

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

**Uso de água residuária da suinocultura em pastagens da**  
***Brachiária Decumbens* e Grama Estrela**  
***Cynodom Plesctostachyum***

**Wagner de Oliveira**

Dissertação apresentada para obtenção do  
título de Mestre em Agronomia. Área de  
concentração: Irrigação e Drenagem

**Piracicaba**

**2006**

Wagner de Oliveira  
Engenheiro Civil

Uso de água residuária da suinocultura em pastagens da  
*Brachiária Decumbens* e Grama Estrela  
*Cynodom Plesctostachyum*

Orientador  
Prof. Dr. **IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do  
título de Mestre em Agronomia. Área de  
concentração: Irrigação e Drenagem

**Piracicaba**  
**2006**  
**AGRADECIMENTOS**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Oliveira, Wagner

Uso de água residuária da suinocultura em pastagens da *Brachiaria decumbens* e *Cynodon plectostachyum* / Wagner Oliveira. - - Piracicaba, 2006.  
104 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Águas residuárias 2. Capim braquiária 3. Dejeito suíno 4. Fertilizantes biológicos  
5. Grama estrela 6. Irrigação 7. Pastagens I. Título

CDD 628.3

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

Ao Senhor Nosso Deus, e Santa Rita de Cássia, cuja fé me fortaleceu, nos momentos mais difíceis, e principalmente no término deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva, pela orientação, incentivo e colaboração na realização desta pesquisa.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pela oportunidade e contribuição oferecida.

Aos professores Sonia, Pedreira e Jarbas e Paulo Costa, pelas informações e sugestões para a melhoria deste trabalho.

Aos funcionários da biblioteca central, Silvia e Eliana, pela colaboração e instrução na melhoria deste trabalho.

Aos amigos do Núcleo de Pesquisa em Ambiente – NUPEA, que sempre se propuseram a me auxiliar.

Aos amigos, Mi, Ligya, Cuk, Natalia e Dumato, integrantes do grupo de águas residuais, pela disposição para a realização deste trabalho.

Aos amigos Cleomar, Priscila, Rodrigo, Pescoço, Ralini, e Marconi, pela amizade, e alegrias vividas durante esta pesquisa.

Ao Paulo César Mihelone, gerente geral da granja Querência, que abriu as portas desta propriedade, e que muito se disponibilizou para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

A Capes, pelo auxílio da bolsa no decorrer desses anos de pesquisa.

Aos meus pais, Valter (in memoriam) e Victória, e  
minha esposa Ádria, que sempre estiveram ao meu lado,  
construindo e instruindo cada momento de minha vida.

***A MINHA HOMENAGEM***

Áos meus irmãos, sobrinhos e familiares  
João, Claudete, tio José, Gustavo e  
Adieli, que a cada momento e vitória de  
minha vida, estiveram presentes,  
compreendendo a minha ausência.

***OFEREÇO E DEDICO***

## SUMARIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 DESENVOLVIMENTO.....	16
2.1 Considerações Iniciais.....	16
2.1.1 Produção de Dejeto de Suínos.....	17
2.1.2 Composição do Dejeto de Suínos.....	18
2.1.3 Sistema de Tratamento Biológico de Águas Residuárias.....	20
2.1.4 Reflexos da Aplicação dos Dejetos de Suínos no Solo.....	22
2.1.4.1 pH.....	22
2.1.4.2 Boro.....	23
2.1.4.3 Cobre.....	24
2.1.4.4 Ferro.....	25
2.1.4.5 Manganês.....	26
2.1.4.6 Zinco.....	27
2.1.4.7 Fósforo.....	28
2.1.4.8 Cálcio, Potássio e Magnésio.....	29
2.1.4.9 Nitrato.....	31
2.1.4.10 Nitrogênio.....	32
2.1.5 Vantagens do Reuso / Legislação.....	33
2.1.5.1 Legislação Internacional.....	37
2.1.6 Reflexos de Toxicidade ou Deficiência de Micronutrientes nas Plantas.....	40
2.1.7 <i>Brachiária Decumbens</i> .....	42
2.2 Materiais e Métodos.....	45
2.2.1 Descrição do Sistema de Dejeto a ser Estudado.....	46
2.2.1.2 Caracterização das Lagos.....	49
2.2.2 Avaliação dos Sistemas.....	50
2.2.2.1 Avaliação da Qualidade da Água Residuária.....	50

2.2.2.2 Avaliação e Análise do Solo Irrigado.....	51
2.2.2.3 Avaliação e Análise do Desenvolvimento das Culturas.....	52
2.2.3 Delineamento Experimental.....	54
2.3 Resultados e Discussões.....	55
2.3.1 Qualidade Física, Química e Microbiológica dos Efluentes dos Tratamentos, Utilizados na Irrigação das Pastagens.....	55
2.3.2 Avaliação da Eficiência do Sistema de Tratamento em Função da Qualidade Físico- Química e Microbiológica dos Efluentes.....	59
2.3.3 Avaliação do Efeito da Aplicação das Águas Residuárias no Solo.....	61
2.3.3.1 pH.....	63
2.3.3.2 Boro.....	65
2.3.3.3 Cobre.....	66
2.3.3.4 Ferro.....	67
2.3.3.5 Manganês.....	69
2.3.3.6 Zinco.....	70
2.3.3.7 P <sub>resina</sub> .....	72
2.3.3.8 Potássio.....	73
2.3.3.9 Cálcio e Magnésio.....	74
2.3.3.10 C.T.C.(Capacidade de Troca Catiônica).....	77
2.3.3.11 V%.....	80
2.3.3.12 Acidez Potencial (H+Al).....	82
2.3.4 Avaliação do Efeito da Aplicação das Águas Residuárias nas Pastagens.....	84
2.3.4.1 Avaliação das Pastagens em Função da Massa Seca.....	84
2.3.4.2 Avaliação das Pastagens em Função da Análise Bromatológica.....	89
2.3.5 Avaliação Econômica do Sistema de Irrigação, com a Aplicação das Águas Residuárias nas Pastagens.....	91
3 CONCLUSÕES.....	92
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
REFERÊNCIAS .....	94

## RESUMO

### **Uso de Água Residuária da Suinocultura em pastagens *Brachiária Decumbens* e Grama Estrela - *Cynodom plectostachyum***

A deficiência de informações sobre águas residuárias da produção industrial de suínos é uma realidade. Com efeito parâmetros de aplicação e quantificação dessas águas não são especificados por nenhuma legislação nacional atualmente. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar os diferentes efluentes oriundos do sistema de tratamento biológico de uma granja suinícola, quanto à sua qualidade e aos seus reflexos no cultivo das pastagens da *Brachiária Decumbens* e da Grama Estrela - *Cynodom plectostachyum* em nível de campo. A pesquisa foi realizada em uma granja suinícola no Estado de São Paulo, tendo sido aplicados os seguintes efluentes; E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5. Os efluentes foram analisados qualitativa e quantitativamente, sendo considerados parâmetros físicos (pH, condutividade, turbidez), químicos (Al, B, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sr e Zn), microbiológicos (coliformes totais e *E. coli*) e bioquímicos (DBO e DQO). A aplicação desses efluentes ocorreu de forma mecanizada em cada subparcela das pastagens estudadas, onde mensalmente foram realizados os cortes para a avaliação de produção de massa seca e bromatológica do material. A avaliação do solo foi realizada em diferentes camadas: 0-10cm, 10-20cm e 20-40cm, sendo caracterizados os parâmetros físicos e químicos. Os resultados da qualidade dessas águas residuárias, sinalizaram teores físicos, químicos e microbiológicos que não atenderam as resoluções do CONAMA - 2005, e USEPA. Os resultados das amostras de solo, apresentaram parâmetros, com teores acima do preconizado para o Estado de São Paulo, exceto o boro. Quanto à produção e à avaliação do crescimento das pastagens, observou-se que a produção de massa seca foi superior nos diferentes tratamentos, em relação à testemunha. Utilizando esse biofertilizante, verificou-se um incremento de 30% na produção.

**PALAVRAS CHAVE:** irrigação de pastagens; dejetos de suínos; água residuária, poluição ambiental.

## ABSTRACT

### Use of swine's residuary water in *Brachiaria Decumbens* and Star Grass – *Cynodom plesctostachyum* pasture

The deficient information about residuary water of swine industrial production is a reality. Considering that application and quantification parameters of these waters are not specified by any National legislation nowadays. This work general objective was the evaluation of different effluents deriving from the system of biological treatment of a swine's farm considering its qualities and reflection on *Brachiaria Decumbens* and Star Grass – *Cynodom plesctostachyum* pasture cultivation in field level. The research was carried through in a swine farm in the State of São Paulo. It applied the following effluents: E<sub>1</sub> – Effluent of Decantation tank entrance; E<sub>2</sub> – Effluent of Lake Exit I; E<sub>3</sub> – Effluent of Lake Exit 5. the effluents were analyzed quantitative and qualitative considering physical parameters (pH, conductivity, turbidity), chemical parameters (Al, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cr, Fe, K, Mg, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sr, and Zn), microbiological parameters (total coliforms and *E. coli*) and biochemical parameters (DBO and DQO). Those applications were mechanized in all subdivisions of the studied pasture, where the cut to evaluate dry mass and bromatological material were carried out monthly. The soil evaluation was carried out in different layers: 0 – 10cm, 10 – 20 cm and 20 – 40cm, characterized by physical and chemical parameters. The results of these residuary water quality signalled physical, chemical and microbiological content that did not answer to CONAMA-2005 and USEPA resolutions. The soil sample results presented parameters with contents above the praised to the State of São Paulo, except for boron. As for the production and the evaluation of the pasture growth, it was observed that the production of dry mass relation to testimony. The use of this biofertilizer verified the increase of 30% in production.

**Key-words:** pasture watering; swine dejection; residuary water; environmental pollution

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista geral da área Experimental.....	45
Figura 2 - Croquí do sistema de produção da granja suinícola e do sistema de tratamento dos efluentes estudados na granja suinícola.....	46
Figura 3 - Vista Geral do efluente E <sub>1</sub> - Tanque de Decantação.....	47
Figura 4 - Vista Geral do efluente E <sub>2</sub> - Lagoa 1.....	47
Figura 5 - Vista Geral do efluente E <sub>3</sub> - Lagoa 5.....	48
Figura 6 - Vista Geral do sistema de distribuição dos efluentes nas subparcelas amostradas.....	49
Figura 7 - Vista da coleta de solo na área experimental das amostras indeformadas....	51
Figura 8 - Quadro para amostragem das coletas em nível de campo.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção diária de dejetos de suínos nas diferentes fases de produção.....	18
Tabela 2 - Quantidades mínimas, médias e máximas dos elementos constituintes dos dejetos de suínos.....	19
Tabela 3 - Necessidade de água por suínos em função da fase de produtiva.....	20
Tabela 4 - Eficiência dos sistemas de Lagoas Facultativas na remoção dos diferentes parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.....	21
Tabela 5 - Influência dos principais fatores ambientais externos, na eficiência das lagoas de estabilização.....	22
Tabela 6 - Teores de Manganês em solos brasileiros.....	27
Tabela 7 - Características químicas de solos brasileiros e cerrados.....	30
Tabela 8 - Proporcionalidade dos elementos K, Mg, e Ca na C.T.C. dos solos em função da grandeza V%.....	31
Tabela 9 - Limites máximos de concentrações de metais em lodos e solos, para o Estado do Paraná.....	34
Tabela 10 - Padrões mínimos de lançamento de efluentes em corpos de água, segundo a resolução - 357 do CONAMA / 2005.....	35
Tabela 11 - Padrões mínimos de irrigação de culturas e forrageiras, segundo a resolução 357 do CONAMA/ 2005.....	36
Tabela 12 - Parâmetros da USEPA para uso do lodo de tratamento biológico, referentes aos elementos poluentes.....	38
Tabela 13 - Critérios para aplicação de lodos de tratamentos biológicos em solos, em Ontário no Canadá.....	40
Tabela 14 - Proporção das frações da planta e digestibilidade in vitro da folha, haste e material senescente da <i>Cynodon Dactylon</i> .....	41
Tabela 15 - Relação haste/folha para algumas espécies de braquiárias.....	42
Tabela 16 - Resultados de análise microbiológica dos efluentes utilizados para a irrigação das pastagens em campo.....	55
Tabela 17 - Resultados de análise física e química dos efluentes utilizados para a irrigação das pastagens em campo.....	56

Tabela 18 - Valores estabelecidos pelo CONAMA para níveis máximos permitidos de alguns metais com potencial de ecotoxicidade em águas doces, salinas e salobras.....	58
Tabela 19 - Eficiência do sistema de tratamento dos efluentes utilizados para irrigação das pastagens em campo.....	60
Tabela 20 - Composição granulométrica do solo da área experimental para caracterização e classificação (amostra deformada).....	62
Tabela 21 - Composição física e química do solo da área experimental antes da irrigação das pastagens com os efluentes dos tratamentos (amostra indeformada).....	63
Tabela 22 - Valores de pH do solo, em solução de ( $\text{CaCl}_2$ $0,01 \text{ mol.l}^{-1}$ ), após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho .....	64
Tabela 23 - Valores de B no solo, em solução de $\text{mg/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	65
Tabela 24 - Valores de Cu no solo, em solução de $\text{mg/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	67
Tabela 25 - Valores de Fe no solo, em solução de $\text{mg/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	68
Tabela 26 - Valores de Mn no solo, em solução de $\text{mg/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	70
Tabela 27 - Valores de Zn no solo, em solução de $\text{mg/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	71
Tabela 28 - Valores de $P_{\text{resina}}$ no solo, em solução de $\text{mg/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	72
Tabela 29 - Valores de K no solo, em solução de $\text{mmol/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	73
Tabela 30 - Valores de Ca no solo, em solução de $\text{mmol/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	75
Tabela 31 - Valores de Mg no solo, em solução de $\text{mmol/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	76
Tabela 32 - Valores de C.T.C. no solo, em solução de $\text{mmol/dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	77

Tabela 33 - Valores proporcionais da % de Ca na C.T.C. do solo, após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	78
Tabela 34 - Valores proporcionais da % de Mg na C.T.C. do solo, após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	79
Tabela 35 - Valores proporcionais da % de K na C.T.C. do solo, após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	80
Tabela 36 - Valores de V% no solo, em solução de $\text{mmol}/\text{dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	81
Tabela 37 - Valores de H+Al no solo, em solução de $\text{mmol}/\text{dm}^{-3}$ , após a irrigação das pastagens nos meses de Abril e Junho.....	82
Tabela 38 - Resumo dos elementos constituintes dos tratamentos, quando comparados com limites aceitáveis nas pastagens.....	83
Tabela 39 - Produção média de folhas em peso de massa seca ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) da pastagem P <sub>1</sub> - <i>Brachiária Decumbens</i> , nos tratamentos avaliados.....	84
Tabela 40 - Produção média de haste em peso de massa seca ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) da pastagem P <sub>1</sub> - <i>Brachiária Decumbens</i> , nos tratamentos avaliados.....	85
Tabela 41 - Produção média de folha e haste em peso de massa seca ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) da pastagem P <sub>2</sub> - Grama Estrela <i>Cynodon plesctostachyum</i> , nos tratamentos avaliados..	85
Tabela 42 - Produção média de haste em peso de massa seca ( $\text{Kg} \cdot \text{hac}^{-1}$ ) da pastagem P <sub>1</sub> - <i>Brachiária Decumbens</i> , nos tratamentos avaliados.....	86
Tabela 43 - Produção média de folhas e haste em peso de massa seca ( $\text{Kg} \cdot \text{hac}^{-1}$ ) da pastagem P <sub>2</sub> - Grama Estrela <i>Cynodon plesctostachyum</i> , nos tratamentos avaliados..	87
Tabela 44 - Relação folha / haste da pastagem P <sub>1</sub> - <i>Brachiária Decumbens</i> , nos tratamentos avaliados.....	88
Tabela 45 - Proporção de folha e haste da pastagem P <sub>2</sub> - Grama Estrela <i>Cynodon plesctostachyum</i> , nos tratamentos avaliados.....	89
Tabela 46 - Valores de PB, FB, NDT, em g / Kg das pastagem P <sub>1</sub> - <i>Brachiária Decumbens</i> , e P <sub>2</sub> - Grama Estrela <i>Cynodon plesctostachyum</i> , nos tratamentos avaliados.....	89
Tabela 47 - Custo do sistema de irrigação das pastagens, com o efluente do sistema de tratamento biológico das lagoas facultativas.....	91

Equação 1 - Avaliação do tempo de detenção das lagoas de estabilização.....	49
Equação 2 - Avaliação da eficiência dos sistema de tratamento, em função dos componentes físicos, químicos e microbiológicos dos efluentes das irrigações.....	59

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da suinocultura apresenta-se como um fator econômico importante, pois gera multiplicação de renda e emprego em todos os setores da economia. Nesse contexto de produção animal, quando comparada à de outras espécies de médio e grande porte, a suinocultura tem produzido grandes quantidades de carne, em reduzido espaço físico e curto espaço de tempo.

Devido a essa expansão, a carne suína é a proteína animal mais consumida em todo o mundo, cerca de 91,62 mil toneladas no ano de 2005, no Brasil neste mesmo ano o consumo deve atingir cerca de 2,640 mil toneladas, com um consumo per capita de 12,40 kg/ pessoa / ano (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2005).

Com isso a projeção do rebanho suíno no Brasil pode chegar em torno de mais de 34 milhões de animais, o quarto plantel do mundo, e é o maior produtor regional da América Latina, constituído os sistemas confinados constituem a base da expansão suinícola (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2005).

Assim a contribuição da suinocultura com a economia de alguns estados é significativa, tanto como fator social como cultural, porém é um setor que apresenta baixa qualidade ambiental, devido ao lançamento inadequado de seus efluentes, vem poluindo as águas dos rios, os solos, afetando também a qualidade do ar.

Diante disto, verifica-se a necessidade de pesquisas que busquem um manejo adequado deste efluente, e sistemas de tratamentos que assegurem e venham promover benefícios na redução do poder poluente dessas águas.

Uma das possíveis formas de tratamento, é dispô-la em lagoas facultativas de estabilização. Este sistema apresenta como vantagem um baixo custo operacional de construção e manutenção, e eficiente na remoção da DBO segundo Von Sperling (1996).

Entretanto, uma vez poluída a água pode ser tratada, e reusada para diversos fins, como na agricultura. A qualidade dessa água e a especificação desse reuso, são critérios que estabelecerão os níveis de tratamento, aos quais proporcionaram menores impactos ao meio ambiente.

