

**DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA
SUINOCULTURA NA CAFEICULTURA IRRIGADA
I. QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA**

Roberta Alessandra Bruschi Gonçalves; Everardo Chartuni Mantovani; Márcio Mota Ramos; Luiz Otávio Carvalho de Souza

*Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG,
bruschi@esalq.usp.br*

1 RESUMO

A qualidade da água residuária é um parâmetro de suma importância quanto às suas características fertilizantes. No entanto, deve-se adequar essas características às necessidades da cultura, com base em um tratamento preliminar destes dejetos e análises dos mesmos. No presente trabalho, fez-se um levantamento em propriedades localizadas nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com base no critério de possuir granja de suíno e aplicar a água residuária proveniente da mesma na cafeicultura irrigada. Verificou-se grande variabilidade na qualidade da água conforme sua origem (lagoas recebendo água de diferentes fases do suíno, variabilidade química da água utilizada nas diversas cafeiculturas). Alguns elementos analisados, como Cu, Zn, Fe e Mn, encontraram-se fora dos padrões de qualidade de água para irrigação contínua de culturas agrícolas.

UNITERMOS: qualidade de água, suínos, café

**GONÇALVES, R. A. B.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; SOUZA, L.O. C. de.
DIAGNOSTIC OF THE APPLICATION OF SWINE WASTEWATER IN THE
IRRIGATED COFFEE CROP
I. QUALITY OF WASTEWATER**

2 ABSTRACT

The wastewater quality is a very important parameter as regard to hits fertilizing characteristics. However, these characteristics must be adapted to the needs of the coffee culture, via a preliminary treatment and chemical analyses of this waste. In the present work, it was made a diagnostic of farms located in the “Triângulo Mineiro” and the “Alto Paranaíba” that include pig breeding and apply swine wastewater in the irrigated coffee plantations. A great variability of wastewater quality was observed according to its origin: ponds receiving wastewater of different phases of the swine, chemical variability of the water used in the different coffee plantations. Some analyzed elements, as Cu, Zn, Fe and Mn, were observed in concentrations out of quality pattern of water for irrigation of agricultural cultures.

KEYWORDS: water quality, swine, coffee.

3 INTRODUÇÃO

O crescimento da agricultura e da pecuária, pelo aumento da demanda, e, em particular, da exploração animal em grande escala, tem gerado uma série de danos ao meio ambiente, relacionados à disposição final dos dejetos produzidos. Estas modificações visam o aumento da produtividade, com animais confinados em pequenos espaços e alimentados adequadamente para um maior ganho de peso, em menor tempo possível, gerando uma grande produção de dejetos concentrados em pequenas áreas. Uma granja com 300 matrizes, em ciclo completo, produz diariamente um volume de 60 m³ de águas residuárias, que contém uma tonelada de sólidos. Os suínos excretam 30% de sua alimentação em estado praticamente intacto. Como o custo de ração corresponde a cerca de 72% do custo total da produção, a perda de ração representa uma perda financeira em torno de 20%. Ou seja, para cada 5 leitões produzidos, um se perde na forma de dejetos (Bley Júnior, 1997). Esses dejetos, compostos basicamente pelas fezes e urina do animal, misturados à água de lavagem dos galpões e à água desperdiçada nos bebedouros possuem grande potencial poluidor, por causa de sua elevada carga orgânica e das altas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, dentre outros sais, além de metais pesados.

Os dejetos lançados diretamente no curso d'água, reduzem o oxigênio do meio pelo aumento da atividade metabólica dos microrganismos ali presentes. O impacto afeta o equilíbrio da flora e da fauna, reduzindo o número de espécies e de indivíduos, afetando o ecossistema e a biodiversidade. Além disso, a qualidade da água para uso no abastecimento doméstico, lazer, irrigação, etc, é comprometida. No entanto, apesar de apresentarem elevado potencial de poluição, os dejetos de animais podem se tornar alternativa econômica para a propriedade rural, se manejados adequadamente, sem comprometer a qualidade ambiental. Dentre as formas alternativas de disposição de águas residuárias, ricas em materiais orgânicos e nutrientes, está a disposição no solo para a fertirrigação da cultura do café. Desta maneira, reaproveita-se o produto residual com características fertilizantes.

