais levando a uma maior disponibilidade destes para plantas, lençóis freáticos ou mesmo para águas superficiais. Deste modo, caso ocorra a disponibilidade do cobre para plantas e águas superficiais, o mesmo tornaria disponível na cadeia alimentar o que poderia afetar os animais e o homem.

Outro fator a se considerar é a utilização e biotransformação do cobre pela microbiota do solo que pode ter atuado durante o período experimental mobilizando ou disponibilizando o cobre. Segundo BRIERLEY (1991) a microbiota do solo pode atuar em processos de imobilização, mobilização, transformação de metais por reações de precipitação extracelular, acumulação intracelular, reações de oxidação e redução, metilação e demetilação.

Independente da participação do pH na mobilidade do cobre, mas fundamentando-se nos resultados aqui encontrados, pode-se sugerir o monitoramento constante de propriedades rurais que fazem o uso rotineiro do pedilúvio empregando solução de sulfato de cobre de maneira que os o cobre não acumule a níveis superiores a 60 mg/Kg, o que seria um sinal de alerta, conforme sugerido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2004). Essa conduta poderia evitar transtornos futuros à saúde do homem que utiliza o solo tratado com sulfato de cobre, tanto para pecuária como para agricultura.

Por último, ponderando sobre o cobre dosado ser o disponível para as plantas, em tese, é provável que ao analisar o cobre total, as concentrações poderiam ser maiores, contudo essa questão é ainda especulativa, pois são escassas as informações disponibilizadas na literatura sobre o assunto. Mas, confrontando os resultados aqui encontrados com as poucas informações descritas na literatura, como as de GIROTTO (2007), FLIS (2008) e GIROTTO

et al. (2008), verifica-se que os resultados da presente pesquisa podem nortear outros estudos com resíduos de metais pesados em propriedades rurais que exploram a bovinocultura. Sobre esse tema, aspectos como a flutuação nos níveis de cobre no solo ainda não foram totalmente elucidados e precisam ser esclarecidos, pois muitas propriedades depositam os efluentes de esterqueira nas pastagens. Igualmente, como os níveis do cobre no solo podem ser alterados devido a presença de outros minerais, a avaliação dos micro e macronutrientes poderia auxiliar no entendimento dos níveis flutuantes do metal no solo de várias regiões.

CONCLUSÃO

Os resíduos de cobre disponíveis para as plantas, em solo tratado com uma mistura contendo fezes e urina bovinas associadas à solução de sulfato de cobre e água, simulando efluentes obtidos de esterqueira são maiores nas camadas mais superficiais do solo, não apresentando alterações expressivas, após chuvas consecutivas, nas camadas mais profundas.

REFERÊNCIAS

1. BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MOREIRA, I. L.; FLORES, E. M. M.; DRESSLER, V. L. Acúmulo de alguns metais pesados em solos com sucessivas aplicações de esterco líquido de suínos. In: FERTBIO, 5. 2002, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônicos...** [online], Santa Maria, UFSM, 2002. Disponível em: www.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2002/01.pdf. Acesso em: 20/01/2011.
2. BRIERLEY, C. L. Bioremediation of metal-contaminated surface and groundwaters. **Geomicrobiology Journal**, Philadelphia, v. 8, n. 3/4, p. 201-233, 1991.
3. CARTER M. R., GREGORICH E. G. **Soil sampling and methods of analysis**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1993, 1264 p.
4. CERETTA, C. A.; GIROTTO, E. Estratégias para otimização do poder fertilizante dos dejetos e mitigação do impacto ambiental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1., 2009, Florianópolis. **Anais Eletrônicos...** [online], Florianópolis: SBERA, p. 47-57. 2009. Disponível em:

- http://www.sbera.org.br/sigera2009/downloads/obras/Anais_Sigera_Palestra_6.pdf. Acesso em: 22 fev. 2011.
5. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas. [online], 2001. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf. Acesso em: 17/03/2011.
 6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução no 375/2006 [online], 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano>. Acesso em: 12/12/2010.
 7. FLIS, S. A. **The effects of high copper dairy manure on manure storage, soil, and plant growth and composition**. 2008. 171 f. Dissertation (Doctor of Philosophy – Specializing in Plant and Soil Scienc) – Faculty of the Graduate College, University of Vermont, Burlington.
 8. FREITAS, J. Z. Programa Rio Rural. **Esterqueira para dejetos bovinos**: manual técnico. Niterói, 2008. 9 p.
 9. GIROTTO, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suínos**. 2007. 121f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência do Solo) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
 10. GIROTTO, E.; CERETA, C. A.; BRUNETTO, G.; LORENZI, C. R.; VIERIA, R. C. B.; LORENSINI, F.; TEICHER, T. L.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos em sistema plantio direto. In: FERTBIO, 11. 2008, Londrina. **Anais Eletrônicos...** [online], Londrina, UFSM, 2008. Disponível em: http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS_Gramado/Arquivos%20trabalhos/Ac%20Famulo%20de%20cobre%20e%20zinco_Eduardo%20G..pdf. Acesso em: 17/01/2011.
 11. GRÄBER, I.; HANSEN, J. F.; OLESEN, S. E.; PETERSEN, J.; ØSTERGAARD, H. S.; KROGH, L. Accumulation of copper and zinc in Danish agricultural soils in intensive pig production areas. **Danish Journal of Geography**, Copenhagen, n. 105, v. 2, p. 15-22, 2005.
 12. GREENOUGH, P.R. **Bovine laminitis and lameness**. London: Saunders. 2007, 328 p.
 13. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET, Normais climatológicas, Goiânia – Brasil – 1º trimestre de 2011 [online], 2011. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>. Acesso em: 20/03/2011.
 14. KOZEN, E. A. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**: circular técnica, Sete Lagoas, 2003, 10 p.
 15. MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
 16. MOREIRA, I. C. L.; MATTIAS, J. L.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E.; POCOJESKI, E.; LOURENZI, C. Adsorção de cobre, zinco e manganês em solos sob aplicação de dejetos suínos em Santa Catarina.

- In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais Eletrônicos...** [CD-ROM], Recife: UFSM, 2005.
17. ROUBIES, N.; GIADINIS, N. D.; POLIZOPOULOU, Z.; ARGIROUDIS, S. A retrospective study of chronic copper poisoning in 79 sheep flocks in Greece (1987-2007). **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, Oxford, v. 31, p. 181-183, 2008.
 18. SILVA, L. A. F.; COELHO, K. O.; DAMASCENO, A. D.; NICOLAU, E. S.; ANDRADE, M. A.; FIORAVANTI, M. C. S.; MESQUITA, A. J.; BARBOSA, V. T.; MOURA, M. I. Avaliação da concentração e do efeito sanitizante do hipoclorito de sódio em pedilúvio para bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p.89-96, 2007.
 19. SILVA, M. A. S. **Impactos da aplicação de vinhaça sobre as propriedades químicas do solo e de seu efluente**. 2007. 91f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
 20. SODRÉ, F. F.; LENZI, E.; COSTA, A. C. S. Utilização de modelos físico-químicos de adsorção no estudo do comportamento do cobre em solos argilosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 324-330, 2001.
 21. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA,. Heavy Metal Soil Contamination, Soil Quality Institute, [online], 2000. Disponível em: <http://www.aiswcd.org/IUMPDF/appendix/u03.pdf>. Acesso em: 15/02/2011.
 22. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA, Standards for the use and disposal of sewage sludge. Federal Region 40 CFR – Part 503, [online], 1993. Disponível em: [http://yosemite.epa.gov/r10/water.nsf/NPDES+Permits/Sewage+S825/\\$FILE/503-032007.pdf](http://yosemite.epa.gov/r10/water.nsf/NPDES+Permits/Sewage+S825/$FILE/503-032007.pdf). Acesso em: 17/03/2011.
 23. VIEIRA, F. C. B.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; DURIGON, R.; POLETTO, N. Aplicação de esterco líquido de suíno e características químicas de um solo sob pastagem natural. In: FERTBIO, 3., 2000, Santa Maria. **Anais Eletrônicos...** [online], Santa Maria: UFSM, 2000. Disponível em: <http://www.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2000/03.pdf>. Acesso em 18/02/2011.
 24. R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, [online] R Foundation for Statistical Computing, 2010, Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15/01/2011. Statistical Computing.
 25. JELIHOVSCHI, E.; FARIA, J. C.; OLIVEIRA, S. (2010).The ScottKnott Clustering Algoritm.UESC, Ilheus, Brasil.
 26. SAMPAIO, S. C.; CAOVIALLA, F. A.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, L. H. P.; SUSZEK, M.; SMANHOTTO, A. Lixiviação de íons em colunas de solo deformado e indeformado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 150-59, 2010.
 27. PIOVESAN, R. P. **Perdas de nutrientes via subsuperfície em colunas de solo sob adubação mineral e orgânica**. 2006. 73 f., Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
 28. OLIVEIRA, R. C.; ARAÚJO, A. R.; CARVALO, R.; GUILHERME, L. R. G.; PASSOS, L. P.; MARQUES, J. J. Movimento de zinco em colunas de solo