Como a temática de uso de água residuárias no Brasil ainda esta em fase de estudos, e sem diretrizes para o atendimento as legislações vigentes, à busca pelo

manejo adequado em condições nacionais, devam assegurar melhores condições para a maximização de nossos recursos hídricos. Na verdade, cada vez mais necessitamos de mecanismos que auxiliem e aumentem o potencial de uso de águas residuárias em substituição da utilização da água tratada e potável.

Estas condições devem lançar um grande desafio para o agronegócio, no desenvolvimento de sistemas agropecuários, onde os mesmos deverão ser capazes de produzir e minimizar racionalmente seus resíduos, e potencialmente recuperá-los sem afetar os recursos naturais e o meio ambiente.

Com base nessa temática o objetivo principal desta pesquisa foi; avaliar a eficiência do uso do efluente da suinocultura industrial oriundos do sistema de tratamento de lagoas facultativas de estabilização no desenvolvimento de pastagens.

E os objetivos específicos foram:

1. Analisar a eficiência do tratamento de lagoas facultativas de estabilização nas características, físicas, químicas e microbiológicas da água.
2. Avaliar os impactos do uso do efluente da suinocultura no solo.
3. Avaliar o desenvolvimento das pastagens *Brachiária Decumbens* e da Grama Estrela - *Cynodom plectostachyum* em campo, irrigadas com esse efluente.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Considerações Iniciais**

Durante a década de 70, iniciaram-se os debates sobre a relação entre o desenvolvimento econômico e industrial com o meio ambiente. O modelo econômico desenvolveu-se considerando o meio ambiente simplesmente como fonte de recursos e receptor dos dejetos e subprodutos sem valor comercial. Essa visão acabou por gerar diversos problemas ambientais, fazendo-se necessário o desenvolvimento de estudos e de técnicas que avaliassem os impactos ambientais causados pelas atividades produtivas (CONGRESSO NACIONAL DO MILHO e SORGO, 2002).

Nessa mesma época, os resíduos oriundos da produção de suínos no Brasil não constituíam fato preocupante, pois a concentração de animais por unidade de área era pequena. Com a adoção do sistema de confinamento, o quadro modificou - se e, hoje, a suinocultura é considerada pelos órgãos de fiscalização ambiental, quando desenvolvida sem os devidos cuidados com os efluentes, uma das principais atividades degradadoras do meio ambiente (CORRÊA; CORRÊA, 2003).

A essa crescente tendência da adoção do sistema de confinamento na produção de suínos, adiciona-se a problemática da grande produção de dejetos pelos animais, a inadequação dos sistemas de manejo e de armazenamento induz o seu lançamento em rios e cursos de águas naturais. Esse lançamento inadequado dos dejetos pode levar a sérios desequilíbrios ecológicos, poluindo-se os rios e mananciais, em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, e devido à demanda bioquímica do oxigênio (DBO) (OLIVEIRA, 1993).

A contaminação dos mananciais com o lançamento dos dejetos de suínos não se restringe a tal poluição, uma vez, que os mananciais atravessam várias nascentes que vão até a foz. Costa (1997), relata que as estações de tratamento de água, em geral, não possuem tecnologia suficiente para uma efetiva descontaminação das águas, mantendo-se microrganismos patogênicos e substâncias químicas tóxicas ao homem.

De acordo com Alves (1995), o moderno sistema agropecuário implantado nas últimas décadas contribuiu, em muito, para a redução da fome no mundo. Entretanto, nos anos recentes, os impactos ambientais negativos desse sistema têm sido óbvios. Assim, esses erros devam tornar-se o ponto de equilíbrio para alcançarmos a

compatibilidade entre a produção alimentar e a capacidade de suporte dos agroecossistemas.

Nesse contexto, pode-se concluir que os estudos de avaliação de impactos ambiental estão evoluindo cada vez mais, e desenvolvendo-se paralelamente ao crescimento da preocupação da sociedade com a preservação e a conservação do meio ambiente.

### **2.1.1 Produção de Dejeito de Suínos**

A capacidade poluente dos dejetos de suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras espécies. Utilizando-se o conceito de equivalência populacional, um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas (DIESEL et al., 2002).

O esterco por sua vez, é constituído pelas fezes dos animais, as quais normalmente se apresentam nas formas pastosa ou sólida, além de, urina, água desperdiçada nos bebedouros e na higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório (KONZEN, 1983).

Segundo Diesel et al. (2002), a localização correta de uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental, como a criação de suínos, possibilita a adequação dos dejetos, por meio de armazenamento, do tratamento ou da disposição final, sem ônus excessivo ao produtor rural. Para a implantação das novas granjas, recomenda-se que sejam próximas às lavouras, para que recebam os dejetos tratados, podendo ser utilizados como biofertilizantes ou adubos orgânicos.

Para Jelinek 1,1977, apud por Oliveira (1993), a quantidade de dejetos produzida diariamente pelos suínos varia entre 4,9 e 8,5% de seu peso corporal. A maior parte desse volume vem da urina, cujo volume depende da quantidade de água ingerida pelo animal. O mesmo autor sugeriu que para cada litro de água consumido pelo suíno ocorre uma produção de 0,6 litros de dejetos líquidos.

O mesmo autor relatou sobre o trabalho de Latimier e Dourmed (1993), comentando que o volume total de dejetos produzidos pelos suínos em crescimento depende do ganho de peso e da eficiência de transformação dos nutrientes pelos animais.

Oliveira (1993), mostrou que as diferentes fases de produção dos suínos interferem nas quantidades absolutas de dejetos produzidos, sendo as porcas em lactação as que mais dejetos produzem, como é descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção diária de dejetos de suínos nas diferentes fases de produção

Categoria	Esterco (Kg/dia)	Esterco + urina (Kg/dia)	Dejetos Líquidos (litros/dia)
Suínos(25-100Kg)	2,30	4,90	7,00
Porcas Gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas Lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte : Adaptado de Oliveira (1993).

### 2.1.2 Composição do Dejeito de Suínos

O dejeito líquido dos suínos contém matéria orgânica, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Sódio, Magnésio, Ferro, Zinco, Cobre, e outros elementos incluídos nas dietas dos animais Perdomo et al. (2001). Segundo Oliveira (2001), os suínos excretam, na urina e nas fezes, de 40 a 60% do Nitrogênio consumido.

Na urina a quantidade excretada será tanto maior quanto mais elevado for o nível de dieta (LUDKE et al.,2003; PERDOMO,1997). De acordo com Oliveira (2001), o Nitrogênio excretado pelos suínos corresponde à parte do Nitrogênio alimentar que não foi retirada pelo animal na forma de proteína corporal (suínos em crescimento). Altos níveis de Nitrogênio e Fósforo lançados em águas de superfície, poderão causar a eutrofização das águas, com a queda na concentração de oxigênio, devido ao rápido crescimento das algas, levando também à mortalidade dos peixes.

Para melhor avaliarmos a composição dos dejetos de suínos, em função dos seus elementos constituintes Silva (1996), recomenda as quantidades mínimas, máximas e médias dessa água residuária, como é demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidades mínimas, médias e máximas dos elementos constituintes dos dejetos de suínos

Variável	Mínimo(mg/l)	Máximo(mg/l)	Média(mg/l)
DQO	11.530,2	38.448,0	25.542,9
Sólidos Totais	12.697,0	49.432,0	22.399,0
Sólidos Voláteis	8.429,0	39.024,0	16.388,8
Sólidos Fixos	4.268,0	10.408,0	6.010,2
Sólidos Sedimentares	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio Total	1.660,0	3.710,0	2.374,3
Fósforo Total	320,0	1.180,0	577,8
Potássio Total	260,0	1.140,0	535,7

Fonte: Silva (1996).

Na contaminação das águas, os principais constituintes dos dejetos de suínos que as afetam são: Amônia, Nitratos, as matérias orgânicas, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos. Para o ar, os contaminantes mais comuns nos dejetos são: Amônia, Metano, Ácidos graxos voláteis, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>O, Etanol, Propanol, Dimetil sulfidro e Carbono sulfidro (PERDOMO, 1999; LUCAS et al., 1999).

Como os efluentes líquidos podem ser oriundos das aglomerações urbanas, dos distritos industriais, e como o retorno dessa águas pode ser benéfico na irrigação de culturas, alguns indicadores como sólidos totais, temperatura, cor, odor, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e carbono orgânico total (COT), deverão ser analisados com base em indicadores dos efluentes, para que suas características não afetem a produção a ser cultivada (FERNANDEZ; GARRIDO, 2002).

Segundo Oliveira (1993), para a limpeza das instalações de uma granja no sistema confinado, são consumidos, em média 6 litros/ água/ dia por matriz e 2 litros por animal na fase de terminação. Perdomo et al., 2001, elaboraram dados que mostraram as necessidades de água para a produção de suínos em função de sua categoria, como é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Necessidades de água na produção de suíno em função da fase produtiva

Fase do Ciclo Produtivo	Litros água / suíno / dia
Leitão em amamentação	0,1 a 0,5
Leitão em desmamentamento (7-25 Kg)	1,0 a 5,0
Suíno em crescimento (25-50 Kg)	4,0 a 7,0
Suíno em engorda (50-100 Kg)	5,0 a 10,0
Suíno em engorda (100-150 Kg)	7,0 a 15,0
Porca desmamada	5,0 a 15,0
Porca em gestação	10,0 a 20,0
Porca na maternidade	20,0 a 35,0
Cachaço	10,0 a 15,0

Fonte: Perdomo et al.(2001).

A produção líquida dos dejetos de suínos, dentro de um sistema de criação, depende muito da quantidade de água desperdiçada nos bebedouros e do volume de água utilizada na higienização das edificações dos animais. O uso das águas tem como finalidade diluir a concentração das fezes e urinas produzidas recentemente, e tratá-las como resíduos líquidos, acarretando, com isso, um volume maior de resíduo a ser tratado (PERDOMO et al., 2001).

### 2.1.3 Sistema de Tratamento biológico de águas residuárias

Os sistemas de lagoas de estabilização para o tratamento de águas residuárias constituem a forma mais simples de tratamento dos dejetos de suínos, segundo Von Sperling (1996). Existem diversas variantes nos sistemas de lagoas de estabilização, com diferentes níveis operacionais e requisitos de área, apresentados a seguir: Lagoas facultativas; Sistemas de Lagoas anaeróbias seguidas por Lagoas facultativas; Lagoas aeradas; Sistemas de Lagoas aeradas de mistura completa seguidas por Lagoas de decantação; Lagoas de maturação.

Como vantagem as lagoas facultativas apresentam baixo custo de implantação e resultam num sistema de tratamento barato, onde a necessidade de movimentação de terras, constitui o único custo para o desenvolvimento do sistema.

A eficiência dos diferentes sistemas de lagoas facultativas é apresentado na Tabela 4, considerando as reduções dos diferentes parâmetros de avaliação descritos por Von Sperling (1996).

Tabela 4 - Eficiência dos sistemas de Lagoas Facultativas na remoção dos diferentes parâmetros físicos, químicos e microbiológicos

		Sistemas de Lagoas			
Item	Item específico	Facultativa	Anaeróbia facultativa	Aerada facultativa	Aerada de decantação
Eficiência	DBO(%)	75-85	75-85	75-85	75-85
	DQO(%)	65-80	65-80	65-80	65-80
	Amônia(%)	<50	<50	<30	<30
	Nitrogênio(%)	<60	<60	<30	<30
	Fósforo(%)	<35	<35	<35	<35
	Sólidos Suspensão				
	Coliformes(%)	90-99	90-99	90-99	90-99

Fonte. Von Sperling (1996).

Segundo Mara (1995), os sólidos em suspensão nas lagoas facultativas ficam em torno de 60 a 90% de algas, devido à incerteza quanto a aspectos relacionados à sobrevivência das algas, uma abordagem prática pode ser considerando a DBO das algas ou dos sólidos em suspensão, no efluente das lagoas facultativas. Nessa direção a Comunidade Européia estabeleceu, em 1991, os seguintes padrões para efluentes de lagoas de estabilização:

- a) DBO<sub>5</sub> menor ou igual a 25mg/l
- b) Sólidos em Suspensão menor ou igual a 150 mg/l

As vantagens desse sistema de tratamento relacionam-se também à grande simplicidade e à confiabilidade da operação, já que os processos são naturais e confiáveis, embora necessitam de longo tempo de detenção, para que as reações se completem. Dessa forma, as lagoas de estabilização são mais apropriadas para regiões onde a terra tem baixo custo e o clima é favorável, também deve-se considerar que se trata de um sistema de tratamento que não requeira equipamentos, ou uma capacidade especial de operadores (ARCEIVALA 2, 1981 apud por Von Sperling, 1996).

Assim as principais variáveis ambientais, que influenciam e interferem em uma lagoa de estabilização são; a radiação solar, a temperatura e o vento. Jordão e Pessoa

(1995), descreveram como essas variáveis influem nas eficiências das lagoas na Tabela 5.

Tabela 5 - Influência dos principais fatores ambientais externos, na eficiências das lagoas de estabilização

Fator	Influência
Radiação Solar	Velocidade de fotossíntese
Temperatura	Condições de mistura
	Taxa de decomposição bacteriana
	Solubilidade e transferência de gases
	Velocidade de fotossíntese
Vento	Reaeração atmosférica
	Condições de mistura

Fonte: Jordão e Pessoa (1995).

#### 2.1.4 Reflexos da aplicação das águas residuárias no solo

Oliveira (1993), relatou que, quando o esterco líquido é aplicado em grandes quantidades no solo ou armazenado em lagoas sem revestimento impermeabilizante durante vários anos, poderá ocorrer sobrecarga da capacidade de filtração do solo e de retenção dos nutrientes do esterco, podendo nesse caso, alguns nutrientes atingir as águas subterrâneas ou superficiais acarretando grandes problemas de contaminação.

Atualmente, listam-se como micronutrientes para as plantas boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e níquel. Quando presentes em concentrações relativamente altas na solução do solo, tais micronutrientes podem alcançar níveis tóxicos às plantas e aos microorganismos. Entre os elementos que podem estar presentes neste resíduo e causarem toxidez, pode - se citar: o arsênio, mercúrio, cádmio, chumbo, cobre níquel e cobalto (MCBRIDE, 1994).

Ceretta et al. (2003), relatam que o uso sistemático de esterco líquido de suínos representa a adição de grande quantidade de nutrientes ao solo, e eleva principalmente os teores de P, Ca, e Mg em áreas sob pastagem natural.

##### 2.1.4.1 pH

O pH representa provavelmente, o principal fator no controle da disponibilidade dos metais pesados no solo. Além de afetar diretamente o comportamento desses

elementos, exerce também, efeito indireto, interferindo em muitas reações, nas quais os complexos mineral e orgânico estão envolvidos. (FERREIRA et al., 2001).

Em pH menor que 7,3 predomina a espécie iônica  $\text{Cu}^{+2}$ . Acima desse pH, a forma  $\text{Cu}(\text{OH}^+)$  prevalece. O  $\text{Cu}^{+2}$  é fortemente complexado pela matéria orgânica e apenas em concentrações acima de  $30 \text{ mg.dm}^{-3}$  na solução do solo pode causar fitotoxicidade (BRAILE ; CAVALCANTI, 1979)

A possibilidade de alteração do pH no solo com a aplicação de esterco líquido de suínos é mínima, principalmente tratando-se de solos altamente tamponados, ainda que os teores de alumínio possam ser diminuídos, especialmente pelo incremento de compostos orgânicos de baixo peso molecular ( SCHERER et al., 1994).

Heckman et al. (1987), estudando os efeitos residuais da aplicação de diferentes tipos de resíduos de granja suinícola na cultura da soja, concluíram que a composição desses, a taxa de aplicação e o pH do solo, podem influenciar significamente na absorção de metais pesados ( zinco, cobre, cádmio e níquel) pela leguminosa.

Chateaubriand (1988), avaliou o efeito de quatro doses de águas residuárias diluídas (0,50,100 e  $200 \text{ m}^3.\text{há}^{-1}$ ) aplicadas na cultura do milho, por meio de irrigação por sulcos. Relata o autor que, para as dosagens de 50 e  $200 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  no solo, houve tendência de aumento nas concentrações de P, K, e S disponíveis, nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, na época da floração do milho. Os valores médios de pH e as concentrações de N total e de Ca trocável foram pouco influenciados pela taxa de aplicação.

Para o Estado de São Paulo, Raij et al. (1997), estabeleceram limites de pH  $\text{CaCl}_2$  com o método de extração de resina trocadora de íons, onde são classificados como teores muito baixo até 4,3; teores baixos (4,4 a 5,0); teores médios (5,1 a 5,5); teores alto (5,6 a 6,0) e teores muito alto acima de 6,0.

#### **2.1.4.2 Boro**

O teor total de boro na maioria dos solos agrícolas, varia de 1 a  $467 \text{ mg. Kg}^{-1}$ , com valores mais comuns de 9 a  $85 \text{ mg. Kg}^{-1}$ . Em regiões semi-áridas e áridas, esses teores podem ultrapassar  $200 \text{ mg. Kg}^{-1}$ , podendo variar de 30 a  $60 \text{ mg. Kg}^{-1}$  em solos

argilosos e de 2 a 6 mg. Kg<sup>-1</sup> em solos arenosos de regiões úmidas (FERREIRA et al., 2001).

Em solos da região Sudeste do Brasil, especificamente em Minas Gerais e São Paulo, os teores de boro total ficam entre 9,8 e 54 mg. Kg<sup>-1</sup>. Desse total, a maior parte encontra-se fortemente ligada aos minerais de argila, principalmente aos silicatos, e aos óxidos cristalinos (VANDERLEI, 1984).

Em um levantamento de referências sobre os limites de variação do boro disponível em solos de sete regiões do Brasil, determinado como solúvel com diferentes extratores, mostrou uma amplitude de 0,06 a 4,34 mg. Kg<sup>-1</sup>, sendo que em cinco regiões o boro disponível ficou abaixo de 0,55 mg. Kg<sup>-1</sup> (DANTAS, 1991).

A faixa de concentrações entre a deficiência e a toxicidade de boro é a menor, quando comparada com outros nutrientes. As plantas respondem diretamente à atividade de boro na solução do solo, onde alguns fatores como pH, textura, umidade, matéria orgânica e mineralogia da fração argila, afetam a disponibilidade deste elemento no solo (DANTAS, 1991).