A aplicação de dejetos suínos no solo é justificável em virtude dos efeitos proporcionados pela matéria orgânica, que pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Os efeitos físicos são caracterizados pelas modificações na estrutura do solo, pela redução da plasticidade e da coesão, pelo aumento da capacidade de retenção de água e pela manutenção de temperaturas mais uniformes; os efeitos químicos dizem respeito ao aumento da capacidade de troca catiônica, pelo aumento do poder-tampão, pela formação de compostos orgânicos como quelatos e, evidentemente, como fontes de nutrientes; e efeitos biológicos, responsáveis pela intensificação das atividades microbiana e enzimática dos solos (Kiehl, 1985). Com isso, a sua disposição nos solos traz benefícios ao meio ambiente e ao produtor, que irá reduzir seus custos com a aplicação de fertilizantes e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das culturas a longo prazo.

Os dejetos podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes, dependendo do tipo de alimentação, da idade dos animais, da diluição e da forma como são manejados e armazenados (Quadro 1).

Tendo em vista a ocorrência de problemas ambientais advindos do manejo inadequado de dejetos de suínos, aliados à escassez e baixa qualidade de água, tornou-se objetivo deste trabalho uma avaliação representativa da qualidade de águas residuárias da suinocultura que são aplicadas no cafeeiro irrigado em propriedades situadas nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Foram escolhidas estas regiões por serem tradicionais na exploração da cultura do café, destacando-se na cafeicultura irrigada desde a década de 90, com elevada produtividade, e café de excelente qualidade. Além disso, o Triângulo Mineiro e Alto

Paranaíba destacam-se também na produção da carne suína, onde, segundo a ASTAP (Associação dos Suinocultores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), existem cadastrados 75 suinocultores, dos quais 25 a 30% também são cafeicultores.

Quadro 1 – Características químicas e físicas dos dejetos (mg L^{-1}) produzidos em uma unidade de crescimento e terminação, obtidos no Sistema de Produção de Suínos da Embrapa Suínos e Aves

CARACTERÍSTICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA
Demanda química de oxigênio (DQO)	11530	38448	25543
Sólidos totais	12697	49432	22399
Sólidos voláteis	8429	39024	16389
Sólidos fixos	4268	10408	6010
Sólidos sedimentares	220	850	429
Nitrogênio total	1660	3710	2374
Fósforo total	320	1180	578
Potássio total	260	1140	536

Fonte: Manhães (1996), adaptada por Perdomo (1996). Resultados de análises laboratoriais do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Concórdia, SC.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no período de setembro a outubro de 2001, nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG, abrangendo os municípios de Uberaba, Patrocínio, Patos de Minas, Carmo do Paranaíba, Varjão de Minas, Romaria e Monte Carmelo.

Selecionaram-se e contactaram-se onze propriedades com o auxílio da ASTAP (Associação dos Suinocultores do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), AST (Associação dos Suinocultores do Triângulo Mineiro), UNIUBE (Universidade de Uberaba) e da própria indicação de alguns proprietários. A ASTAP possui 75 suinocultores cadastrados, dos quais 25 a 30% também são cafeicultores, sendo que todos os suinocultores cadastrados na AST também são associados à ASTAP.

Todas as propriedades foram caracterizadas por meio do preenchimento de um questionário, visando obter informações sobre a propriedade e o sistema de produção, incluindo: número de animais, plano de produção, quantidades de águas residuárias aplicadas, frequência e sistema de irrigação utilizado para aplicação e suas características, tempo de utilização, problemas e dificuldades encontradas no manejo do sistema de aplicação, adubações (tipos e quantidades de fertilizantes), idade, variedade e espaçamento do café, condições climáticas, manejo adotado na suinocultura e produtividade da cultura.

Objetivando verificar as características químicas e físicas das águas residuárias das propriedades, conforme sua origem, e verificar padrões de qualidade para irrigação de culturas agrícolas, foram coletadas amostras de efluentes em diversas lagoas existentes nas propriedades, além de amostras de água residuária utilizadas para as irrigações por aspersão em malha, canhão hidráulico, autopropelido e gotejamento, totalizando 19 pontos de amostragem em 11 propriedades.

A amostra denominada dejetos brutos, era proveniente de galpões com animais nas diversas fases, sendo retirada em uma caixa de decantação antes de seu destino à lagoa.