- tratado com resíduos calcário oriundo de mineração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 679-684, 2009.
29. MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; LIBARDI, P. L.; FOLEGATTI, M. V. Simulação do deslocamento de potássio em colunas verticais de solo não-saturado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p 677-685, 2005.
30. COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES – CEC. Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture [online]. 1986. Disponível em: http://www.europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1986/en_1986L0278_do_001.pdf. Acesso em: 15/02/2011.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Independente da finalidade, composição de substâncias e da forma de apresentação, o cloro participa tanto do cotidiano das pessoas que residem no meio urbano como das propriedades rurais. Geralmente em associação com outros elementos e com a água resulta em substâncias com bom poder bactericida, baixo custo e baixa toxicidade para os animais e ambiente. Mas, apesar dos benefícios auferidos, o uso inadequado do cloro pode resultar em intercorrências graves. Particularmente, os manipuladores desse produto devem se precaver aos efeitos colaterais causados pela inalação ou contato direto do produto com a pele quando o mesmo estiver em altas concentrações.

Os efeitos negativos do cobre ao ambiente são pouco estudados na Medicina Veterinária, mas sabe-se que é um metal pesado, possui ação bactericida e, que seu uso e descarte de forma inadequada em pastagens podem causar acúmulo no solo e em plantas e gerar consequências para os animais, plantas e homem. Portanto, é necessário avaliar cuidadosamente as indicações de uso desse elemento e, sempre que possível substituí-lo por substâncias que apresentem menores efeitos adversos ao ambiente. Acrescente-se que devido aos efeitos nocivos a saúde do homem, animais e ambiente a dosagem do cobre no solo das propriedades rurais que utilizam o sulfato de cobre em pedilúvio e depois descarta a solução nas pastagens, pode ser uma ferramenta de monitoração a ser incorporada na rotina de tais criatórios, de forma que a distribuição da esterqueira no solo possa ser feita nas áreas que contenham menor concentração de cobre.

Juntamente com os esclarecimentos sobre os benefícios e os malefícios atribuídos ao cobre, a condução de protocolos terapêuticos em animais de produção, bem como o emprego de produtos químicos nas propriedades rurais devem receber atenção especial, visando impedir que resíduos das substâncias utilizadas possam contaminar os produtos de origem animal ou ambiente. A observação desses cuidados pode ser um estímulo a produção de alimentos com a qualidade que os consumidores mais esclarecidos estão exigindo, pois sabidamente, no Brasil e em vários países, muitas pessoas

têm optado por adquirirem produtos advindos da produção que não proporcione danos ao ambiente.

Ainda sobre o assunto, a redução na contaminação ambiental e o cuidado na produção de alimentos isentos de resíduos de produtos químicos ou medicamentos possibilitam ao produtor rural a oportunidade de iniciar a produção de alimentos orgânicos, o que caracteriza a agregação de valor aos seus produtos. Ressalte-se que num futuro próximo, os proprietários que tiverem interesse em certificar suas propriedades para aumentarem sua rentabilidade, terão que obrigatoriamente, atender as recomendações do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento, não só com relação a doenças como brucelose e tuberculose, mas também no que diz respeito aos resíduos de produtos empregados em seus criatórios.

Outros aspectos precisam ser avaliados ao conduzir estudos científicos envolvendo o cloro e cobre. É inegável a dificuldade encontrada para determinar as causas das variações nos níveis de cloretos e cobre no leite dos animais. Dessa forma sugere-se que estudos semelhantes devam controlar a ingestão alimentar dos animais, assim pode-se determinar de maneira correta a causa da variação dos elementos no leite.

Por fim, o pedilúvio tem demonstrado ser uma ferramenta de baixo custo ao comparar os gastos que se tem com medicamentos, mão-de-obra, descarte de animais, perda de produção, entre outros. O cloro e o cobre fazem parte de soluções sanitizantes empregadas nesses recipientes, apresenta bons resultados no tratamento e prevenção de enfermidades digitais dos bovinos, mas alguns questionamentos sobre a concentração, frequência de aplicação e seus efeitos residuais ainda precisam ser esclarecidos, situação que muitas vezes, limitam a implementação de orientações técnicas sobre o assunto.