No Estado de São Paulo, foram estabelecidas limites do elemento boro, definidos com a extração com água quente, onde são classificados como teores baixos as concentrações ( 0 a 0,20 mg. dm<sup>-3</sup>); teores médios ( 0,21 a 0,60 mg. dm<sup>-3</sup>); e teores altos concentrações acima de 0,60 mg. dm<sup>-3</sup>, segundo Raij et al. (1997).

#### **2.1.4.3 Cobre**

Segundo Scherer e Baldissera (1994), dentre os metais pesados, o cobre e o zinco apresentam maior perigo, pois são importantes componentes do suplemento mineral de rações e de formulações de antibióticos para a suinocultura. Segundo Wruck (1997), o cobre tem sido muito usado como suplemento mineral, em concentrações elevadas, na ração de aves e suínos. O perigo de poluição pelo cobre adicionado no solo por resíduos orgânicos depende, provavelmente, de suas transformações químicas para tornar-se mais ou menos móvel e biodisponível. O mesmo autor comenta que o cobre encontrado nos dejetos de suínos esta na forma solúvel, mas a cinética do processo de decomposição e as rações inorgânicas, com adsorção e precipitação,

determinam mudanças nas formas químicas aplicadas no solo, bem como a sua mobilidade.

Segundo Adriano (1986), o Cu aplicado ou depositado no solo tende a persistir no mesmo por ser fixado fortemente pela matéria orgânica por óxidos de Fe, Al, e Mn e pelos minerais da argila. É, por isso, um dos elementos móveis entre os metais pesados. Acumula-se nos primeiros centímetros superiores dos solos agrícolas, como consequência do uso continuado de alguns fungicidas.

Somente dois fatores afetam a disponibilidade do Cu no solo, o pH e a matéria orgânica. A calagem faz diminuir a disponibilidade, de acordo com Lindsay (1972), quando o pH do solo se eleva em uma unidade, a concentração de  $\text{Cu}^{+2}$  na solução do solo diminui 100 vezes

Segundo Rajj et al. (1997), apresentaram para o Estado de São Paulo, com o método do DTPA pH 7,3 para a extração de cobre, os seguintes valores em  $\text{mg.dm}^{-3}$ ; teores baixos (0 a 0,2); teores médios (0,3 a 0,8); teores altos (>0,8).

GALRÃO et al. (1996), avaliaram nos solos dos cerrados, com a adoção da solução de Mehlich para a extração de cobre, os seguintes valores em  $\text{mg.dm}^{-3}$ ; teores baixos (0 a 0,4); teores médios (0,5 a 0,8); teores altos (>0,8).

#### **2.1.4.4 Ferro**

Na camada arável, solos com teores de Fe de  $50\text{g.Kg}^{-1}$  contém cerca de 130 toneladas do elemento num hectare. Apesar disso, nessas condições, não são raros os casos de deficiência, uma vez que, grande parte não se encontra disponível às plantas (FERREIRA et al., 2001).

O mesmo autor comenta que nos solos bem arejados, a contribuição do  $\text{Fe}^{+2}$  é muito pequena, exceto se houver muita acidez. A concentração de ferro na solução do solo vai de 30 a 550 microgramas por litro, podendo chegar a 2.000 por litro em solos muito ácidos. O ferro mostra grande afinidade para formar complexos e quelados orgânicos. Tais compostos são, em grande parte, responsáveis pela migração do Fe no perfil do solo e pelo fornecimento desse elemento às raízes.

Em geral, os principais fatores que controlam a disponibilidade do ferro às plantas estão associados à reação do solo e às condições de oxi-redução (LINDSAY, 1974).

Em solos alcalinos ou calcários, a acidificação de partes da zona das raízes é um método efetivo de corrigir a deficiência de ferro. Alguns produtos químicos, como enxofre elementar, servem para baixar o pH, ao mesmo tempo que atuam como agentes redutores de  $Fe^{3+}$  a  $Fe^{2+}$  (TISDALE et al., 1985).

Lopes e Guilherme (1994), estabeleceram limites para a interpretação de teores de micronutrientes em solos sob cerrado. Para o ferro foram estabelecidos os limites entre 2,5 e 7,5  $mg\ dm^{-3}$ , como teores médios; abaixo de 2,5, como teores baixos, e acima de 7,5, como teores altos. Esses níveis foram estabelecidos com o extrator DTPA pH 7,3.

Para o Estado de São Paulo, Raij et al. (1997), estabeleceram, para o extrator DTPA pH 7,3, que os teores baixos são os menores do que  $4mg.dm^{-3}$  de Fe, os teores médios estão entre 4 e  $12mg.dm^{-3}$  e os teores altos acima de  $12mg.dm^{-3}$ .

#### **2.1.4.5 Manganês**

O manganês é um dos micronutrientes requeridos para o crescimento normal das plantas, apresentando-se como efeitos marcantes na nutrição das mesmas, tanto no ponto de vista de deficiência como no ponto de vista de toxicidade, causando ambos os efeitos perdas significativas nas produções a serem cultivadas (FERREIRA et al., 2001).

No solo, o manganês ocorre nas formas de Mn(II) e óxidos, cujas quantidades totais variam de 20 a  $3000\ mg.kg^{-1}$  (REISENAUER, 1988). Para o Estado de São Paulo, a concentração média de Mn total variou de 514 a  $2000\ mg.kg^{-1}$ , respectivamente, em solo derivado do arenito de Bauru e em Terra Roxa Estruturada (CATANI; GALLO, 1951).

Assim alguns fatores que afetam a disponibilidade de manganês no solo são a temperatura, a umidade, a profundidade do perfil do solo, o pH do solo, a luz solar, a temperatura de secagem e tempo de armazenamento das amostras (FERREIRA et al., 2001).

As principais áreas agrícolas do Brasil estão localizadas em solos ácidos, onde é provável que a toxicidade do manganês limite o crescimento das plantas. Nesses solos, a calagem tem sido a prática recomendada para neutralizar a acidez e melhorar o nível de cátions básicos (MARTINI et al., 1974). Mesmo em solos ácidos pode ocorrer a baixa concentração de manganês na solução do solo. Sintomas de deficiência e de toxicidade de manganês têm sido constatados em várias culturas, nas diversas regiões brasileiras (MALAVOLTA; GOMES, 1961; BORKET, 1973; SILVA, 1976; MALAVOLTA, 1980; HANNAM; OHKI, 1988; REUTER et al., 1988; NOVAIS et al., 1989; BORKET, 1991). De maneira geral, a deficiência é caracterizada por clorose e necrose da superfície das folhas jovens, podendo a clorose progredir entre as nervuras. A toxicidade aparece inicialmente também em folhas jovens.

Para o Estado de São Paulo, Raij et al. (1997), estabeleceram limites de concentração deste elemento, com o extrator DTPA pH 7,3 em mg / dm<sup>3</sup>, onde são classificados como teores baixos (0 a 1,2); teores médios (1,3 a 5,0) e teores altos acima de 5,0.

Na Tabela 6, são apresentados os teores disponíveis de manganês em solos brasileiros e o extrator utilizado na sua determinação.

Tabela 6 - Teores de manganês em solos brasileiros

Estado	Extrator	Teor (ppm)	Autor
Ba	Acetato de amônio	até 135	Santana e Igue (1992)
Go e Mg	HCl 0,005N+H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,025N	0,6-92	Lopes(1983)
Pe	Acetato de sódio	0,1-0,8	Dantas(1971)
SP	Acetato de amônio	0,1 - 193	Catani e Gallo(1951)
Sp e Pr	Acetato de amônio + Hidroquinonina	81 - 513	Muraoka et al(1984)

Fonte: Malavolta (1994).

#### 2.1.4.6 Zinco

O pH do solo é o fator mais importante no controle da disponibilidade do zinco, de modo que há um decréscimo deste elemento quando o pH aumenta (GALRÃO; MESQUITA FILHO, 1981; MACHADO; PAVAN, 1987; BARBOSA FILHO et al., 1992; MATOS et al., 1996).

O decréscimo na concentração de zinco, na solução do solo, é devido ao aumento da adsorção de zinco pelos constituintes da fase sólida (BAR-YOSEF et al., 1980). Quando o pH em água é aumentado para aproximadamente 5,5 o zinco é adsorvido pelos hidróxidos de alumínio Kalbasi et al. (1978), de ferro Kinniburgh e Jackson (1982) ; Pombo e Klamt (1986) e de manganês Loganathan et al. (1977).

Em solos do Estado de São Paulo, Cunha et al. (1994), concluíram que o pH e a CTC foram as propriedades que melhor explicaram a adsorção máxima de zinco.

Adriano (1986), resumiu os principais fatores que influenciam a disponibilidade do zinco. A adsorção é um fator importante no controle da concentração do elemento na solução do solo. A capacidade que o solo tem para adsorver o elemento é muito maior que a quantidade usada como adubo. Depois da aplicação, o Zn é adsorvido prontamente, não ficando sujeito à lixiviação, parte do elemento é fixada, não podendo ser deslocada pelos extratores convencionais da forma trocável, como o acetato do amônio. A adsorção, a fixação e a precipitação do Zn adicionados ao solo dependem dos minerais de argila, dos óxidos hidratados, dos carbonatos e da matéria orgânica.

Segundo Raij et al. (1997), estabeleceram para o Estado de São Paulo, com o método do DTPA pH7,3 os seguintes valores em  $\text{mg.dm}^{-3}$  para a extração de zinco; teores baixos (0 a 0,5); teores médios (0,6 a 1,2); teores altos (>1,2).

Galvão et al. (1996), apresentam outra classificação para os solos dos cerrados com a adoção da solução de Mehlich para extração de zinco, onde os valores são expressos em  $\text{mg.dm}^{-3}$ , e são classificados como teores baixos (0 a 1,0); teores médios (1,1 a 1,6); teores alto (>1,6).

#### **2.1.4.7 Fósforo**

O Fósforo contido nos esterco difunde-se mais rapidamente no solo que o contido nos fertilizantes comerciais, pois a matéria orgânica do esterco favorece a solubilização dos fosfatos, ocorrendo principalmente, em solos altamente arenosos (OLIVEIRA, 1993).

Já em solos argilosos isso não ocorre, pois o movimento vertical do fósforo orgânico é maior que o do fósforo mineral, não podendo causar problema de contaminação em águas subterrâneas profundas. A aplicação permanente de esterco

líquido excessivamente diluído, ou a precipitação constante após a aplicação do mesmo aceleram o carreamento de nutrientes para as camadas do solo. Aproximadamente 2/3 do Fósforo presente no esterco líquido de suínos estão numa forma não solúvel em água, que constituem parte de estruturas orgânicas, propiciando um efeito residual (BARCELLOS, 1992).

Aplicações sucessivas de esterco podem causar acúmulo de Fósforo no solo, conforme observou Pratt (1979). Sua maior presença na camada superficial do solo é indesejável, pois favorece as perdas por escoamento superficial, cuja movimentação no perfil do solo pode causar eutroficação da água (GIUSQUIANI et al., 1998).

Falkiner e Polglase (1997b), relatam que a capacidade do solo em reter P tem contribuído para prevenir que o nutriente não seja lixiviado abaixo da zona radicular, podendo determinar a sustentabilidade dos cultivos que utilizam irrigações com efluentes.

Todavia, na aplicação de águas residuárias no solo, é assumido que o P-efluente é altamente retido no solo. Em pesquisas realizadas com efluentes de esgoto, Hook (1981), em várias situações de irrigação com tais efluentes, constatou que ora os teores de P variam, ora não variam, na solução do subsolo. O movimento de P no sistema de tratamento de efluentes no solo não é somente função das propriedades do solo e da taxa de aplicação, mas também do manejo da vegetação, uma vez que o fósforo absorvido pelas plantas não irá ser lixiviado no ambiente, quando removidos do sistema.

Segundo Raji et al. (1997), para o Estado de São Paulo, foram estabelecidos com o método de extração de resina, as seguintes classificações para culturas anuais com os valores expressos em  $\text{mg.dm}^{-3}$ ; teores muito baixo (0 a 6); teores baixos (7 a 15); teores médios (16 a 40); teores altos (41 a 80); e teores muito alto (acima de 80).

#### **2.1.4.8 Cálcio, Potássio e Magnésio**

Campelo (1999), avaliou a influência de aplicações sucessivas de águas residuárias de granjas de suínos sobre as características físico-hídricas e químicas de um solo Podzólico Vermelho - Amarelo. Foram utilizadas quatro diferentes concentrações de sólidos totais (2,40; 7,00; 16,30 e 26,90  $\text{g.L}^{-1}$ ). Observou-se o

aumento nas concentrações de Ca, P, Cu e Zn na camada de 0 a 10cm, ocorrendo para o zinco esse aumento também na camada de 10 a 20 cm.

Para o Estado de São Paulo, Raij et al. (1997), estabeleceram limites para as concentrações de cálcio expressos em  $\text{mmol}_c / \text{dm}^3$ , onde são classificados como teores baixos (0 a 3); teores médios (4 a 7) e teores altos concentrações acima de 7.

Se o efluente for pobre em K e rico em Na, para que sua disposição no solo seja sustentável, é necessária uma suplementação potássica para manter adequada a absorção dos nutrientes (KARLEN et al., 1976). Mesmo que ocorra o aumento no teor de K, mediante a disposição de águas residuárias no solo, a quantidade desse nutriente exigida pelas plantas é tão elevada, que dificilmente a irrigação com efluente poderá suprir adequadamente as plantas (FEIGIN et al., 1991).

Malavolta et al.(1989), apresentam na Tabela 7 e 8 descritas abaixo, as interpretações das características químicas de solos brasileiros e a situação no cerrado, além da proporção dos elementos K, Mg e Ca, na C.T.C., em função do V% dos solos.

Tabela 7 - Características químicas de solos brasileiros e cerrado

Elemento	Baixo	Médio	Alto ou Adequado	Cerrado
pH	<5	5 - 6	6 - 6,50	5
P.disponível(ppm)	<5	5 -10	>10	0,4
K%	<3	3 - 5	>5	4
Ca%	<30	30 - 50	>50	10
Mg%	<5	5 - 10	>15	4
B(ppm)	<0,10	0,10 - 0,30	>0,30	0,10
Cu(ppm)	<0,4	0,04 - 0,8	>0,8	0,6
Fe(ppm)	<20	20 - 30	>30	32
Mn(ppm)	<3	3 - 5	>5	8
Zn(ppm)	<0,5	0,5 - 1	>1	0,6

Fonte: Malavolta et al. (1989).

Tabela 8 - Proporcionalidade dos elementos K, Mg e Ca, na C.T.C. dos solos em função da grandeza(V%)

V%	K	Mg	Ca
	% C.T.C.		
40	3	9	28
50	4	11	35
60	5	15	40
70	5	16	48

Fonte: Vitti e Luz (1997).

Falkiner e Smith (1997a), verificaram aumento nos teores de Ca e Mg em solos irrigados com águas residuárias, e que a irrigação com o efluente ocasionou o aumento do teores de Ca até 50 cm de profundidade.

Segundo Raij et al. (1997), estabeleceram para o Estado de São Paulo, os limites de potássio expressos em  $\text{mmol}_c / \text{dm}^3$ , extraídos com resina trocadora de íons, as seguintes classificações; teores muito baixo (0 a 0,7); teores baixos (0,8 a 1,5); teores médios (1,6 a 3,0); teores altos (3,1 a 6,0) e teores muito alto acima de 6,0.

Os mesmos autores estabeleceram alguns parâmetros para os teores de magnésio, também para o Estado de São Paulo, expressos em  $\text{mmol}_c / \text{dm}^3$ , extraídos com resina trocadora de íons, sendo classificados como teores baixos (0 a 4); teores médios (5 a 8) e teores altos acima de 8.

#### 2.1.4.9 Nitrato

O nitrato é um dos componentes do dejetos de suíno, e o seu lançamento em quantidades elevadas no solo pode causar problemas ambientais, segundo (WRUCK,1997).

Cooper et al. (1984), trabalhando com aplicações de altas dosagens de aves e bovinos, acima de  $9.800 \text{ kg. há}^{-1}$ . ano de N total, em milho, tiveram a produção reduzida nesta dosagem, e perceberam que somente 10% do N total aplicado foram recuperados com a produção, aproximadamente metade permaneceu no perfil do solo, proporcionando risco de contaminação do lençol freático.

Liebhardt et al. (1979), aplicaram dosagem de dejetos de aves em milho sobre um "Typic Quartzipsamment", fornecendo de 325 a  $475 \text{ kg. ha}^{-1}$ . ano de N total, durante

quatro anos, o que resultou em um aumento de nitrato na água subterrânea em todas as dosagem estudadas.

Higgins (1984), relatou que a dose máxima para se garantir a qualidade das águas subterrâneas seria de 22,4 t. há<sup>-1</sup> de sólidos secos. Aplicações anuais de 44,8 t. há<sup>-1</sup> de sólidos secos resultaram em contaminação das águas subterrâneas por nitrato.

Kinjo et al. (1987), relataram que, apesar de o íon nitrato ser repellido pelas cargas negativas das superfícies dos minerais de argila, seu movimento vertical no solo é mais lento em relação ao da água, formando uma defasagem entre a frente de molhamento e a frente de contaminação. Outro fator importante que favorece a mobilidade do nitrato é a competição iônica entre os íons sulfatos e os íons fosfatos, aumentando assim a lixiviação do nitrato.

Andersen e Jensen (2001), observaram concentrações de nitrato na faixa de 30 a 55 mg.kg<sup>-1</sup>, em solo coletado na camada arável(0-20cm) em uma área de produção de hortaliças, valores estes que podem ser considerados altos, com riscos de significativa lixiviação e contaminação de águas subterrâneas.

#### **2.1.4.10 Nitrogênio**

O Nitrogênio é um dos principais constituintes do esterco líquido de suínos, cerca de 50% dele está na forma mineral e, ao ser aplicado, tem efeito imediato no crescimento das plantas (BARCELLOS, 1992).

O mesmo autor observou uma perda de Nitrogênio amoniacal por volatilização que, segundo o autor pode chegar até 50% da quantidade lançada no solo, causando poluição atmosférica .Por sua vez, o escoamento superficial e a lixiviação no solo podem contaminar mananciais de água com nitrato.

Avaliando os efeitos da aplicação direta de 0 , 50, 100 ,150 e 200 m<sup>3</sup>há<sup>-1</sup> de efluente líquido de granja suinícola em um solo Podzólico Vermelho Amarelo Câmbico, Matos et al. (1996), comenta que as aplicações não proporcionaram aumento significativo nas concentrações de cobre e zinco trocáveis no perfil do solo, e que a mobilidade do nitrogênio, do potássio e do sódio no perfil do solo foram baixa, onde não foram encontrados nenhuma concentração desses elementos nas camadas mais profundas.