As amostras de água residuária utilizadas nas irrigações por autopropelido, canhão 3, aspersão em malha e gotejamento foram retiradas de lagoas correspondentes à fase de

terminação do suíno, com a diferenciação do grau de tratamento da água; a ARS utilizada nos canhões hidráulicos 1 e 2 foram coletadas de lagoas de ciclo completo, o que pode ser melhor visualizado no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 – Procedência das águas residuárias utilizadas na irrigação

Amostras	Procedência
Dejeto bruto	Galpões com animais em diversas fases
Autopropelido	Fase terminação
Canhão 3	Fase terminação
Aspersão em malha	Fase terminação
Gotejamento	Fase terminação
Canhão hidráulico 1	Lagoas de ciclo completo
Canhão hidráulico 2	Lagoas de ciclo completo

Para as coletas, foram utilizados frascos de 1,5 L de capacidade previamente esterilizados com ácido (solução sulfocrômica), sendo a amostra coletada a 30 cm de profundidade ou em pontos de entrada e saída de efluentes nas lagoas, ou no final de linha lateral, com base no seguinte procedimento: os frascos eram climatizados com a ARS, promovendo a agitação e o descarte da água por três vezes até que o ambiente ficasse totalmente climatizado; após esse procedimento as amostras eram colocadas em caixas de isopor com gelo. Os procedimentos de coleta e preparo de amostras de efluente foram adaptados de Eaton et al., 1995 e enviadas para um laboratório especializado em análises físicas e químicas de solo e água na cidade de Uberaba.

A caracterização física foi feita por meio da determinação da concentração de sólidos totais e densidade. A caracterização química da água residuária de todas as amostras foi feita para determinação do pH, DQO, N_{total} , P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Fe e Zn. Com exceção das determinações de DQO, todas as outras foram feitas seguindo-se a metodologia descrita pela Embrapa (1997) através da digestão das amostras das águas residuárias. A determinação das concentrações totais de cobre, zinco, cálcio e magnésio foi feita por espectrofotometria de absorção atômica, as concentrações de potássio por fotometria de chama e as concentrações de fósforo por espectrofotômetro UV-Visível.

Para verificar a variabilidade entre as características da água residuária, procedeu-se a análises descritivas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 apresentam-se os resultados obtidos no diagnóstico realizado. Pode-se verificar que as granjas estudadas possuem de 500 a 2500 matrizes ou de 1200 a 8000 suínos em terminação, podendo ser consideradas granjas de grande porte. De maneira geral, as propriedades que só possuem suínos em terminação são integradas com alguma empresa, recebendo o animal com aproximadamente 70 dias de idade.

Todas as granjas diagnosticadas possuem o sistema intensivo de criação, como pode-se observar no Quadro 3. Nesse sistema, a produção, armazenagem e destino dos dejetos devem merecer tanta atenção quanto as demais questões relativas à criação.

Notou-se em grande parte dos proprietários, interesse em adotar outros sistemas de aplicação, via irrigação, como aspersão, tubo perfurado a laser, pivô central e gotejamento. Alguns já tiveram experiências mal sucedidas com o tubo perfurado e com a irrigação por

superfície (em sulcos), tendo sido relatados casos de danos às plantas pela aplicação excessiva de águas residuárias da suinocultura no cafezal.

Quadro 3 - Características das propriedades localizadas nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG

Local	Número de animais	Área (ha)			Tempo de aplicação (anos)	Sistema de aplicação	Quantidade	Frequência (dias)
		total	café	adubada				
Patrocínio	500 matrizes	270	180	120	5	Chorumeira	16 m ³ /ha	20
						Canhão	-	-
Patrocínio	2500 matrizes	3600	1038	30	10	Chorumeira	40 m ³ /ha	30
						Sulco	-	-
Patos de Minas	1300 matrizes	415	88,5	88,5	2	Chorumeira	200 m ³ /ha	30
						Canhão	300 m ³ /ha	15
Patos de Minas	700 matrizes	48	13,8	13,8	4	Chorumeira	-	Pré – plantio
						Canhão	300 m ³ /ha	15
Patos de Minas	2000 matrizes	400	267	267	15	Chorumeira	75 m ³ /ha	90
						Canhão	60 a 200 m ³ /ha	90 a 120
Varjão de Minas	2000 suínos	5800	275	275	5	Chorumeira	200 m ³ /ha	90 a 120
						Sulco	167 m ³ /ha	Pré – plantio
						Canhão	150 a 300 m ³ /ha	Ocasionalmente
Carmo do Paranaíba	1200 matrizes	2500	1700	50	3 ½	Chorumeira	300 m ³ /ha	180
						Canhão	90 m ³ /ha	360
Uberaba	1200 suínos	530	80	17	2	Aspersão em malha	160 a 320 m ³ /ha	120
Monte Carmelo	8000 suínos	1229	385	380	1	Chorumeira	300 m ³ /ha	Ocasionalmente
						Autopropelido	160 a 320 m ³ /ha	120
Romaria	3600 suínos	124	90	90	1	Chorumeira	30 m ³ /ha	20
						Canhão	-	-
Romaria	1850 suínos	35	35	35	15 dias	Gotejamento	30 m ³ /ha	20

De todas as propriedades estudadas, 91% possui uma ou mais lagoas de armazenamento de ARS construídas sem dimensionamento prévio e manejadas de forma inadequada. Pelas características da água residuária da suinocultura, que contém grande quantidade de sólidos e sais, verificou-se problemas com redução da vida útil de equipamentos de irrigação e conjuntos motobomba. Em 64% das propriedades ocorreram problemas de entupimento e corrosão em bombas centrífugas trabalhando com águas residuárias da suinocultura, passando as mesmas a utilizar bombas helicoidais de cavidades progressivas.

As propriedades cafeicultoras das regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, adeptas da irrigação por pivô central, estão procurando adaptar este tipo de sistema para aplicação de ARS, inclusive com projetos em implantação, onde haverá etapas de tratamento, a começar de um tratamento preliminar para a remoção de sólidos grosseiros (separador de sólidos), depois uma seqüência de lagoas de estabilização.

A importância econômica da utilização da água residuária da suinocultura como fonte de água e nutrientes deve ser enfatizada. Trinta por cento das propriedades visitadas estão trabalhando com café orgânico ou em conversão, substituindo-se completamente a adubação mineral pela aplicação das ARS e investindo-se em sistemas de irrigação.

No município de Romaria, existe uma propriedade utilizando o sistema de irrigação por gotejamento aplicando ARS para produção de café orgânico. Os dejetos passam por sistemas de separação de sólidos, caixa de decantação, lagoas de estabilização e pela filtragem do próprio sistema de irrigação até chegar aos emissores.

Nos Quadros 4 e 5 estão registrados os resultados das análises físicas e químicas das ARS conforme sua origem. Com exceção da amostra originária da lagoa 10 (creche), pode-se observar que os valores de pH não apresentaram grandes diferenças entre as amostras. O maior valor foi o referente a ARS da aspersão em malha (7,9). Lo Monaco (2001), em estudos realizados com águas residuárias da suinocultura, encontrou pH de 7,5 em situações de ciclo completo (águas advindas de todas as fases do animal). Para o mesmo caso, o Quadro 4 apresenta valores de 6,9; 7,0; 7,7 e 7,8. Quanto a este parâmetro, à exceção da lagoa 10 (creche), os valores encontrados encontram-se dentro das normas no que se refere à qualidade da água para irrigação, de 6,5 a 8,4, segundo Ayers e Westcot (1991).

Pelo Quadro 4, a maior concentração de sólidos totais foi observada na lagoa 12 (crescimento), seguida da ARS (autopropelido). A menor concentração foi atribuída à amostra de água coletada ao final da linha de gotejamento (97,3% menor que a da lagoa 12). Segundo Perdomo (1996), resultados de análises laboratoriais do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia – SC, para dejetos produzidos em uma unidade de crescimento e terminação, foram encontrados valores médios de sólidos totais de 22.399 mg L⁻¹. As lagoas de terminação 5, 6 e 7 apresentaram teor de sólidos totais bem inferiores, 4580, 5920 e 6440 mg L⁻¹.

Lo Monaco (2001) e Brandão (1999) encontraram valores de 3.250 mg L⁻¹ e 5.500 mg L⁻¹ de sólidos totais para águas residuárias da suinocultura em ciclo completo. Para a mesma situação, o Quadro 4 apresenta valores de 2.180, 2.200, 2.640 e 6.320 mg L⁻¹. Segundo Detar (1980), líquidos contendo mais de 20.000 mg L⁻¹ de sólidos totais não se infiltrarão no solo em taxas idênticas às observadas com água, demonstrando que o teor de sólidos totais encontrados no presente trabalho estão adequados.

A composição química e física dos dejetos está associada ao sistema de manejo adotado e aos aspectos nutricionais. Apresentam grandes variações na concentração dos elementos componentes, dependendo da diluição a qual foram submetidos e do sistema de armazenamento (Perdomo E Lima, 1998).