Lind et al. (1981), observaram que cerca de 51 - 76% do N aplicado via efluente foram lixiviados, num perfil de 0-6 m de profundidade. Atribuíram a lixiviação os autores à alta aplicação do efluente em relação à demanda evapotranspirativa da pastagem(cultura), à textura do solo e, ainda, ao baixo potencial de desnitrificação do solo. Porém os mesmos autores relatam, no trabalho, que todos os tratamentos tiveram a mesma aplicação dos efluentes, sendo diferentes somente no intervalo de aplicação. Os autores verificaram que, embora a produção de forragem tenha sido a mesma, a concentração de N na solução do solo diminuiu, pelo aumento frequente da irrigação.

Stilborn (1998), observou que para o sucesso no manejo de dejetos é necessário um bom planejamento nutricional, desde os ingredientes da dieta dos animais, até a sua excreção, para aplicar o dejetos como nutriente em solo. O autor também comenta que o uso desse dejetos como fertilizante nas lavouras, pode trazer ganhos econômicos ao produtor rural, sem comprometimento no solo e agressão ao meio ambiente, para tanto é fundamental para tal uso, uma elaboração de um plano técnico de manejo e adubação.

Para que sistema agrícola adubado com dejetos constitua um sistema auto-sustentável, ou seja, que possa ser produtivo, lucrativo e repetitivo indefinidamente com a isenção de danos ambientais, é necessário que, por um lado, as quantidades retiradas pelas plantas sejam repostas por meio de adubações orgânicas ou químicas Ketelaars e Meer (1998), e por outro lado, que as quantidades de nutrientes adicionadas não sejam maiores do que, aquelas requeridas pelas plantas (PAIN, 1998).

### **2.1.5 Vantagens do Reuso / Legislação**

As normas e o padrão da potabilidade da água para o consumo humano no Brasil, são definidos pelo Ministério da Saúde, através da Comissão Nacional de Normas e Padrões para alimentos (FERREIRA et al., 2001).

Diante disto, três padrões para a qualidade da água, podem ser considerados importantes para a Engenharia Ambiental assim definidos: a) Padrões de lançamento no corpo receptor; b) Padrões de qualidade do corpo receptor; c) Padrões de qualidade para determinado uso (irrigação).

No entanto, o real objetivo destes padrões é a preservação da qualidade do corpo receptor, onde a sua existência é de uma questão prática, pois é grande a dificuldade de se manter controle efetivo das fontes poluidoras, segundo (CONAMA - RESOLUÇÃO 20/1986).

Segundo Hespanhol (2001), importância especial ao reuso da água foi dada na AGENDA 21, a qual recomendou aos países participantes, a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção de saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas.

A esta disposição, e principalmente quanto aos níveis de aplicação, a atividade suinícola no país, é considerada como um setor poluente, sem diretrizes, sem normas e legislação específica, apresentando prejuízos e problemas ambientais, quando comparado com outros países.

No Estado do Paraná, a Companhia de Saneamento do Paraná (1997) propôs a adoção provisória dos limites preconizados na Espanha, citados como bastante rigorosos, sendo apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Limites máximos de concentração de metais em lodos e solos, adotados no Estado do Paraná, adaptados da legislação espanhola

Elemento	Limites no solo		Limites nos lodos	
	pH<7 mg.kg <sup>-1</sup>	pH>7 mg.kg <sup>-1</sup>	pH<7 mg.kg <sup>-1</sup>	pH>7 mg.kg <sup>-1</sup>
Cádmio	1	3	20	40
Chumbo	50	300	750	1200
Cobre	50	210	1000	1750
Crômio	100	150	1000	1500
Mercúrio	1	1,5	16	25
Níquel	30	112	300	400
Zinco	150	450	2500	4000

Fonte: Companhia de Saneamento do Paraná (1997).

Para o lançamento de águas residuárias em cursos d'água, a legislação ambiental do CONAMA - 1986, estabelece que a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub> a 20°C) seja de 60 mg.L<sup>-1</sup>, ou que a eficiência do sistema de tratamento para sua remoção seja superior a 85%, de modo que não haja alteração da classe de enquadramento do curso d'água (CAMPOS et al., 1998).

Assim o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), no capítulo IV da resolução nº 357, de 17 de março de 2005, condiciona os padrões de lançamentos de efluentes, que são descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Padrões mínimos de lançamento de efluentes em corpos d`água

Padrões para Lançamento de Efluentes	
Elementos	Valores Máximos
pH	5 a 9
óleos minerais	até 20mg.l <sup>-1</sup>
óleos vegetais e gorduras animais	até 50mg.l <sup>-1</sup>
Padrões Inorgânicos	
Arsênio total	0,5mg.l <sup>-1</sup>
Bário total	5,0mg.l <sup>-1</sup>
Boro total	5,0mg.l <sup>-1</sup>
Cádmio total	0,2mg.l <sup>-1</sup>
Chumbo total	0,5mg.l <sup>-1</sup>
Cobre dissolvido	1,0mg.l <sup>-1</sup>
Cromo total	0,5mg.l <sup>-1</sup>
Estanho total	4,0mg.l <sup>-1</sup>
Ferro dissolvido	15,0mg.l <sup>-1</sup>
Fluoreto total	10,0mg.l <sup>-1</sup>
Manganês dissolvido	1,0mg.l <sup>-1</sup>
Mercúrio total	0,01mg.l <sup>-1</sup>
Níquel total	2,0mg.l <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	total 20,0mg.l <sup>-1</sup>
Prata total	0,1mg.l <sup>-1</sup>
Selênio total	0,30mg.l <sup>-1</sup>
Sulfeto	1,0mg.l <sup>-1</sup>
Zinco total	5,0mg.l <sup>-1</sup>

Fonte: Resolução nº357 do CONAMA: Padrões para lançamento de efluentes.

Nessa mesma resolução, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) condiciona os teores máximos admissíveis das águas para a irrigação das culturas e forrageiras, tais padrões são classificados como classe 3, e são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Padrões mínimos para a irrigação de culturas e forrageiras

Padrões para Lançamento de Efluentes	
Elementos	Valores Máximos
pH	6 a 9
Padrões Inorgânicos	
Alumínio	0,2mg.l <sup>-1</sup>
Arsênio total	0,033mg.l <sup>-1</sup>
Bário total	1,0mg.l <sup>-1</sup>
Berílio	0,1mg.l <sup>-1</sup>
Boro total	0,75mg.l <sup>-1</sup>
Cádmio total	0,01mg.l <sup>-1</sup>
Chumbo total	0,033mg.l <sup>-1</sup>
Cianeto	0,022mg.l <sup>-1</sup>
Cloreto	250,0mg.l <sup>-1</sup>
Cobalto	0,2mg.l <sup>-1</sup>
Cobre dissolvido	0,013mg.l <sup>-1</sup>
Cromo total	0,05mg.l <sup>-1</sup>
Ferro dissolvido	5,0mg.l <sup>-1</sup>
Fluoreto total	1,4mg.l <sup>-1</sup>
Fósforo total	0,05mg.l <sup>-1</sup>
Lítio	2,5mg.l <sup>-1</sup>
Manganês	0,5mg.l <sup>-1</sup>
Mercúrio total	0,002mg.l <sup>-1</sup>
Níquel total	0,025mg.l <sup>-1</sup>
Nitrato	10,0mg.l <sup>-1</sup>
Nitrito	1,0mg.l <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	5,6mg.l <sup>-1</sup>
Prata total	0,05mg.l <sup>-1</sup>
Selênio total	0,05mg.l <sup>-1</sup>
Sulfato	250,0mg.l <sup>-1</sup>
Sulfeto	0,3mg.l <sup>-1</sup>
Urânio	0,02mg.l <sup>-1</sup>
Vanádio	0,1mg.l <sup>-1</sup>
Zinco total	5,0mg.l <sup>-1</sup>

Fonte: Resolução nº357 do CONAMA: Padrões mínimos para a irrigação de culturas e forrageiras.

BOTELHO (1999), comenta que a qualidade da água de irrigação, normalmente está relacionada à problema de salinidade, mas no caso das águas residuárias, existem

outros critérios de qualidade, onde podemos citar no caso da irrigação localizada os aspectos sanitários.

Na resolução nº 20 do CONAMA (1986), é comentado que os efluentes somente podem ser descartados em corpos d'água, se os seus parâmetros característicos se situarem dentro do balizamento dado para cada classe de corpo de água. São estabelecidos padrões mínimos para os efluentes serem aceitos como descartes em corpos d'água. Para que eles possam ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água devem obedecer às condições preestabelecidas

A prática do uso de águas residuárias também foi abordada nos seguintes capítulos da AGENDA 21: no capítulo 14 - "Promovendo a agricultura sustentável e o desenvolvimento rural", e no capítulo 18 - "Proteção da qualidade das fontes de águas de abastecimento

#### **2.1.5.1 Legislação internacional**

Em Portugal, no ano de 1990, foi publicado o Decreto Lei nº 186/90 que torna obrigatório o processo prévio de avaliação de impacto ambiental de determinados empreendimentos susceptíveis de causar incidências negativas sobre o ambiente, incluindo instalações para a criação de suíno com a capacidade igual ou superior a 4.000 animais ou 400 matrizes reprodutoras (BICUDO; ALBUQUERQUE, 1995)

Os mesmos autores comentam que no ano de 1990 foi publicada a Portaria nº 810/90 de 10 de setembro, que regulamenta as normas relativas ao licenciamento, à descarga das águas residuárias e ao sistema de controle de todas as explorações a suinocultura, de capacidade igual ou superior a 2500 animais ou 300 matrizes reprodutoras.

Nos EUA, as estações de tratamento biológico, de acordo com os dados dos relatórios do ano de 1996, do National Resource Council (NRC), produziram em média 5,7 milhões de toneladas de lodo seco por ano, sendo 36% desse material aplicado como fertilizante em fazendas, campos de golfe, cemitérios ou áreas de mineração. Não existe nenhuma informação sobre o quanto do resíduo é destinado a cada tipo de aplicação, somente a recomendação que é feita pelo NRC com a aplicação média de

11t ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, que representa a dose para suprir as necessidades médias de nitrogênio das culturas, sem considerar teores de elementos tóxicos (FERREIRA et al., 2001).

Para a aplicação no solo, a regulamentação 503 da USEPA classifica os lodos em quatro categorias, estabelecidas com base em dois critérios de concentração em metais pesados e dois critérios referentes a carga em patógenos: classe A e classe B. Os lodos pertencentes às categorias 1 e 2 devem atender aos limites máximos de metais da coluna 2 da Tabela 12 e não têm restrições quanto a dosagem a serem aplicadas no solo. Os lodos da categoria 3 e 4 apresentam concentrações máximas permitidas de metais pesados superior aos da categoria 1 e 2, apresentando restrições quanto a dose de aplicação no solo, conforme é demonstrado na coluna 4 e 5.

Tabela 12 - Parâmetros da USEPA para o uso do lodo de tratamento biológico, referentes aos elementos poluentes

Elemento	Concentração máxima possível		Dose máxima de aplicação	Dose acumulativa máxima
	Categoria 1 e 2	Categorias 2 e 3	Categoria 3	Categoria 4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	mg kg <sup>-1</sup> (base seca)		Kg há <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Kg há <sup>-1</sup>
Arsênio	41	75	2,0	41
Cádmio	39	85	1,9	39
Cromo	1200	3000	150	1200
Cobre	1500	4300	75	1500
Chumbo	300	840	14,5	300
Mercúrio	17	57	0,85	17
Molibdênio	18	75	0,90	18
Níquel	420	420	21,3	420
Selênio	36	100	5,0	36
Zinco	2800	7500	140	2800

Fonte: CODE OF FEDERAL REGULATIONS (1993).

Esta mesma resolução preconiza alguns parâmetros para a aplicação do lodo de tratamento, estabelecendo limites para algumas concentrações:

a) Lodos de tratamento biológico, a granel ou acondicionados em embalagens, não serão aplicados no solo, se as concentrações de metais excederem os valores da coluna 3;

b) Lodos de tratamento biológico não serão aplicados no solo, se as dosagens resultarem em quantidades anuais de metais superiores aos valores da coluna 4;

c) Para a aplicação em solos sob cultura, florestas ou lugares públicos, a concentração de cada metal não deve exceder os valores da coluna 2, e a carga acumulativa para cada metal não deve ir além dos valores da coluna 5;

d) Para a aplicação em jardins ou gramados domésticos, a concentrações dos metais não devem exceder os valores da coluna 2;

e) Nos lodos vendidos ou distribuídos acondicionados em embalagens para aplicação no solo, as concentrações de metais não devem exceder os valores da coluna 2, e , ainda, o produto da concentração de cada metal pela quantidade anual não deverá exceder os valores da coluna 4.

Sludge and Waste Utilization Committee - SWUC (1992), em Ontário no Canadá, caracterizou a utilização de lodo de tratamento biológico em solos com culturas, dentro de diretrizes que destaca os seguintes pontos para a aplicação;

a) a aplicação de lodo de tratamento biológico é feita com base na recomendação de adubação nitrogenada para a cultura em questão;

b) lodos de tratamento biológico não devem ser aplicados em solos cujas concentrações de metais sejam superiores às da coluna 3 da Tabela 13;

c) as aplicações só são permitidas a uma distância mínima dos cursos d'água, definida em termos da declividade do terreno e da permeabilidade do solo;

d) não são permitidas as aplicações de lodos em solos onde o lençol freático estiver a menos de 90cm de profundidade, o leito rochoso estiver a menos de 1,50m, a menos de 15m de poços artesianos, 90 m de poços convencionais, 90m de residências individuais ou 450m de áreas residenciais.

Abaixo na Tabela 13, é apresentado os critérios de aplicação de lodos de tratamento biológico, segundo a (SWUC), com base nos teores de metais no solo.

Tabela 13 - Critérios para a aplicação de lodos de tratamento biológico de acordo com a (SWUC), baseados nos teores de metais no solo

Elementos	Teores em solos não contaminados	Concentração máxima permitida em solos com lodo	Adição máxima permitida de metais em solos	Número mínimo de anos para atingir o conteúdo máximo de metais no solo
(1)	(2) mg kg <sup>-1</sup>	(3) mg kg <sup>-1</sup>	(4) Kg.há <sup>-1</sup>	(5) anos
Arsênio	7	14	14	50
Cádmio	0,80	1,6	1,6	30
Chumbo	15	60	90	50
Cobalto	5	20	30	55
Cobre	25	100	150	55
Crômio	15	120	210	45
Mercúrio	0,1	0,5	0,8	45
Molibdênio	2	4	4	25
Níquel	16	32	32	45
Selênio	0,4	1,6	2,4	45
Zinco	55	220	330	50

Fonte: Sludge and Waste Utilization Committee (SWUC) (1992).

### 2.1.6 Reflexos de toxicidade ou deficiência de micronutrientes nas plantas

Werner et al. (1988), apresentaram amplas revisões sobre micronutrientes para forrageiras, abordaram o assunto e deixaram patente a relevância dos efeitos benéficos dos micronutrientes para leguminosas forrageiras, tanto em termos de fixação biológica do nitrogênio, como de produção de matéria seca e de concentração desses nutrientes nas plantas.

Os mesmos autores pesquisando a *Brachiária brizantha* cv. *Marandu*, verificaram expressivas variações nas concentrações no tecido vegetal, quando foram amostradas separadamente as folhas não expandidas, as lâminas das duas folhas recém expandidas, as lâminas das demais folhas expandidas e os colmos + bainhas dessas forrageiras.

No sentido de avaliar a concentração dos micronutrientes em função da maturidade da planta, Castro et al. (1997), avaliaram os micronutrientes boro, cobre,

ferro, manganês e zinco em *Cynodon nlemfuensis* cv. Florico, em função da idade de corte das plantas (dos 20 aos 70 dias), obtendo significativas reduções somente nas concentrações de ferro, de manganês e de zinco com o avanço da idade do capim.

Alvim et al. (1996), avaliaram o efeito de quatro níveis de nitrogênio (0, 250, 500, 750 kg/há/ano) e de seis freqüências de cortes em *Coastcross* (2,3,4,5,6 e 7 semanas), na época das chuvas, e 4,5,6,7,8 e 9 semanas na época de seca, irrigado estrategicamente durante o ano. As produções de matéria seca, tanto anual como estacional, cresceram até a aplicação de 500 kg/ ha/ ano de nitrogênio e até o intervalo de corte de sete semanas, nas chuvas, ou nove semanas na seca.

Da Silva (1994), observou crescente produção de matéria seca dos cultivares *Cynodom* com freqüências mais baixas de desfolhas, em aplicação com doses crescentes de nitrogênio, até no máximo de 500 kg / ha / ano. De maneira geral, a freqüência de desfolha considerada "ótima" estaria em torno de 4 a 5 semanas e o corte realizado à altura de 5 a 7 cm do nível do solo.

Gomide (1996), demonstrou que, com intervalo entre cortes de 28 a 35 dias, obteve-se a máxima taxa de acúmulo de forragem e esta foi a consequência da interação entre a máxima taxa de crescimento relativo e o índice de área foliar de cinco cultivares de *Cynodom*.

O crescimento é, em geral, mais sensível às temperaturas baixas do que a fotossíntese. A faixa ótima para as forragem  $C_4$ (tropicais) situa-se entre 30 e 35 °C, com virtualmente nenhuma produção abaixo de 15°C (COOPER; TANTON, 1968).

FISCHER et al. (1991) avaliaram a proporção de partes da planta bem como a digestibilidade "in vitro" da matéria seca produzida por cada fração estudada de *Cynodon Dactylon*, observaram pequena diferença entre a digestibilidade das folhas e hastes, e material senescente, como é apresentado na Tabela 14, descrita abaixo.

Tabela 14 - Proporção das frações da planta e digestibilidade in vitro da folha, haste e material senescente da *Cynodon Dactylon*

Partes da planta	Proporção (%)	DIVMS (%)
Folha	37	63,80
Haste	47	59,00
Material Senescente	16	35,80

Fonte: Fischer (1991).

### 2.1.7 Pastagem *Brachiária Decumbens*

Adaptados a muitos tipos de solos, os gêneros *Brachiária* requerem boa drenagem e condições de boa fertilidade, embora tolerem condições de acidez (SKERMAN; RIVEIROS, 1990). A produção de forragem varia com a fertilidade do solo e a umidade disponível do solo. Trabalhos realizados no IPEAN indicaram que ambas as *B. Decumbens* e *B. Ruzizensis* não produzem quantidades satisfatórias de forragem em solos com teores baixos de fósforo e de potássio.