A água utilizada na irrigação por gotejamento e na irrigação por aspersão convencional (em malha) passam por etapas de tratamento até chegar no sistema. Os valores correspondentes aos sólidos totais, neste caso, foram, respectivamente de 600 e 2.060 mg L⁻¹, abaixo do mínimo encontrado em unidades de crescimento e terminação, obtido no Sistema de Produção de Suínos da Embrapa Suínos e Aves, de 12.697 mg L⁻¹ (Perdomo, 1996).

Parâmetro representativo da quantidade de oxigênio consumida por diversos compostos sem a intervenção de microrganismos durante a estabilização do material orgânico e inorgânico oxidáveis (Von Sperling, 1996), a demanda química de oxigênio assumiu maior valor na amostra referente aos dejetos brutos, 3.439 mg L⁻¹.

Para amostras de águas residuárias em ciclo completo, estudos realizados por Gomes Filho (2000), apresentaram valores de DQO de 2.933 e 3.819 mg L⁻¹. Lo Monaco (2001), 3.433 mg L⁻¹. Levando-se em consideração a mesma origem da água, Queiroz (2000) encontrou valores de DQO que variaram de 1.064 a 15.600 mg L⁻¹. O Quadro 4 mostra, para esta situação, 2.654, 2.889, 2.933 e 2.953 mg L⁻¹. As análises referentes às lagoas 5, 6 e 7 (terminação), apresentam valores de 2.719, 2.826 e 3.093 mg L⁻¹. A Embrapa Suínos e Aves, em unidade de crescimento e terminação de suínos, encontrou valores médios de DQO da ordem de 25.543 mg L⁻¹ (Perdomo, 1996), bem superiores aos obtidos neste trabalho.

Quadro 4 – Caracterização física e química das águas residuárias da suinocultura conforme sua origem

Origem das águas residuárias da suinocultura (ARS)	pH	Sólidos totais (mg L ⁻¹)	Densidade (g cm ⁻³)	DQO (mg L ⁻¹)	Ntotal
Lagoa 1 (ciclo completo)	7,8	2.180	1,000	2.953	1750
Lagoa 2 (ciclo completo)	6,9	2.640	1,000	2.889	1320
Lagoa 3 (ciclo completo)	7,0	2.200	1,000	2.654	1640
Lagoa 4 (ciclo completo)	7,7	6.320	1,005	2.933	3580
Lagoa 5 (terminação)	7,5	4.580	1,002	2.719	3250
Lagoa 6 (terminação)	7,7	6.440	1,003	2.826	4290
Lagoa 7 (terminação)	7,3	5.920	1,003	3.093	2820
Lagoa 8 (maternidade)	7,7	2.160	1,000	2.777	3100
Lagoa 9 (maternidade)	7,6	3.280	1,002	2.820	2190
Lagoa 10 (creche)	5,3	6.320	1,002	3.333	2040
Lagoa 11 (creche)	7,8	4.380	1,003	2.877	2680
Lagoa 12 (crescimento)	7,5	22.080	1,010	3.039	4760
Lagoa 13 (terminação)	8,0	6.020	1,004	2.959	4180
Dejeto bruto	6,5	12.980	1,013	3.439	7540
ARS (autopropelido)	7,0	14.700	1,003	3.066	3740
ARS (canhão 1)	7,3	2.960	1,002	2.853	2690
ARS (canhão 2)	7,3	10.940	1,006	2.879	3690
ARS (canhão 3)	7,5	7.640	1,007	2.917	4770
ARS (gotejamento)	7,8	600	0,996	2.559	440
ARS (aspersão em malha)	7,9	2.060	1,000	2.799	1300

A densidade da água residuária apresentou valores na faixa de 0,996 para a ARS do gotejamento e 1,013 g cm⁻³ para os dejetos brutos. Segundo estudos realizados por Konzen (1997), valores de densidade dos dejetos líquidos de suínos medidas por densímetro estão associadas a teores de nitrogênio, aumentando o teor do N com o aumento da densidade. No presente estudo, através do Quadro 3, isso não foi verificado, não observou-se uma relação entre valores de densidade e teores de Nitrogênio.

Observa-se no Quadro 4 que os dejetos brutos apresentam elevada concentração de nitrogênio total, 7.540 mg L⁻¹, seguido da ARS utilizada no canhão aspersor 3, 4.770 mg L⁻¹. A variabilidade na concentração deste elemento é grande, 94,2% em relação à ARS do sistema de irrigação localizada por gotejamento, 440 mg L⁻¹. Estudos realizados por Lo Monaco (2001) e Brandão (1999) apresentaram concentrações de nitrogênio total da ordem de 437,95 e 936 mg L⁻¹ para águas residuárias da suinocultura em ciclo completo. Através do Quadro 4, observa-se que as lagoas 1, 2, 3 e 4 (ciclo completo) apresentaram teores de nitrogênio total de 1.320, 1.640, 1.750 e 3.580 mg L⁻¹.

As maiores concentrações de fósforo e potássio foram verificadas nos dejetos brutos, com valores de 370 e 1.040 mg L⁻¹, respectivamente (Quadro 5).

No caso do fósforo, a variabilidade foi de 97,3% em relação ao menor valor. A presença do fósforo nas águas residuárias deve-se à ração utilizada pelo suíno, já que os minerais constituem parte das dietas destes animais, com 0,8% de P. De modo geral, através do manejo dos suínos na granja, existe desperdício com a ração, que se junta aos dejetos, provocando aumento no teor de P e outros minerais. As lagoas de ciclo completo apresentaram concentrações de 10 mg L⁻¹ de fósforo.

Queiroz (2000), encontrou teores de P em águas advindas de ciclo completo que variaram de 27,31 até 685,34 mg L⁻¹ ao longo de 16 semanas. Durante a fase experimental de Queiroz (2000), ocorreram alguns fatos como a ausência de animais nos galpões por 40 dias, que contribuíram para a diluição dos dejetos no período e, conseqüentemente, influenciaram na discrepância dos resultados de suas análises. Lo Monaco (2001) e Brandão (1999), em ARS de ciclo completo, encontraram valores de 85,25 e 88 mg L⁻¹ de P.

Vale ressaltar que a condução dos trabalhos experimentais de Brandão (1999), Lo Monaco (2001), Gomes Filho (2000) e Queiroz (2000) foram realizadas no mesmo local, em períodos distintos.

Com relação ao potássio, as maiores concentrações ocorreram nos dejetos brutos e na ARS (canhão 2), 1040 e 800 mg L⁻¹, respectivamente. Os menores teores foram os correspondentes à água utilizada para as lagoas 2 e 3 (ciclo completo) e para a lagoa 9 (maternidade), 200 e 250 mg L⁻¹. Gomes Filho (2000), encontrou teores de potássio para águas residuárias da suinocultura em ciclo completo de 302 e 147 mg L⁻¹.

O Quadro 5 apresenta concentrações de 200, 250, 270 e 350 mg L⁻¹ de K em lagoas de ciclo completo. Para as mesmas condições, Brandão (1999) e Lo Monaco (2001) encontraram 504,9 e 100,25 mg L⁻¹, respectivamente. Em análises semanais de ARS advindas de ciclo completo, Queiroz (2000) apresentou valores que variaram de 50 a 208 mg L⁻¹ de potássio.

Em unidades de crescimento e terminação de suínos da Embrapa (PERDOMO, 1996), ocorreram valores mínimo e máximo de 260 e 1.140 mg L⁻¹, respectivamente. Para a mesma situação no presente trabalho, o Quadro 5 mostra teores de potássio de 460, 510, 580 e 730 mg L⁻¹, para unidades de terminação e 600 mg L⁻¹ para crescimento.

O Quadro 5 apresenta valores limites de concentrações de cálcio iguais a 50 e 1160 mg L⁻¹, na ARS usada no gotejamento e dejetos brutos, respectivamente. As lagoas 1, 2, 3, e 4 (ciclo completo), apresentam valores de 80, 110, 150 e 180 mg L⁻¹. Em situações de ciclo completo, Brandão (1999) encontrou teor de 130 mg L⁻¹ e Gomes Filho (2000), em duas etapas de análise, teores de 182 e 248 mg L⁻¹. Segundo Queiroz (2000) durante a condução de seu experimento foram encontrados variações no teor de cálcio nas águas residuárias da ordem de 47,62 até 1.095,24 mg L⁻¹.

A menor concentração de magnésio, 10 mg L⁻¹, foi obtida nas ARS das lagoas 7 (terminação) e lagoas 8 e 9 (maternidade) com variabilidade de 85,7% em relação aos dejetos brutos (70 mg L⁻¹).