As braquiárias tem se mostrado como plantas de elevado potencial de produção de matéria seca (MS). A quantidade de forragem produzida pode variar muito, pois depende das condições do solo, do clima e do manejo da espécie utilizada. Assim, foram encontradas produções variando de 1 a 36 toneladas de MS/ha/ano (GHISI; PEDREIRA, 1986).

Estes mesmos autores, trabalhando em canteiros, encontraram produções médias de verão em Kg/ha de MS a 65°C, para *Brachiária decumbens* e *ruzizensis* e *mutica*, como 7730, 9480 e 9650, o que representou cerca de 88, 83 e 85% da produção anual, respectivamente.

Alcântara (1986), relatou uma relação folha / haste para algumas braquiárias, descrito na Tabela 15.

Tabela 15 - Relação haste / folha para algumas espécies de braquiárias

Espécies	Relação haste/folha
<i>B. decumbens</i> cv. <i>Basilisk</i>	0,67
<i>B. decumbens</i> cv. <i>IPEAN</i>	1,29
<i>B. brizantha</i> N.O.	1,28
<i>B. brizantha</i> cv. <i>Marandu</i>	1,17
<i>B. humidicola</i>	1,09
<i>B. mutica</i>	0,77
<i>B. ruzizensis</i>	0,91

Fonte: Alcântara (1986).

Segundo Sanzonowicz et al. (1987), com duração de 10 anos a *Brachiária Decumbens* é bastante tolerante à toxidez de alumínio e que a aplicação de calcário é necessária como fonte de Ca e Mg. O mesmo trabalho evidenciou que essa espécie responde a doses elevadas de P, sendo os maiores incrementos de produção de matéria seca obtidos até a dosagem de 150 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Sendo o fósforo(P) um dos nutrientes mais limitantes nas regiões tropicais, Martinez (1980), estudou níveis críticos em sete gramíneas tropicais, e concluíram que as mais eficientes na absorção e na utilização de P foram: *Brachiária humidicola*, *Hyparrhenia rufa*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Digitaria decumbens*, *Brachiária Decumbens* e *Melinis minutiflora*. Fonseca et al. (1992), estudando os capins *Brachiária Decumbens*, *Andropogon gayanus* e *Hyparrhenia rufa*, encontraram níveis críticos, no estabelecimento de 0,20; 0,26; 0,29% e na rebrotação de 0,17; 0,20; e 0,22% respectivamente. Observaram também que a *Brachiária Decumbens* foi bem superior a outras duas espécies quanto a eficiência na absorção e na utilização de fósforo.

Ghisi e Pedreira (1986), trabalhando em canteiros, encontraram produções médias de verão, em Kg/ha de matéria seca a 65°C, para *Brachiária Decumbens*, *ruzizensis* e *mutica*, como 7730, 9480 e 9650, o que representou cerca de 88,83,88,85% da produção anual, respectivamente.

Estes autores também comentam a classificação das *Brachiárias Decumbens* quanto ao crescimento (verão), onde os autores tiveram como base a relação folha / haste, e altura, são apresentados a seguir;

- a) EXCELENTE produção de matéria seca igual a 2.500,00 Kg/ha, altura média das plantas maior que 40cm, e relação folha / haste maior que 1;
- b) BOA produção de matéria seca entre 2.500,00 - 1.500, 00 Kg/ha, altura média das plantas em torno de 40cm, e relação folha / haste em torno de 1;
- c) RAZOÁVEL - produção de matéria seca entre 1.500,00 - 750,00 Kg/ha, e altura média das plantas abaixo que 40cm, e relação folha / haste abaixo que 1;
- d) POBRE - produção de matéria seca inferior a 750,00 Kg/ha, e altura média das plantas inferior a 40cm.

Pereira (1986), entretanto, relata que inúmeros trabalhos mostram que as brachiárias não requerem aplicações de altos níveis de P no solo, pois elas são consideradas plantas capazes de vegetar em solos com baixos teores de P disponível, isto é, são mais eficientes na utilização do P disponível do solo.

Martinez (1980), verificou sensíveis incrementos na concentração desse nutriente, tanto nas raízes como nas lâminas foliares das plantas, ao mesmo tempo em que acentuados acréscimos ocorreram na produção de massa seca dessas forrageiras.

Maique e Monteiro (2003), estudaram a distribuição de fósforo nos componentes da parte aérea do capim mombaça quando forneceram doses desse nutriente. Verificaram que de 42,2 a 66,1% do total desse macronutriente na parte aérea da gramínea estavam nas folhas emergentes e lâminas de folhas recém expandidas e que as lâminas de folhas maduras, no geral, continham a menor fração do fósforo.

Santos (1997), forneceu doses de enxofre no substrato na pastagem da *Brachiária Decumbens* e verificou que esse nutriente se distribui em maior proporção nos colmos+bainhas e, em menor fração nas folhas emergentes. Tal comportamento é explicado pelo alto grau de imobilidade de enxofre nas plantas.

Na relação enxofre/nitrogênio, relata a importância do equilíbrio na aplicação desses elementos no solo e na planta. Tal relação reflete-se no crescimento e no estado nutritivo do vegetal. Quando se têm quantidades mais elevadas de um desses elementos no sistema de produção, pode-se induzir a menor quantidade do outro elemento na planta (SANTOS, 1997).

As maiores respostas de plantas forrageiras à adubação com enxofre têm ocorrido em solos arenosos, com baixos teores de matéria orgânica, já as pastagens de gramíneas não adubadas com nitrogênio e fósforo mostraram pouca resposta ao enxofre (WERNER; MONTEIRO, 1988).

Além das diferenças entre espécies, o valor nutritivo das *Brachiárias* é determinado pela idade da planta, pelo manejo, pela adubação, principalmente a nitrogenada. Pastagens estabelecidas em solo de baixa fertilidade, seja com espécies de *Brachiária* seja com plantas de qualquer outro gênero, sob as condições normais de manejo, isto é, sem calagem e adubação, produzem forragem de baixo valor nutritivo, caracterizada pelos altos teores de constituintes da parede celular, e pelos baixos teores de proteínas, cálcio e fósforo. Desse modo, os altos teores de FDN das gramíneas tropicais decorrem das condições de clima, principalmente das altas temperaturas, enquanto a fertilidade do solo determina os teores de Ca, P e proteína (NARVAEZ; LASCANO, 1989).

## 2.2 Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida em uma granja comercial, localizada no município de Salto/SP., a qual foi avaliada a qualidade da água residuária e os seus efeitos no desenvolvimento de pastagens. No experimento foram estudadas 2 áreas de 2 hectare cada uma, em que, se avaliou o desenvolvimento das seguintes pastagens, em cada área; P<sub>1</sub>- *Brachiaria decumbens* e P<sub>2</sub>- Grama Estrela- *Cynodon plectostachyum*.

Na Figura 1, é apresentada a visão geral da área experimental utilizada na pesquisa.



Figura 1 - Vista Geral da área experimental

Cada área estudada de 1 hectare foi dividida em sub parcelas nas dimensões de 50,00m X 50,00m. Nessas subparcelas, foram aplicados os efluentes oriundos do sistema de tratamento da produção da granja suinícola.

O sistema de tratamento de dejetos da granja suinícola estudada é composto por um tanque de decantação e 06 lagoas de estabilização. Nesta pesquisa, serão lançados em cada subparcela, os efluentes oriundos dos seguintes locais;

- E<sub>1</sub>- Efluente da entrada do tanque de decantação;
- E<sub>2</sub>- Efluente da saída da lagoa 1;
- E<sub>3</sub>- Efluente da saída da lagoa 5;
- E<sub>4</sub>- Testemunha.

Desta forma, teremos 2 áreas com tipos diferentes de pastagens e 4 tipos diferentes de águas residuárias, ou seja, efluentes do sistema de tratamento de dejetos de suínos com caracterização física, química e biológica diferenciada.

Considerou-se, como testemunha uma área experimental de 2.500m<sup>2</sup>, na qual não houve nenhuma irrigação.

Tomou-se, então, o cuidado de implanta-lá na parte da distribuição aleatória do terreno, de modo que, durante o período de irrigações dos tratamentos, os efluentes não escoassem para o solo dessa área.

### 2.2.1 Descrição do sistema de tratamento de dejetos a ser estudado:

Todo o efluente que é gerado em cada fase do sistema de produção (gestação, maternidade, creche, crescimento, terminação) é escoado em condutores fechados, de material do tipo cerâmico, instalados no solo, e com a declividade necessária para que o líquido resultante escoe, por gravidade, para cada tanque, de acordo com o esquema da Figura 2. O ponto de encontro desse ramal hidráulico é o tanque de decantação, que, após a estabilização e o aumento do volume, distribui o material para as 6 lagoas de estabilização por gravidade.

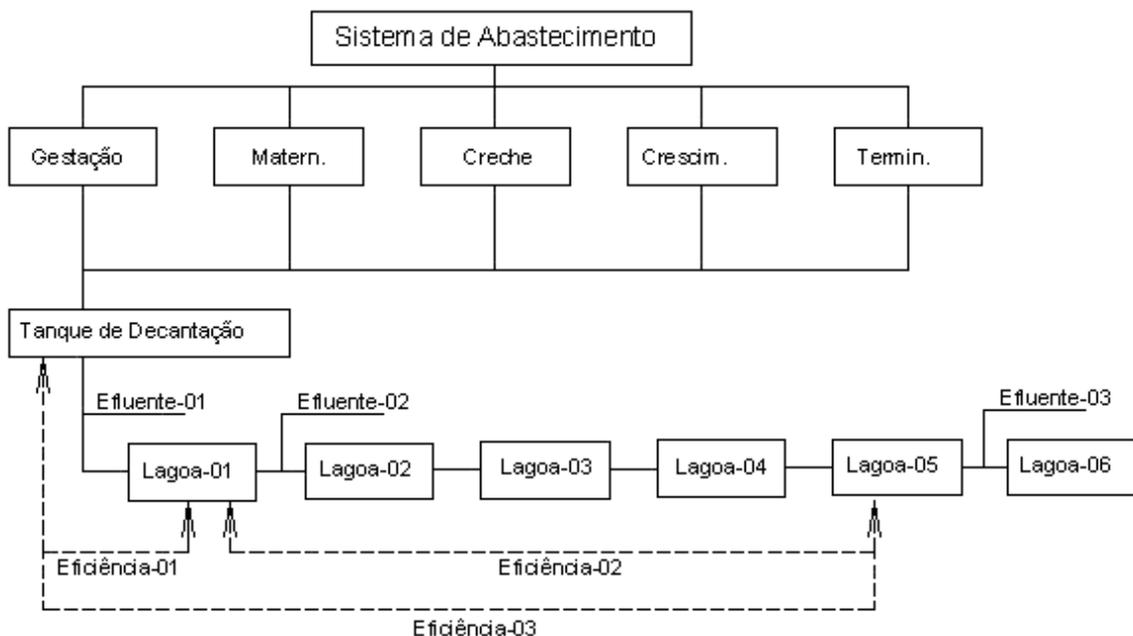


Figura 2 - Croqui do sistema de produção e tratamento dos dejetos efluentes estudados, na granja suinícola

De acordo com a proposta deste trabalho, os efluentes ( $E_1, E_2, E_3$ ) Figuras 3,4 e 5 foram bombeados individualmente para um tanque de distribuição com capacidade de 2.400 litros, que foi acoplado em um trator para a irrigação das respectivas áreas.



Figura 3 - Vista Geral do Efluente  $E_1$  - Tanque de decantação



Figura 4 - Vista Geral do Efluente  $E_2$ -Lagoa 1



Figura 5 - Vista Geral do Efluente E<sub>3</sub>- Lagoa 5

A aplicação dos efluentes em cada subparcela foi realizada a 70 cm do nível do solo, de maneira mecanizada, com uma barra de distribuição de 2,00m, acoplada ao trator na relação de aplicação de 2.400 litros de efluente para cada 2.500m<sup>2</sup> de área, correspondendo isto a uma lâmina de 1mm em cada subparcela.

Esse manejo já vinha sendo adotado pelo produtor; dessa forma, não houve interferência na aplicação dos tratamentos nas pastagens. Para manter a mesma proporção de aplicação, foi mantida a vazão de distribuição constante de 50 litros/minuto nas subparcelas, conforme demonstrado na Figura 6. O período de aplicação das irrigações foi de 210 dias, obedecendo assim aos mesmos critérios e horários nas aplicações para cada subparcela. O controle foi realizado, mantendo-se a mesma velocidade do trator na aplicação das sub parcelas; utilizou-se assim, um tempo total de distribuição, para cada área experimental de 4 horas.



Figura 6 - Vista geral do sistema de distribuição dos efluentes nas subparcelas amostradas

### 2.2.1.2. Caracterização das Lagoas

Nesta granja suinícola, o sistema de tratamento é constituído pôr, 6 lagoas de estabilização e 1 tanque de decantação, onde as dimensões; das lagoas 1 e 2 é; (50,00m - comprimento, 35,00m de largura e 2,50 m de profundidade); as lagoa 3, 4 e 5 (30,00m - comprimento, 15,00m de largura e 0,50 m de profundidade); e a última lagoa (lagoa 6) (50,00m - comprimento, 50,00m de largura e 1,00 m de profundidade).

Diante disto, foi avaliado o tempo de detenção neste sistema de tratamento, onde levou-se em consideração a expressão descrita por Von Sperling (1996), descrita na equação 1;

$$V = (t \times Q) \quad (1)$$

Sendo:

V= Volume requerido (m<sup>3</sup>).

t = Tempo de detenção (dias)

Q= Vazão média afluente (m<sup>3</sup> / dia)

As vazões foram mensuradas em cada ponto de saída de cada lagoa, resultando em uma vazão média de 2,66 l . s<sup>-1</sup>. Assim, com este valor, e com os volumes das

lagoas definidos, os dados foram aplicados na equação descrita acima, onde descreveram para este sistema de tratamento, um tempo de detenção de 27 dias.

## **2.2.2 Avaliação dos sistemas**

A avaliação geral dos sistemas foi dividida em 3 aspectos:

2.2.2.1 Avaliação da qualidade da água residuária;

2.2.2.2 Avaliação e análise do solo irrigado;

2.2.2.3 Avaliação e análise do desenvolvimento das culturas.

### **2.2.2.1 Análise da qualidade da água**

Foram coletadas as amostras dos efluentes; E<sub>1</sub> - Efluente da entrada do tanque de decantação; E<sub>2</sub> - Efluente da saída da lagoa 1; E<sub>3</sub> - Efluente da saída da lagoa 5 de acordo com os tratamentos estudados. Com tal amostragem foram realizadas as seguintes análises quanti-qualitativas:

a) Análises Físicas: (pH, condutividade elétrica e sólidos totais);

b) Análises Químicas: (DBO, DQO, P, K, Mg, Amônia, Nitrato, Cobre, Ferro, Zinco);

c) Análises Microbiológica: Coliformes fecais e totais.

O controle da qualidade da água dos diferentes efluentes foi realizado no início e no final da pesquisa, para a aferição dos efeitos encontrados.

A metodologia adotada para essas análises foi estabelecida conforme as descrições da Standard Methods For The Examination of Wastwater, editado pela American Public Health Association- ALPHA, American Water Works Association - AWWA e Water Pollution Control Federation, WPCF.

Realizaram-se então as análises dos efluentes acima descritos no laboratório do CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura), onde foram avaliados os seguintes elementos: Cobre, Zinco, Manganês, Molibdênio, Boro, Cádmio, Cromo, Cálcio, Magnésio, Alumínio, Potássio, Fósforo, Níquel, Chumbo, Cobalto, Estrôncio e Sódio.

As amostras dos efluentes também foram encaminhadas para o laboratório da UNICAMP/Limeira, para serem avaliados os seguintes elementos: DBO, DQO,

Condutividade elétrica, Sólidos totais, Turbidez, Nitrato, Nitrogênio total, Amônia, Coliformes totais e fecais.

### 2.2.2.2 Análise do solo

Foram coletadas 4 amostras deformadas de solo em cada área de cada tratamento de cada pastagem, nas camadas de 0-10cm; 10-20cm e 20-40cm usando-se anéis de Kopect. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório, para as análises de quantificação de macro e micronutrientes do solo, a análise física e química da estrutura do solo, da densidade de partículas e da textura dos mesmos.

Para as análises indeformadas foram coletadas 8 amostras de solo, em cada área de cada tratamento em cada pastagem, em camadas de 0-10cm; 10-20cm e 20-40cm, usando-se anéis de Kopect. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levados ao laboratório para as análises de densidade do solo. As análises do solo foram realizadas antes de se iniciarem as aplicações das irrigações, durante o desenvolvimento das pastagens, e após o término do experimento, com intervalos de 0, 120 dias e 210 dias (EMBRAPA, 1997).

Na figura 7 é ilustrada a metodologia de coleta das amostras indeformadas do solo nas áreas experimentais.



Figura 7 - Vista da coleta de solo na áreas experimentais das amostras indeformadas

As amostras deformadas do solo foram encaminhadas para o Laboratório Pirasolo, em Piracicaba, onde se avaliaram os componentes: pH, P.resina, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SO<sub>4</sub>, e CTC, Cu, Fe, Zn, Mn, B, das coletas deformadas.

As amostras indeformadas do solo foram encaminhadas para o Laboratório da Faculdade Cantareira em São Paulo, para serem avaliados os seguintes elementos químicos de estrutura do solo: pH, P.resina, H+Al, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Zn e Mn.

Assim elementos como Alumínio, Potássio, Cálcio, Magnésio, pH, foram determinados por determinação de CaCl<sub>2</sub>. E elementos como Cobre, Ferro, Manganês, e Zinco, foram determinados com extrator DTPA pH 7,3.

Para a extração do elemento boro foi utilizado a metodologia de determinação com água quente.

Nessa área experimental não foi realizada nenhuma adubação ou fertilização, para corrigir o solo, já que o objetivo desta fase no experimento, é a caracterização do perfil do solo da área experimental, e a observação da mobilidade dos elementos contaminantes das água residuárias da suinocultura no perfil do solo, quantificando-os em cada subparcela de cada pastagem estudada.

### **2.2.2.3 Análise da Cultura**

Na área experimental da pastagem *Brachiaria decumbens* e da pastagem da grama estrela (*Cynodon plectostachyum*) foram coletadas 4 amostras em cada subparcela. Para a realização dessas coletas, foi utilizado um quadro de 0,50m<sup>2</sup> de área, que foi lançado aleatoriamente em cada subparcela, totalizando, assim, 16 amostras coletadas mensalmente para a pastagem da *Brachiária decumbens* e 16 amostras para a pastagem da grama estrela (*Cynodon plectostachyum*), eliminando-se o efeito bordadura das áreas, conforme pode ser verificado na Figura 8, de acordo com a metodologia proposta por Santos (2002).

Foi realizado manualmente o corte nas 2 áreas experimentais a uma altura de 10 cm do nível do solo, de modo que todo o material contido nesses quadros de 0,50m<sup>2</sup> de área fosse removido. O material amostrado foi coletado antes do início das irrigações e num intervalo de 30 dias até o final do experimento, ou seja, houve 6 cortes no período de janeiro de 2005 a junho de 2005.



Figura 8 - Quadro da amostragem das coletas em nível de campo, proposto por Santos (2002)

As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. Todo o material foi transportado em uma caixa de isopor com gelo, para o laboratório com o objetivo de determinar e avaliar os parâmetros de massa seca das mesmas.

Essa determinação foi realizada no laboratório de solos do Departamento de Engenharia Rural do Campus "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

As amostras foram individualmente separadas em haste e folha de cada subparcela, pesadas individualmente em balança analítica, modelo Marte, com precisão de 1,0 g. Os materiais foram colocados em sacos de papel identificados e perfurados, e levados para a estufa a uma temperatura de 65°C. O tempo de permanência do material na estufa foi de 72 horas, ou até atingir o peso constante; em seguida pesaram-se separadamente, haste e folha, de acordo com a metodologia proposta por Pedreira (2002).

Após realizado o corte manual, cada área experimental recebeu a presença de gado, que ficou pastejando por um período 2 dias, para que, em seguida se realiza-se a homogeneização das pastagens.

A homogeneização e a padronização das alturas das pastagens da *Brachiaria decumbens* e da grama estrela (*Cynodon plectostachyum*) foram realizadas de forma

mecanizada, de maneira que as pastagens ficassem com uma altura de 10 cm, para o início das próximas irrigações. Portanto, cada área experimental amostrada contou mensalmente, com a presença de animais uma única vez, para, em seguida, ser realizado o corte.

Nesta fase do experimento foi avaliado o desenvolvimento das pastagens em função do peso de massa seca de haste e de folhas, irrigadas com os efluentes dos tratamentos estudados.

Para a avaliação bromatológica das pastagens, foram coletados 60 gramas em cada tratamento. Os materiais foram identificados e levados ao laboratório de nutrição animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), amostrando-se no início das irrigações, 90 dias e no final do experimento, ou seja, 210 dias.

As irrigações nas pastagens foram sempre realizadas no período da manhã, evitando-se nesta prática em dias chuvosos. O turno de rega para essas irrigações foi de 6 dias, ou seja, irrigava-se cada tratamento de cada pastagem 5 vezes por mês.

O volume aplicado de cada efluente foi de 2.400 litros, resultando assim na irrigação de 7.200 litros, na área experimental da *Brachiária decumbens*, e 7.200 litros na área experimental da grama estrela (*Cynodon plectostachyum*).

Assim, em cada área experimental, foram aplicados 36.000 litros mensalmente, devendo-se ressaltar que o objetivo em cada área experimental, foi avaliar o crescimento das pastagens com a irrigação dos efluentes do sistema de tratamento da granja suinícola.

### **2.2.3 Delineamento Experimental**

Foi utilizado o delineamento experimental em parcelas subdivididas, para a análise da influência do uso dos efluentes no desenvolvimento das pastagens. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade, onde foi possível uma avaliação das possíveis interações.

## 2.3 Resultados e Discussões

### 2.3.1 Qualidades física, química e microbiológica dos efluentes dos tratamentos, utilizados na irrigação das pastagens

A qualidade dos efluentes da granja suinícola foi monitorada de dezembro de 2004 á julho de 2005, realizando-se análises físicas, químicas e microbiológicas em cada tratamento, ou seja nas fases distintas: E<sub>1</sub>- Efluente de entrada do Tanque de decantação; E<sub>2</sub>- Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>- Efluente de saída da Lagoa 5, como são apresentados nas Tabelas 16 e 17, comparando-se com as legislações vigentes do CONAMA/2005, e do USEPA (CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 1993).

Tabela 16 - Resultados de análises microbiológica dos efluentes utilizados para a irrigação das pastagens em campo

Constituintes	Efluente E <sub>1</sub>	Efluente E <sub>2</sub>	Efluente E <sub>3</sub>	CONAMA *1	CONAMA *2	USEPA *3
Coliformes Totais (/100ml)	2,4x10 <sup>7</sup>	3,3x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>5</sup>	-	-	-
E. Coli(/100ml)	1,6x10 <sup>7</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>4</sup>	-	-	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

\*1: Adaptado da Tabela 10; Lançamento de Efluente.

\*2: Adaptado da Tabela 11; Água Doce - Classe 3(Irrigação de forrageiras).

\*3: Adaptado da Tabela 12; USEPA. (CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 1993).

A partir destes resultados, avaliou-se então cada elemento constituinte dos tratamentos, segundo as especificações tanto da legislação Nacional (CONAMA Resolução 357 / 2005), como da Internacional (USEPA - CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 1993).

Observou-se, também que as atuais resoluções não descrevem uma diretriz específica para o atendimento das águas residuárias da suinocultura, baseando-se assim esta pesquisa nas duas normas acima citadas, por apresentarem uma grande quantidade de elementos e de especificações semelhantes aos constituintes dos tratamentos avaliados.

Tabela 17 - Resultados de análises físicas e químicas dos efluentes utilizados para a irrigação das pastagens em campo

Constituintes	Efluente E <sub>1</sub>	Efluente E <sub>2</sub>	Efluente E <sub>3</sub>	CONAMA *1	CONAMA *2	USEPA *3
Elementos constituintes da Análise Física						
Condutividade(mS/cm)	4,89	4,96	2,47	-	-	-
pH	7,40	7,90	7,90	5 á 9	6 á 9	-
Turbidez(NTU)	4.530,0	568,0	144,0	-	100,00	-
Elementos constituintes da Análise Química						
Alumínio(mg/L)	5,59	1,64	1,56	-	0,20	5,00
Amônia(mg/L NO <sub>3</sub> -N)	325	563	-	-	-	-
Bário(mg/L)	0,381	0,093	0,039	5,00	1,00	-
Boro(mg/L)	1,24	1,02	1,00	5,00	0,75	0,75
Cádmio(mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	0,01	0,01
Cálcio(mg/L)	230	103	77	-	-	-
Cobre(mg/L)	5,208	0,725	0,163	1,00	0,013	0,20
Cobalto(Co mg/L)	0,0194	0,0150	0,0127	-	0,20	0,05
Crômio(mg/L)	0,017	0,0064	0,0037	-	-	0,10
Chumbo(mg/L)	0,024	<0,02	<0,02	-	0,033	5,00
DBO(mgO <sub>2</sub> /L)	6.820,0	2.035,0	539	-	10,00	30,00
DQO(mgO <sub>2</sub> /L)	8.945,0	2.830,0	946	-	-	-
Estrôncio(mg/L)	1,663	0,923	0,794	-	-	-
Ferro(mg/L)	12,4	2,09	0,94	15,00	5,00	5,00
Fósforo(mg/L)	208	119	28	0,15	0,05	-
Manganês(mg/L)	5,418	1,068	0,118	1,00	0,50	0,20
Magnésio(mg/L)	103,3	75,1	24,6	-	-	-
Molibdênio(mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	0,01
Nitrogênio total(mg/L)	732	690	75	2,00	5,60	-
Nitrato(mg/L)	2,38	0,85	0,80	-	10,0	-
Níquel(mg/L)	0,0565	0,0153	0,0089	-	0,025	0,20
Potássio(mg/L)	362	344	320	-	-	-
Sódio(mg/L)	98	91	88	-	-	-
Sólidos Totais(mg/L)	5.046,0	5.263,0	2.559,0	1,00	-	500 a 2.000,00
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	196,7	66,9	44,4	-	250,00	-
Zinco(mg/L)	14,92	2,008	0,388	5,00	5,00	2,00

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

\*1: Adaptado da Tabela 10; Lançamento de Efluente.

\*2: Adaptado da Tabela 11; Água Doce - Classe 3(Irrigação de forrageiras).

\*3: Adaptado da Tabela 12; USEPA (CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 1993).

Na primeira avaliação, de acordo com as diretrizes do CONAMA - Resolução 357- Lançamento de efluentes, os elementos que se encontravam nos limites aceitáveis da resolução foram Bário, Boro, Cádmio, Ferro, pH em todos os tratamentos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) e Cobre, Manganês e Zinco nos tratamentos (E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>). Tais resultados evidenciaram também que alguns elementos apresentaram valores acima dos padrões dos limites aceitáveis, como Cobre, Manganês, e Zinco no tratamento E<sub>1</sub>, Fósforo, Nitrogênio total e Sólidos totais em todos os tratamentos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>).

Na segunda avaliação, de acordo com as diretrizes do CONAMA - Resolução 357 - Águas Doce - Classe 3 (Irrigação de forrageiras), os elementos que apresentaram limites condizentes com os da resolução foram Bário, Cádmio, Cobalto, Chumbo, Nitrato, pH e Sulfato em todos os tratamentos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>), Ferro, Níquel e Zinco nos tratamentos (E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) e Manganês (trat. E<sub>3</sub>). Por outro lado, Alumínio e Turbidez em todos os tratamentos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>), Boro, Cobre, DBO, Ferro, Fósforo, Manganês, Nitrogênio total, Níquel, todos do tratamento (E<sub>1</sub>), constituíram o grupo de elementos cujos limites estavam acima dos padrões permitidos pela resolução.

Já na terceira avaliação, de acordo com a norma Internacional (USEPA - CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 1993)- Águas de reuso para irrigação agrícola, os resultados que atenderam aos padrões da determinação foram Alumínio, Cádmio, Cobalto, Crômio, Chumbo, em todos os tratamentos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>), Ferro e Níquel e Zinco nos tratamentos (E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>), Manganês e Cobre do tratamento (E<sub>3</sub>), de forma que outros elementos como Boro, Molibdênio, DBO, Sólidos Totais, em todos os tratamentos (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>), Ferro, Níquel e Zinco (trat. E<sub>1</sub>), Cobre e Manganês (trat. E<sub>1</sub> e E<sub>2</sub>), tiveram limites acima dos dessa diretriz.

Alguns elementos não se enquadraram nos limites estabelecidos pelas normas existentes (CONAMA e USEPA), pois suas quantidades excediam as recomendações das resoluções, descritas acima nas três avaliações. Avaliou-se então cada elemento comparando-o com os limites permitidos para ecotoxicidade em águas doces, salinas e salobras, estabelecidos pelo (CONAMA/1986), e descritos na Tabela 18, verificando-se assim, os possíveis problemas do excesso do lançamentos de tais elementos em rios ou lagos.

Tabela 18 - Valores estabelecidos pelo (CONAMA/1986). para níveis máximos permitidos de alguns metais com potencial de ecotoxicidade, em águas doces, salinas e salobras

Metal	Concentração na água												
	Doce	Salina	Salobra	1ª avaliação			2ª avaliação			3ª avaliação			
				E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	
				mg/l									
Al	0,1	1,5	-	-	-	-	5,59	1,64	1,56	5,59	-	-	
As	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cd	0,001	0,005	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pb	0,03	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cu	0,02	0,05	0,05	5,208	-	-	5,208	0,725	0,163	5,208	0,725	-	
Cr(triv.)	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cr(hex.)	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sn	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fe	0,3	0,3	-	-	-	-	12,4	-	-	12,4	-	-	
Mn	0,1	0,1	-	5,418	1,068	-	5,418	1,068	-	5,418	1,068	-	
Hg	0,0002	0,0001	0,0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ni	0,025	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	0,01	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Se	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Zn	0,18	0,17	-	14,92	-	-	14,92	-	-	14,92	-	-	

Fonte: CONAMA(1986).

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Baseando-se nos resultados apresentados na Tabela 18, verifica-se que os elementos que excederam os limites propostos foram Alumínio, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco.

O excesso desses elementos na água pode ocasionar diferentes problemas, tanto ao homem quanto aos animais, como, por exemplo: no caso do Alumínio, Cobre e Zinco problemas relacionados à mortalidade de peixes e de espécies aquáticas sensíveis; no caso do Ferro, alteração da cor, do paladar e do odor da água e no do Manganês problemas no aparecimento de acúmulo de metal nos depósitos de distribuição de água (AZEVEDO e CHASIN, 2003).

### 2.3.2 Avaliação da eficiência do sistema de tratamento, em função da qualidade físico - químico - microbiológica dos efluentes

Para a avaliação da eficiência dos sistema de tratamento, utilizou-se a equação proposta por Sperling (1996), baseando-se nos componentes físicos - químicos dos efluentes das irrigações.

Equação(2)

$$\text{Eficiência} = \eta\% = \frac{(E_i - E_s)}{(E_s)} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

$\eta\%$  = rendimento do trecho avaliado em %.

$E_i$  = Elemento entrada: é o constituinte coletado na entrada do sistema do tratamento;

$E_s$  = Elemento saída: é o constituinte coletado na saída do sistema do tratamento.

Para atender a essa avaliação de eficiência, foram definidos os trechos para a caracterização da mesma, apresentados a seguir na Tabela 19:

a)Eficiência 1: (Tanque de Decantação até Lagoa 1): avaliação da entrada da Lagoa 1 até na entrada da Lagoa 2;

b)Eficiência 2: (Lagoa 1 até Lagoa 5): avaliação da entrada da Lagoa 2 até e na entrada da Lagoa 6;

c)Eficiência 3: (Tanque de Decantação até Lagoa 5): avaliação da entrada da Lagoa 1 até a entrada na Lagoa 6 (geral).

Os resultados das eficiências demonstraram que a maior redução do elementos constituintes dentro do sistema de tratamento, ocorreu no maior trecho de avaliação- Eficiência -3. Esta redução ocorreu pelo fato da grande capacidade das 2 Lagoas anaeróbicas e 3 Lagoas facultativas, promover, trecho a trecho, a retenção e a diminuição dos constituintes dos tratamentos num determinado tempo de estabilização, de tal forma que alguns elementos, como Zinco, Manganês, Ferro, DBO, Cobre, e valores de Turbidez, e contagem de Coliformes totais e *E. coli*, apresentaram valores de redução, em suas quantidades, acima de 90%, enquanto outros elementos, como Potássio e Sódio, reduziram sua capacidade em até 12%.

Os resultados também demonstram que no menor trecho de avaliação Eficiência -1, alguns elementos como Turbidez, Alumínio, Bário, Cobre, DBO, Ferro, Manganês, Níquel, Zinco, Coliformes Totais e *E. Coli* reduziram suas capacidades, acima de 70%.

Tabela 19 - Eficiência dos sistemas de tratamentos dos efluentes utilizados para a irrigação das pastagens em campo (continua)

Constituintes	Efluente E <sub>1</sub>	Efluente E <sub>2</sub>	Efluente E <sub>3</sub>	Eficiência 1(%)	Eficiência 2(%)	Eficiência 3(%)
Elementos constituintes da Análise Física						
Condutividade(mS/cm)	4,89	4,96	2,47	1,44	49,48	50,20
Turbidez(NTU)	4.530,0	568,0	144,0	87,46	74,64	96,82
Elementos constituintes da Análise Química						
Alumínio(mg/L)	5,59	1,64	1,56	70,66	4,87	72,09
Amônia(mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N)	325	563	-	42,27		
Bário(mg/L)	0,381	0,093	0,039	75,59	58,06	89,76
Boro(mg/L)	1,24	1,02	1,00	17,75	1,96	19,35
Cálcio(mg/L)	230	103	77	55,22	25,24	66,52
Cobre(mg/L)	5,208	0,725	0,163	86,08	77,51	96,80
Cobalto(Co mg/L)	0,0194	0,0150	0,0127	22,68	15,33	34,53
Crômio(mg/L)	0,017	0,0064	0,0037	62,35	42,18	78,23
DBO(mgO <sub>2</sub> /L)	6.820,0	2.035,0	539	70,16	73,51	92,10
DQO(mgO <sub>2</sub> /L)	8.945,0	2.830,0	946	68,36	66,57	89,42
Estrôncio(mg/L)	1,663	0,923	0,794	44,50	13,98	52,25
Ferro(mg/L)	12,4	2,09	0,94	83,15	55,02	92,42
Fósforo(mg/L)	208	119	28	42,80	76,47	86,53
Manganês(mg/L)	5,418	1,068	0,118	80,28	88,95	97,82
Magnésio(mg/L)	103,3	75,1	24,6	27,29	67,24	76,18
Nitrogênio total(mg/L)	732	690	75	5,73	89,13	89,75
Nitrato(mg/L)	2,38	0,85	0,80	64,28	5,88	66,38
Níquel(mg/L)	0,0565	0,0153	0,0089	72,92	41,83	84,25
Potássio(mg/L)	362	344	320	4,97	6,98	11,60
Sódio(mg/L)	98	91	88	7,14	3,41	11,36
Sólidos Totais(mg/L)	5.046,0	5.263,0	2.559,0	4,30	49,28	51,38
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	196,7	66,9	44,4	65,90	33,63	77,43
Zinco(mg/L)	14,92	2,008	0,388	86,54	80,67	97,40

Tabela 19 - Eficiência dos sistemas de tratamentos dos efluentes utilizados para a irrigação das pastagens em campo (conclusão)

Constituintes	Efluente E <sub>1</sub>	Efluente E <sub>2</sub>	Efluente E <sub>3</sub>	Eficiência 1(%)	Eficiência 2(%)	Eficiência 3(%)
Elementos constituintes da Análise Microbiológica						
Coliformes Totais (/100ml)	2,4x10 <sup>7</sup>	3,3x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>5</sup>	98,63	51,52	99,33
E. Coli(/100ml)	1,6x10 <sup>7</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>4</sup>	93,11	90,58	99,90

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Nas avaliações das eficiências dos sistemas, a Eficiência - 3 apresentou resultados semelhantes aos propostos por Mara et al. (1992), descritos na Tabela 4, caracterizando estas lagoas, como um sistema de alta eficiência na remoção e na redução da carga poluente de cada elemento.