Queiroz (2000), Brandão (1999) e Gomes Filho (2000), apresentam valores de concentrações de Mg em ARS variando de 18,3 até 108,76 mg L⁻¹, em lagoas de ciclo completo. No presente trabalho, foram encontrados teores de 20, 30 e 40 mg L⁻¹.

Dentre os metais pesados, o cobre e o zinco apresentam maior perigo, pois são importantes componentes de suplementação mineral de rações e formulações de antibióticos aos suínos (Scherer E Baldissera, 1994). Esse problema poderá ser evitado mediante a determinação da concentração dos principais nutrientes presentes nas ARS, a qual não deve ser maior que as exigências das culturas. A concentração mais elevada de cobre foi encontrada nos dejetos brutos, 830 mg L⁻¹. Segundo Stahly et al. (1980), os dejetos podem conter até 1000 mg L⁻¹ de cobre. Os menores teores de cobre, 10 mg L⁻¹, obtidos nas lagoas de ciclo completo 1, 2 e 4, lagoa 9 (maternidade), lagoa 11 (creche), ARS (autopropelido), ARS (canhão 2) e ARS (gotejamento), apresentam variabilidade de 98,8% em relação aos dejetos brutos. Queiroz (2000) apresenta valores de concentração de Cu variando de 0,30 a 10,30 mg L⁻¹ e zinco de 6,78 até 84,71 mg L⁻¹, para águas residuárias advindas de todas as fases do suíno. Para o mesmo caso, o Quadro 5 mostra teores de 10 e 20 mg L⁻¹ de cobre e 10, 20, 30 e 50 mg L⁻¹ de zinco.

Gomes Filho (2000) encontrou, para o elemento cobre, concentrações de 1,53 e 1,33 mg L⁻¹. Para o Zn, 1,45 e 1,32 mg L⁻¹ em ARS (ciclo completo). Lo Monaco (2001), encontrou valores de cobre e zinco para águas residuárias da suinocultura (ciclo completo) da ordem de 1,40 e 7,38 mg L⁻¹, respectivamente.

Pelo Quadro 5, a maior concentração de zinco foi encontrada em dejetos brutos, 1150 mg L⁻¹, seguidos da lagoa 10 (creche), 480 mg L⁻¹. A lagoa 2 (ciclo completo) apresentou o menor valor de Zn (10 mg L⁻¹), 97,9% de variabilidade em relação aos dejetos brutos.

Quanto à qualidade da água residuária no que se refere à irrigação de culturas agrícolas, existem restrições severas de uso da mesma quando o teor de cobre é superior a 0,20 mg L⁻¹ e o teor de Zn supera 2 mg L⁻¹ (AYERS e WESTCOT, 1991). Nesse contexto, todas as ARS analisadas não são indicadas para disposição no solo ininterruptamente.

Ressalta-se a enorme variabilidade entre as análises de dejetos de suínos. As diferenças registram-se não só entre os diversos tipos de lagoas, como também dentro do mesmo tipo em locais diferentes ou até no mesmo local, mesma lagoa, porém em épocas alternadas. Esta particularidade está relacionada ao tipo e quantidade de ração destinada ao animal, volume de água da lavagem das baias, desperdício dos bebedouros, época do ano com relação às chuvas e tipo de tratamento utilizado.

Quadro 5 - Caracterização química das águas residuárias da suinocultura conforme sua origem

Origem das águas residuárias da suinocultura (ARS)	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Lagoa 1 (ciclo completo)	10	350	180	30	10	50	140	150
Lagoa 2 (ciclo completo)	10	200	80	20	10	10	30	30
Lagoa 3 (ciclo completo)	10	250	110	20	20	30	140	80
Lagoa 4 (ciclo completo)	10	270	150	40	10	20	230	20
Lagoa 5 (terminação)	10	460	100	50	40	100	220	90
Lagoa 6 (terminação)	10	580	80	50	20	20	300	230
Lagoa 7 (terminação)	20	510	260	10	110	160	890	80
Lagoa 8 (maternidade)	10	460	140	10	20	20	300	230
Lagoa 9 (maternidade)	10	250	110	10	10	20	120	20
Lagoa 10 (creche)	20	610	230	20	90	480	1630	110
Lagoa 11 (creche)	10	710	140	20	10	70	130	20
Lagoa 12 (crescimento)	10	600	110	30	90	180	260	80
Lagoa 13 (terminação)	10	730	130	30	50	70	180	60
Dejeto bruto	370	1040	1.160	70	830	1.150	1.460	580
ARS (autopropelido)	10	430	110	30	10	30	470	690
ARS (canhão 1)	10	280	160	20	30	50	40	60
ARS (canhão 2)	10	800	190	50	10	30	470	690
ARS (canhão 3)	150	550	230	50	20	200	920	1260
ARS (gotejamento)	10	270	50	20	10	90	140	90
ARS (aspersão em malha)	20	780	210	20	80	150	260	100