Além dessas avaliações, os resultados dos tratamentos foram comparados, aos dados descritos por Silva (1996), na Tabela 2, onde se descrevem as quantidades mínimas, máximas e médias da composição química dos dejetos de suínos. Observou-se, então, que os tratamentos avaliados apresentaram quantidades menores que as relatadas pelo autor, gerando assim, esta granja suinícola um manejo balanceado na dieta dos animais e no baixo desperdício de rações e de água, nas fases do sistema de produção.

### 2.3.3 Avaliação do efeito da aplicação das águas residuárias no solo

Os solos predominantes nas áreas experimentais da granja suinícola foram classificados como Argissolo Amarelo Distrófico, bem drenado, relevo ondulado e declividade de 10%, de acordo com a Tabela 20, de caracterização e classificação do solo estudado.

Os resultados da amostra deformada de solo apresentaram as seguintes características morfológicas e classificações; na camada de 0-20cm, textura arenosa de cor cinzento avermelhada; na camada de 20-41cm, textura arenosa de cor cinzento rosada; na camada de 41-83cm, textura média; na camada de 83-115cm, textura média e na camada de 115-170cm, textura média.

Tabela 20 - Composição granulométrica do solo da área experimental, para caracterização e classificação (amostra deformada)

Composição Granulométrica para a caracterização do solo em campo												
Horizonte	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argila	Silte/ Argila	Floc.	Argila H <sub>2</sub> O	
Prof. (cm)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
0-20	-	-	-	-	-	84	4	12	0,3	-	-	
20-41	-	-	-	-	-	84	2	14	0,1	-	-	
41-83	-	-	-	-	-	78	2	20	0,1	-	-	
83-115	-	-	-	-	-	70	4	26	0,1	-	-	
115-170	-	-	-	-	-	66	6	28	0,2	-	-	

Composição Química para a caracterização do solo em campo													
Prof.(cm)	pH		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	SB	CTC	P	V	m	C
	H <sub>2</sub> O	KCL	cmol <sub>c</sub> .Kg <sup>-1</sup>						mg/K	g	%		
0-20	5,0	5,0	0,7	0,9	0,6	0	1,4	2,2	3,6	37	61	0	0,8
20-41	5,2	4,0	0,3	0,4	0,3	0,3	1,4	1,0	2,4	31	42	24	0,2
41-83	5,0	4,0	0,1	0,1	0,2	0,6	2,0	0,4	2,4	2	17	62	0,1
83-115	5,3	3,9	0,1	0,1	0,2	1,0	2,2	0,4	2,6	4	15	64	0,2
115-170	5,3	3,9	0,3	0,1	0,1	0,9	2,1	0,5	2,6	1	19	62	0,2

AMG: Areia Média Grossa; AG: Areia Grossa; AM: Areia Média; AF: Areia Fina; AMF: Areia Média Fina; AT: Areia Total.

Com o objetivo de quantificar os elementos físicos e químicos da estrutura do solo antes das irrigações, foram coletadas amostras indeformadas da área experimental nas camadas de 0-10cm, 10-20cm e 20-40cm, cujos os resultados são apresentados na Tabela 21.

Verificou-se que, durante a aplicação dos tratamentos dos efluentes nas áreas experimentais, houve um aumento em todos os elementos do solo estudados em cada época avaliada. Os solos foram coletados antes de iniciar-se a irrigação, 120 dias depois do início (no mês de Abril de 05), e no final da pesquisa em Junho de 05.

Tabela 21 - Composição físico-química dos solos das áreas experimentais antes da irrigação das pastagens (amostra Indeformada)

Elementos	Área experimental da pastagem P <sub>1</sub> Brachiária decumbens			Área experimental da pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )		
	camada	camada	camada	camada	camada	camada
avaliadas	0 -10cm	10 - 20cm	20 - 40cm	0 -10cm	10 - 20cm	20 - 40cm
pH (CaCl <sub>2</sub> )	4,60	4,30	4,20	4,30	4,00	4,00
M.O (g/dm <sup>3</sup> )	17	15	8	17	12	12
Presina (mg/dm <sup>3</sup> )	12	6	3	7	3	3
H+Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	21	21	20	25	37	37
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	2,20	1,10	0,70	1,80	0,70	0,60
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	4	4	1	8	10	7
Mg (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4	3	1	6	4	3
SB (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	10	8	3	15	14	11
C.T.C. (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	31	29	23	41	51	47
V% (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	32	27	12	38	28	23
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,22	0,15	0,17	0,30	0,29	0,26
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	2,00	0,90	0,40	0,7	0,60	0,60
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	79	37	25	66	55	40
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	2	1	1	4	3	1
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	2,90	1,80	0,70	1,2	0,60	0,50

A seguir, serão descritos os aspectos individuais para os diferentes comportamentos e características do solo das pastagens estudadas.

### 2.3.3.1 Acidez Ativa (pH)

De acordo com dados médios apresentados na Tabela 22 abaixo, o solo cultivado com pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens* não apresentou valores de pH superiores a 5 nos diferentes níveis. Já nos solos da pastagem P<sub>2</sub>- Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) os valores encontrados foram em média próximos a 6,00, tanto nas médias dos tratamentos, como nas médias entre as camadas, diferenciando-se somente no tratamento E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de Decantação).

Segundo Raij et al. (1997), as concentrações encontradas nos solos da pastagem P<sub>1</sub> - *Brachiária decumbens*, são classificados como teores baixo, já as concentrações determinadas nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), são classificados como teores alto, conforme é observado na Tabela 22.

Tabela 22 - Valores de pH do solo em solução de  $\text{CaCl}_2 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ , após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	4,70	4,50	4,70	4,63	6,00	6,70	6,10	6,27
Junho	5,00	4,80	4,50	4,73	6,00	6,00	6,00	6,00
Média	4,85	4,65	4,60	-	6,00	6,35	6,05	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	4,30	4,20	4,30	4,27	4,90	6,90	6,10	5,96
Junho	4,80	4,60	4,50	4,63	5,90	5,60	5,70	5,73
Média	4,55	4,40	4,40	-	5,40	6,25	5,90	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	4,30	4,20	4,30	4,27	4,10	6,70	5,90	5,57
Junho	4,60	4,50	4,30	4,47	4,90	6,10	4,60	5,20
Média	4,45	4,35	4,30	-	4,50	6,40	5,25	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Os maiores índices de pH, nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, foram encontrados no tratamento E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de Decantação), sendo a maior concentração na camada 0-10cm, em Junho, já nos solos da pastagem P<sub>2</sub>- Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) o maior valor de pH foi observado no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), na camada de 10-20cm, em Abril.

Nota-se, que houve uma elevação nos valores de pH para todos os efluentes nos diferentes níveis, quando comparados com as características iniciais do solo. Observou-se, também, que os valores encontrados nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, foram menores que os da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), diferenciando-se somente na camada de 20-40cm, no tratamento E<sub>1</sub>(Efluente de entrada do Tanque de Decantação), na época de Abril.

### 2.3.3.2 Boro

Os teores de B apresentados na Tabela 23, para o solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, aumentaram suas concentrações quando comparados com as concentrações iniciais das irrigações (Tabela 21). Porém no decorrer das irrigações, verificou-se uma redução do teor deste elemento nas diferentes camadas avaliadas.

Tabela 23 - Valores de B do solo em solução de mg/dm<sup>3</sup>, após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de ,Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	0,39	0,41	0,29	0,36	0,40	0,35	0,27	0,34
Junho	0,33	0,31	0,50	0,38	0,30	0,42	0,28	0,33
Média	0,36	0,36	0,395	-	0,35	0,385	0,275	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	0,23	0,23	0,18	0,213	0,20	0,14	0,23	0,19
Junho	0,31	0,27	0,47	0,35	0,29	0,28	0,23	0,27
Média	0,27	0,25	0,325	-	0,245	0,21	0,23	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	0,21	0,22	0,17	0,20	0,17	0,11	0,18	0,15
Junho	0,33	0,22	0,36	0,30	0,20	0,18	0,21	0,19
Média	0,27	0,22	0,265	-	0,185	0,145	0,195	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Foi observada a maior concentração desse elemento no tratamento E<sub>3</sub>(Efluente de saída da Lagoa 5), na camada de 0-10cm, em Junho para os solos da pastagem P<sub>1</sub> - *Brachiária decumbens* e, nos solos da pastagem P<sub>2</sub>- Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), foi determinado no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), na camada de 0-10cm, em Junho.

Verificou-se nessas avaliações, que os teores encontrados nos tratamentos avaliados em cada época, e nas médias entre épocas e tratamentos das duas pastagens, apresentaram concentrações do elemento B abaixo de  $0,60 \text{ mg/dm}^3$ , que, segundo Raij et al. (1997), são classificados como teores médios para o Estado de São Paulo.

Comparando-se, os teores do elemento B, da pastagem P<sub>2</sub>: Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), com os teores obtidos no solo da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, verificaram-se concentrações próximas entre as duas pastagens nos solos das camadas estudadas, demonstrando, assim, que esse elemento durante as irrigações, apresentou quantidades semelhantes no perfil do solo, mesmo sendo aplicado em culturas diferenciadas.

### 2.3.3.3 Cobre

As maiores concentrações do elemento Cu, descritas na Tabela 24, nos solos das camadas da pastagem P<sub>1</sub> - *Brachiária Decumbens*, foram verificadas na camada iniciais, de modo que, no tratamento E<sub>3</sub>( Efluente de saída da Lagoa 5), foi determinada a maior concentração desse elemento, na camada de 0-10cm, em Junho de 05.

Nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), tal observação foi determinada no tratamento E<sub>2</sub>(Efluente de saída da Lagoa 1), na camada de 0-10cm, também em Junho de 05.

Estes teores quando comparados com os limites descritos por Raij et al. (1997), são classificados como alto, para ambas as pastagens, diferenciando somente na pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), no tratamento E<sub>3</sub>(Efluente de saída da Lagoa 5), na camada de 20 a 40cm.

Quando comparamos os teores de ambas as pastagens, com os limites descritos por Galvão et al. (1996), são classificados estas concentrações, como teores alto.

Tabela 24 - Valores de Cu do solo em solução de mg/dm<sup>3</sup>, após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de ,Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	4,60	3,80	3,40	3,93	1,50	2,10	3,50	2,36
Junho	3,80	1,70	4,70	3,40	1,50	4,20	2,00	2,56
Média	4,20	2,75	4,05	-	1,50	3,15	2,75	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	1,40	1,40	1,40	1,40	0,60	1,30	1,40	1,10
Junho	1,70	1,20	3,20	2,03	0,80	2,30	1,00	1,36
Média	1,55	1,30	2,30	-	0,70	1,80	1,20	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	0,70	1,00	0,80	0,83	0,40	1,00	0,30	0,56
Junho	1,10	0,80	2,30	1,40	1,10	1,40	0,40	0,96
Média	0,90	0,90	1,55	-	0,75	1,20	0,35	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Observou-se que, em todas as camadas houve um aumento no teor de Cu para as diferentes pastagens. Os valores médios descrito nos solo da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) foram menores que as concentrações do solo da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, diferenciando-se somente essa avaliação no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1).

#### 2.3.3.4 Ferro

Os teores de Fe descritos na Tabela 25, para os solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) apresentam concentrações bem acima de 12 mg/dm<sup>-3</sup> nas camadas estudadas, sendo classificadas segundo Raij et al (1997), para o Estado de São Paulo, como teores altos.

Vale ressaltar, nesta discussão, que os teores encontrados em Dezembro de 04, descritos na Tabela 21, já indicaram ser teores altos nos solos, de forma que elevadas concentrações são observadas na Tabela 25, descrita abaixo.

Observou-se que a maior concentração desse elemento nos tratamentos avaliados foi determinada na mesma época de avaliação para as duas culturas, em Abril, de modo que para a pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, foi verificada no tratamento E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de Decantação), na camada de 10-20cm, e nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), foi determinada no tratamento E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de Decantação), na camada de 0-10cm.

Tabela 25 - Valores de Fe do solo em solução de mg/dm<sup>3</sup>, após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de ,Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	149	142	50	113,67	113	108	86	102,33
Junho	62	41	58	53,67	35	68	44	49
Média	105,50	91,50	54	-	74	88	65	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	187	81	76	114,67	95	52	56	67,67
Junho	55	83	154	97,33	59	50	54	54,33
Média	121	82	115	-	77	51	55	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	151	88	41	93,33	23	23	70	38,67
Junho	38	72	107	72,33	32	34	54	40
Média	94,50	80	74	-	27,50	28,50	62	

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Mesmo apresentando essas altas concentrações, alguns motivos podem levar a diminuição desses teores de Fe disponível, como por exemplo, o aumento de uma unidade no pH, que pode diminuir em 1000 vezes na concentração do  $Fe^{+3}$ , e 100 vezes a concentração do  $Fe^{+2}$ , havendo muita matéria orgânica e umidade no solo (LINDSAY, 1972b).

Quando comparamos as concentrações descritas nas camadas das duas pastagens, observa-se que os teores obtidos nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* foram maiores que os teores nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), tal fato se dá nos tratamentos E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de decantação) e E<sub>2</sub> (Efluente da saída da Lagoa 1), na mesma época de avaliação, em Abril de 05.

Diante desta classificação, os solos de ambas as pastagens com esta concentração, podem induzir menores absorção de outros micronutrientes (KABATA; PENDIAS, 1985), como também manchas nas folhas e alta relação de K/Ca (MALAVOLTA et al, 1989).

### 2.3.3.5 Manganês

Os teores de Mn descritos na Tabela 26, nas camadas do solo da pastagem P<sub>1</sub> (*Brachiária Decumbens*,) e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), apresentaram teores acima de 5 mg/dm<sup>3</sup>, nas camadas de 0 a 10cm e de 10 a 20cm, onde são classificados como teores alto, segundo Raij et al. (1997).

Observa-se também que as maiores concentrações deste elemento, foi determinado na mesma época em Abril para as duas pastagens, de forma que, na pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, foi observado no tratamento E<sub>1</sub> (Efluente da entrada do Tanque de Decantação), camada de 10-20cm, e para a pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), foi observado no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), na camada de 0-10cm.

Comparando esses teores encontrados nos cultivos, verifica-se que houve uma elevação dos valores de Mn para todos os efluentes, nos diferentes níveis, quando comparados os teores iniciais dos solo (Tabela 21), verificando-se também que eles

estão na faixa de concentração descrita por Reisenauer (1988), para o Estado de São Paulo, que é de 20 a 3.000 mg. Kg<sup>-1</sup> do elemento no solo.

Tabela 26 - Valores de Mn do solo em solução de mg/dm<sup>3</sup>, após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de ,Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	49	26	6	27	17	22	17	18,67
Junho	9	8	10	9	2	8	2	4
Média	29	17	8	-	9,5	15	9,5	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	54	9	5	22,67	8	12	5	8,33
Junho	7	8	6	7	2	7	1	3,33
Média	30,5	8,5	5,5	-	5	9,5	3	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	17	6	2	8,33	1	3	4	2,67
Junho	5	3	4	4	1	3	1	1,67
Média	11	4,5	3	-	1	3	2,5	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

### 2.3.3.6 Zinco

Os teores de Zn, apresentados na Tabela 27, para as camadas de solo da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) são classificados como altos, ou seja concentrações maiores que 1,20mg.dm<sup>-3</sup> segundo Raij et al. (1997), ressaltando-se que as camadas iniciais das duas culturas já apresentavam concentrações altas no início das irrigações, conforme a Tabela 21.

Quando comparado com os teores descrito por Galvão et al. (1996), os valores encontrados em ambas as pastagens, são também classificados como teores alto.

Foi verificado a maior concentração desse elemento, nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), camada de 0-10cm, em Abril de 05, e nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), foi determinado no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), camada de 0-10cm, em Junho de 05.

Tabela 27 - Valores de Zn do solo em solução de mg/dm<sup>3</sup>, após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de ,Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	7,70	8,60	8,00	8,10	6,10	5,10	7,10	6,10
Junho	7,80	6,80	8,50	7,70	6,50	8,70	5,80	7,00
Média	6,13	6,10	6,47	-	4,60	5,00	4,70	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	5,90	3,50	4,70	4,70	1,60	2,30	3,20	2,37
Junho	4,50	5,80	7,50	5,93	4,00	5,70	3,90	4,53
Média	4,07	3,70	4,67	-	2,06	2,87	2,57	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	4,00	1,90	3,30	3,06	0,70	1,60	0,90	1,06
Junho	3,50	4,10	5,80	4,47	2,10	4,00	1,70	2,60
Média	2,73	2,23	3,27	-	1,10	2,03	0,97	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Alguns sintomas podem ser observados com o alto teor desse elemento no solo, podendo, assim promoverem clorose nas folhas mais novas das pastagens, segundo FERREIRA et al.(2001).

### 2.3.3.7 P<sub>resina</sub>

Os teores de P<sub>resina</sub> expostos na Tabela 28, nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, nas camadas de 10-20 cm e 20-40cm, em todos os tratamentos avaliados, são classificados segundo Raij et al. (1997), como teores altos, para culturas anuais onde os limites ideais devem estar na faixa de 41-80 mg/dm<sup>3</sup>.

No caso dos teores de P<sub>resina</sub> encontrados nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), eles apresentaram as seguintes classificações em função das irrigações; na camada de 10-20cm em todos os tratamentos como teores altos, já que a faixa limitante se encontra entre 41-80 mg/dm<sup>3</sup>; na camada de 0 -10 cm em todos os tratamentos, como teores muito alto, porque a faixa limitante se encontra acima de 80 mg/dm<sup>3</sup> (Raij et al,1997).

Tabela 28 - Valores de P<sub>resina</sub> do solo em solução de mg/dm<sup>3</sup>, após irrigação nas pastagens P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	70	83	76	76,33	81	74	80	78,33
Junho	49	55	67	57	64	86	59	69,67
Média	59,5	69	71,5	-	72,5	80	69,5	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	74	48	64	62	32	18	70	40
Junho	36	45	61	47,33	53	52	28	44,33
Média	55	46,5	62,5	-	42,5	35	49	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	70	23	53	48,67	1	11	40	17,33
Junho	20	24	35	26,33	12	15	5	10,67
Média	45	23,5	44	-	6,5	13	22,5	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Nota-se que o efeito residual de  $P_{\text{resina}}$  nos solos, antes e depois da irrigação são bastante visíveis, pois a elevação desse elemento pode ser observada na comparação das Tabelas 28 e 21, podendo este aumento proporcionar alguns sintomas de excesso nos solos das pastagens, tais motivos, relacionados na deficiência de micronutrientes, e na diferenciação anatômicas dos caules das pastagens (MALAVOLTA et al, 1989).