O elemento ferro apresentou teores de 1630 mg L⁻¹ para a lagoa 10 (creche) e 30 mg L⁻¹ para a ARS advinda da lagoa 2 (ciclo completo), maior e menor valores encontrados nas amostras, respectivamente. As lagoas de ciclo completo 1, 2, 3 e 4 obtiveram concentrações de Fe equivalentes a 140, 30, 140 e 230 mg L⁻¹. Queiroz (2000) encontrou variações de 28,22 até 757, 95 mg L⁻¹ em ARS de mesma origem. Para Gomes Filho (2000), em duas análises,

dentro de situação semelhante, ocorreram valores de 24 e 31,6 mg L⁻¹. O manganês teve sua maior concentração encontrada na ARS referente ao canhão 3, 1260 mg L⁻¹. Os teores mais baixos foram correspondentes às lagoas 4 (ciclo completo), 9 (maternidade) e 11 (creche), 20 mg L⁻¹.

Ayers e Westcot (1991) apresentam grau de restrição severo para uso contínuo de águas residuárias na irrigação de culturas quando teores de Fe e Mn superam 5 e 0,20 mg L⁻¹, respectivamente. Todas as amostras analisadas encontram-se fora deste padrão.

6 CONCLUSÕES

1. Pode se concluir que, de uma maneira geral, existe manejo inadequado dos dejetos de suínos aplicados na cultura do cafeeiro e grande variabilidade em suas características. Pelo baixo ou nenhum grau de tratamento destes dejetos, a qualidade da água no que diz respeito às suas características fertilizantes, pode ficar comprometida.
2. As águas residuárias utilizadas no sistema de irrigação localizada por gotejamento foram as que apresentaram os menores teores dos elementos analisados.
3. Alguns elementos analisados, como ferro, manganês, cobre e zinco apresentaram concentrações consideradas impróprias para irrigação de culturas agrícolas ininterruptamente.

7 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Ao Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - EMBRAPA/Café

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1991. p.78-80 (Estudos FAO Irrigação e drenagem, boletim 29).

BLEY JUNIOR, C. Instalações para tratamento de dejetos. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS DE SUÍNOS, MANEJO E UTILIZAÇÃO, DO SUDESTE GOIANO 1, 1997, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: Fundação do Ensino Superior de Rio Verde, 1997. p. 48-68.

BRANDÃO, V. S. **Tratamento de águas residuárias de suinocultura utilizando filtros orgânicos**. 1999. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

DETAR, W.R. Rate of intake and stream advance for liquid dairy manure in furrows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.35, n.4, p.1153-1160, 1980.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Baltimore: United Book Press. 1995.

GOMES FILHO, R. R. **Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando o cultivo hidropônico de braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) e aveia forrageira (*Avena strigosa*)**. 2000. 139 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KONZEN, E. A. et al. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1997. 31 p. (Circular Técnica, 25).**

LO MONACO, P. A. **Influência da granulometria do material orgânico filtrante na eficiência de tratamento de águas residuárias**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: SOBESTIANSKY, J. et al. (Ed.). **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa Suínos e Aves, 1998.p. 147-154.

PERDOMO, C. C. Uso racional de dejetos suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 1, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Gessuli, 1996. p. 1-19.

QUEIROZ, F. M. **Avaliação de gramíneas forrageiras para o tratamento de águas residuárias da suinocultura**. 2000. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T. Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizantes. In: DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS, 1994, Concórdia – SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1994. p. 33-38. (Documentos, 32).

STAHLY, T. S.; CROMWELL, G. L.; MONEGUE, H. J. Effects of the dietary inclusion of copper and (or) antibiotics on the performance of weaning pigs. **Journal of Animal Science**, v. 51 (6), United States, p. 1347-1351, 1980.

Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v.1, 243 p.