### 2.3.3.8 Potássio

Os teores de K encontrados nos solos das camadas das pastagens  $P_1$  *Brachiária Decumbens*, e  $P_2$  Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) aumentaram significativamente, quando comparados com aos níveis iniciais descritos na Tabela 21, nos diferentes tratamentos.

Tabela 29 - Valores de K ( $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) no solo após irrigação nas pastagem  $P_1$ :

*Brachiária Decumbens* e  $P_2$  Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem $P_1$ <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem $P_2$ Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	3,70	5,70	2,80	4,07	4,20	3,41	3,10	3,57
Junho	3,10	3,60	3,70	3,47	3,20	3,20	3,60	3,33
Média	3,40	4,65	3,25	-	3,70	3,30	3,35	-
	camada 10-20cm - Pastagem $P_1$ <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem $P_2$ Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	3,70	3,40	2,20	3,10	2,70	6,96	3,30	4,32
Junho	1,90	3,20	3,40	2,83	3,60	2,20	2,10	2,63
Média	2,80	3,30	2,80	-	3,15	4,58	2,70	-
	camada 20-40cm - Pastagem $P_1$ <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem $P_2$ Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	3,20	3,60	2,40	3,07	0,50	0,60	0,68	0,59
Junho	1,60	2,40	3,50	2,50	2,20	1,80	0,60	1,53
Média	2,40	3,00	2,95	-	1,35	1,20	0,64	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Observa-se, também, que os maiores valores de K encontrados na Tabela 29, nas camadas dos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) são classificados como teores altos, cujos valores estão na faixa de 3,10 - 6,00 (mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>), segundo (Raij et al.1997).

Tais valores foram determinados na camada de 0-10cm e na mesma época de avaliação, em Abril, quando na pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, foi determinado no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1) e, na pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) no tratamento E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de Decantação).

### 2.3.3.9 Cálcio e Magnésio

Observa-se que os teores de Ca descritos na Tabela 30, e de Mg, descritos na Tabela 31, nos solos das camadas das pastagens P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) aumentaram seus valores, quando comparados aos níveis iniciais dos tratamentos, descrito na Tabela 21.

Em relação à classificação dos teores de Ca descritos na Tabela 30, estes apresentaram concentrações altas, em todas as camadas dos tratamentos avaliados de ambas as pastagens, segundo Raij et al. (1997), uma vez que a faixa para essa classificação está acima de 7 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>-3</sup>, diferenciando-se na pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, em todos os tratamentos, nas camadas 10 -20cm e 20-40cm, em Abril de 05, já para os teores da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), nos tratamentos E<sub>1</sub> (Efluente de entrada do Tanque de Decantação) e E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), encontraram-se na camada de 20-40cm, no mês de Abril de 05.

A estas concentrações obtidas nas camadas iniciais, de ambas as pastagens, demonstram as mesmas observações feitas por Campelo (1999), onde o efeito da aplicação das irrigações durante as aplicações, produziu altas concentrações deste elemento na camada de 0 a 10cm (camadas iniciais).

Tabela 30 - Valores de Ca ( $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ) no solo após irrigação nas pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	13	16	11	13,33	17	49	28	31,33
Junho	14	27	9	16,67	25	24	14	21
Média	13,50	21,50	10	-	21	36,50	21	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	6	8	7	7	5	55	18	26
Junho	14	17	9	13,33	22	24	7	17,67
Média	10	12,50	8	-	13,50	39,50	12,50	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	4	5	6	5	12,80	23	14	16,60
Junho	7	13	19	13	23	24	21	22,67
Média	5,50	9	12,50	-	17,90	23,5	17,50	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Verifica-se também que a maior concentração de Ca e Mg foi determinada no mesmo tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), para as duas culturas, de modo que, para o solos nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, os teores de Ca foram observados na camada de 0-10cm em Junho, e nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), na camada de 10-20cm, no mês de Abril.

Quanto à classificação dos teores de Mg, nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, observa-se que todas as avaliações desse elemento, nas camadas estudadas, não foram superiores a  $8 \text{ mmol}_c / \text{dm}^{-3}$ , classificados, assim, como teores médios, segundo Raij et al., (1997).

Diante dessa mesma avaliação para os teores Mg, nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), os valores encontrados foram acima de 8 mmol/dm<sup>-3</sup> em todas as camadas estudadas, classificando-os como teores altos.

Tabela 31 - Valores de Mg (mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>) no solo após irrigação nas pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	6	8	5	6,33	9	22	12	14,33
Junho	6	7	7	6,33	13	14	22	16,33
Média	6	7,50	6	-	11	18	17	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	3	4	4	3,67	6	24	9	13
Junho	5	6	5	5,33	10	23	7	13,33
Média	4	5	4,5	-	8	23,5	8	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	2	3	4	3	4	11	7	7,33
Junho	5	4	6	5	9	14	3	8,67
Média	3,5	3,5	5	-	6,5	12,5	5	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

As maiores concentrações de Mg, foram observadas na mesma época de avaliação, em Abril, para ambas as culturas, de modo que, no solo da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, foi verificado na camada de 0-10cm e nos solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), na camada de 10-20cm.

### 2.3.3.10 C.T.C.(Capacidade de Troca catiônica)

Os valores de C.T.C., para os solos das camadas da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, e da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) aumentaram suas concentrações em todos os tratamentos, quando comparados com valores iniciais descritos na Tabela 21.

Tabela 32 - Valores de C.T.C.(mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)no solo após irrigação nas pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	43	51	40	44,67	41	81	53	58,33
Junho	42	55	49	48,67	53	55	41	49,67
Média	42,5	53	44,5	-	47	68	47	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	33	34	33	33,33	30	87	39	52
Junho	37	45	45	42,33	48	63	28	46,33
Média	35	39,5	39	-	39	75	33,5	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	25	30	33	29,33	27	43	34	34,67
Junho	29	36	53	39,33	51	51	43	48,33
Média	27	33	43	-	39	47	38,5	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Foram também comparados os níveis de Ca, Mg e K, encontrados nos solos de ambas as pastagens, em função da quantidade deles, em porcentagem, na C.T.C., sendo apresentados a seguir nas Tabelas 33, 34, e 35.

Já quanto aos teores de % de Ca nos solos avaliados, chegou-se a quantidades menores que 50% do elemento, em ambas as pastagens. O fato foi verificado em todos os tratamentos das camadas da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, diferenciando-se

no solo da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) nos tratamentos E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1) e E<sub>3</sub> (Efluente de saída da Lagoa 5).

Diante disso quando se comparam os percentuais de Ca e as interações descrita por Malavolta et al.( 1989), na Tabela 7, os resultados obtidos nos solos da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, encontram-se na faixa de 30 a 50%, sendo, assim, classificados como médio.

Já para os tratamentos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), os percentuais de Ca apresentaram resultados acima da faixa citada, sendo classificados como altos, podendo nestes casos, promoverem alterações no desenvolvimento das raízes das pastagens, e na resistência à pragas (Malavolta et al.1989).

Tabela 33 - Valores proporcionais da % de Ca na C.T.C. do solo após irrigação na pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	30,23	31,37	27,50	29,70	41,46	60,49	52,83	51,59
Junho	33,33	49,10	18,36	33,60	47,16	46,63	34,14	42,65
Média	31,78	40,24	22,93	-	44,31	53,56	43,49	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	18,18	23,53	21,21	20,97	16,67	63,21	46,15	42,01
Junho	37,83	37,77	20	31,87	45,83	38,10	25	36,31
Média	28,01	30,65	20,61	-	31,25	50,66	35,58	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	16	16,67	18,18	16,95	47,40	53,49	41,17	34,02
Junho	24,13	36,11	35,84	32,03	45,10	47,05	48,83	46,99
Média	20,07	26,39	27,01	-	46,25	50,27	45	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Quanto aos percentuais de Mg nos solos avaliados da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, resultaram em quantidades menores que 15% do elemento, classificadas por Malavolta et al. (1989), Tabela 7, como médios.

Na avaliação realizada da % de Mg para os solos da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), os teores encontrados ficaram acima de 15% do elemento, classificados como teores altos, segundo (MALAVOLTA et al., 1989). Diante dessa avaliação, o mesmo autor comenta que tais quantidades poderão promover uma maior contribuição do elemento fósforo no solo, e acelerando na formação das raízes.

Tabela 34 - Valores proporcionais da % de Mg na C.T.C. do solo após irrigação na pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	13,95	15,68	12,50	14,04	21,95	27,16	22,64	23,92
Junho	11,32	12,72	14,28	12,77	24,52	25,45	53,65	34,54
Média	12,64	14,20	13,39	-	23,24	26,31	38,15	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	9,10	11,76	12,12	10,99	20	27,58	23,10	23,56
Junho	13,51	13,33	11,11	12,65	20,83	36,50	25	27,44
Média	11,31	12,55	11,62	-	20,42	32,04	24,05	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	8	10	12,12	10,04	14,81	25,58	20,58	20,32
Junho	17,24	11,11	11,32	13,22	17,65	27,45	6,98	17,36
Média	12,62	10,56	11,72	-	16,23	26,52	13,78	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Quando avaliando a porcentagem do elemento K, em função da C.T.C. observa-se na Tabela 35, descrita abaixo que em todos os tratamentos estudados apresentaram

resultados acima de 5, que é descrito por Malavolta et al. (1989), na Tabela 7, como alto.

O mesmo autor relata que o excesso desse elemento no solo das pastagens, poderão promover uma deficiência de cálcio e magnésio, de modo que, em alguns casos provocam clorose nas folhas, principalmente nas mais velhas, e alteração no crescimento e murchamento das mesmas.

Tabela 35 - Valores proporcionais da % de K na C.T.C. do solo após irrigação na pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	8	11,17	7	8,73	10,2	4,22	5,84	6,75
Junho	7,3	6,5	7,55	7,12	6	5,81	8,78	6,86
Média	7,65	8,84	7,28	-	8,10	5,02	7,31	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	11,2	10	6,66	9,28	9	8,00	8,46	8,48
Junho	5,10	7,11	7,55	6,58	7,50	3,49	7,50	6,16
Média	8,15	8,56	7,11	-	8,25	5,75	7,98	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )			
Abril	12,80	12	7,27	10,69	1,85	1,39	2,00	1,75
Junho	5,51	6,67	6,60	6,26	4,31	3,54	1,39	3,08
Média	9,16	9,34	6,94	-	3,08	2,47	1,67	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

### 2.3.3.11 V%

Os valores de V% encontrados nos solos das pastagens P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) são classificados como médio segundo (RAIJ et al. 1997), uma vez que, a faixa para tal determinação fica

limitada entre 51 -70%, diferenciando-se no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente da saída da Lagoa 1), nas camadas da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*).

Observa-se, também, que os valores descritos na Tabela 36, para ambas as pastagens, aumentaram suas concentrações, quando comparados, aos teores de V% descritos na Tabela 21, nos diferentes tratamentos avaliados.

Tabela 36 - Valores de V%(mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>) no solo após irrigação nas pastagem P<sub>1</sub>:

*Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	53	58	47	52,67	73	90	81	81,33
Junho	55	69	44	56	76	75	70	73,67
Média	54	63,5	45,5	-	74,5	82,5	75,5	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	39	46	40	41,67	46	90	77	71
Junho	56	59	39	51,33	74	78	56	69,33
Média	48,5	52,5	39,5	-	60	84	66,5	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	37	39	37	37,67	24	80	71	58,33
Junho	49	52	55	52	68	78	57	67,67
Média	43	45,5	46	-	46	79	64	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Quando comparados os teores encontrados nos solos das pastagens, com à recomendação para o Estado de São Paulo para forrageiras, segundo Monteiro (1996), todos os teores descritos na Tabela 36 apresentam valores acima de 40 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> de V%, limites que condicionam a formação das forrageiras.

### 2.3.3.12 Acidez Potencial(H+Al)

Os teores de H+Al nos solos das camadas da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, foram maiores do que os teores da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), em todos os tratamentos avaliados.

Foi observada em ambas as pastagens, a maior concentração desse elemento na mesma camada e na mesma época de avaliação em Junho, ocorrendo na pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), e na pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), no tratamento E<sub>3</sub> (Efluente de saída da Lagoa 5).

Tabela 37 - Valores de H+Al (mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>) no solo após irrigação na pastagem P<sub>1</sub>: *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) com os efluentes dos tratamentos da granja suinícola nos meses de Abril e Junho de 05

Época	Tratamentos				Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Média
	camada 0-10cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 0-10cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	20	22	21	21	11	8	10	9,67
Junho	19	17	27	21	12	14	12	12,67
Média	19,5	19,5	24	-	11,5	11	11	-
	camada 10-20cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 10-20cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	20	18	20	19,33	16	8	9	11
Junho	16	19	27	20,67	12	14	12	12,67
Média	18	18,5	23,5	-	14	11	10,5	-
	camada 20-40cm - Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>				camada 20-40cm - Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			
Abril	16	18	21	18,33	21	8	10	13
Junho	15	17	24	18,67	16	11	13	13,33
Média	15,5	17,5	22,5	-	18,5	9,5	11,5	-

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Em relação ao uso das águas residuárias da suinocultura nas pastagens, podem-se resumir os efeitos no solo de acordo com a Tabela 38, descrita abaixo, onde é

apresentada a faixa recomendável para cada constituinte dos tratamentos utilizados nas irrigações das pastagens, verificando assim nestas avaliações que as normas atuais com relação aos níveis de elementos no solo e quanto a aplicação de água residuária (suinocultura), não apresentam nenhuma diretriz ou legislação pertinente ao assunto.

Tabela 38 - Resumo dos elementos constituintes dos tratamentos, quando comparados com limites aceitáveis nas pastagens P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) nos solos dos tratamentos da granja suinícola

Elementos	Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>			Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )			Limite máximo aceitável
	*E <sub>1</sub>	*E <sub>2</sub>	*E <sub>3</sub>	*E <sub>1</sub>	*E <sub>2</sub>	*E <sub>3</sub>	
	Camadas Avaliadas			Camadas Avaliadas			
	(0 - 10)cm	(10 - 20)cm	(20 - 40)cm	(0 - 10)cm	(10 - 20)cm	(20 - 40)cm	
pH	4,30-5	4,20 - 4,80	4,30 - 4,70	4,10 - 6	5,60 - 6,90	4,60 - 6,10	6,0
P <sub>resina</sub>	20 - 74	23 - 83	35 - 76	1 - 81	11 - 86	5 - 80	81
K	5,51 - 12,80	6,50 - 12	6,60 - 7,55	1,85 - 10,2	1,39 - 8	1,39 - 8,78	6
Ca	16 - 37,83	16,67 - 49,10	18,18 - 35,84	16,67 - 47,10	38,10 - 63,21	25 - 52,83	7
Mg	8 - 17,24	10 - 15,68	11,11 - 14,28	14,81 - 24,52	25,45 - 36,50	6,98 - 53,65	8
V%	37 - 56	39 - 69	39 - 55	24 - 76	75 - 90	56 - 81	90
B	0,21 - 0,39	0,22 - 0,41	0,17 - 0,50	0,17 - 0,40	0,11 - 0,42	0,18 - 0,28	0,60
Cu	0,70 - 4,60	0,80 - 3,80	0,80 - 4,70	0,40 - 1,50	1 - 4,20	0,30 - 3,50	0,80
Fe	38 - 187	41 - 142	41 - 154	23 - 113	23 - 108	44 - 86	12
Mn	5 - 54	3 - 26	2 - 10	1 - 17	3 - 22	1 - 17	5
Zn	3,50 - 7,80	1,90 - 8,60	3,30 - 8,50	0,70 - 6,50	1,60 - 8,70	0,90 - 7,10	1,2

\*E<sub>1</sub> : Faixa de menor e maior teor do elemento encontrado no tratamento E<sub>1</sub>(Efluente de entrada do Tanque de Decantação)

\*E<sub>2</sub> :Faixa de menor e maior teor do elemento encontrado no tratamento E<sub>2</sub> (Efl. de saída da Lagoa 1).

\*E<sub>3</sub> :Faixa de menor e maior teor do elemento encontrado no tratamento E<sub>3</sub> (Efl. de saída da Lagoa 5).

Limite máximo aceitável - segundo Raj et al. (1997).

## 2.3.4 Avaliação do efeito da aplicação das águas residuárias nas pastagens

### 2.3.4.1 Avaliação das pastagens em função da massa seca

Os resultados obtidos na produção de massa seca das pastagens P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens* e P<sub>2</sub>- Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), decorrentes das irrigações dos tratamentos, são apresentados nas Tabelas 39, 40 e 41. Foram determinados pelos pesos médios, em gramas de folhas e hastes, provenientes das coletas dos quadros de 0,5m<sup>2</sup> de área, de tal modo que os diferentes tipos de efluentes (tratamentos) influenciaram no desenvolvimento das mesmas.

Tabela 39 - Produção média de folhas, em peso de massa seca (gramas. m<sup>-2</sup>) da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, nos tratamentos avaliados

Épocas	Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Testemunha
Janeiro	41,42 aA	44,92 aA	43,31 aA	41,68 aA
Fevereiro	26,83 aAB	33,98 aA	33,38 aA	26,90 aAB
Março	27,24 abA	38,96 aA	30,20 aA	25,04 aAB
Abril	32,65 abAB	56,94 aA	48,70 abA	43,32 bA
Maior	31,61 abA	34,54 aA	32,12 aA	27,01 aAB
Junho	19,80 abB	25,65 aA	25,43 aA	17,09 bB

Letras Maiúsculas: comparam épocas dentro de cada tratamento(colunas), Letras Minúsculas: comparam tratamentos dentro de épocas(linhas), E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Dos tratamentos estudados, quando se compara, em várias épocas, a produção média de folhas, não apresentou diferença entre os tratamentos E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>. O tratamento E<sub>1</sub>, apresentou diferença significativa em relação aos demais, em algumas épocas avaliadas, produzindo menores valores de massa seca, quando comparado às demais. Essas diferenças apresentadas na Tabela 39, ficaram evidentes nos meses de janeiro, março, maio e junho de 2005. Provavelmente esses resultados foram alterados em função da composição físico-química do efluente utilizado na irrigação e devido à precipitação local.

Tabela 40 - Produção média de hastes, em peso de massa seca (gramas. m<sup>-2</sup>) da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, nos tratamentos avaliados

Épocas	Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Testemunha
Janeiro	20,76 aA	26,50 aA	20,64 aA	16,03 aA
Fevereiro	36,75 aA	41,21 aA	34,16 aA	33,33 aA
Março	27,06 aA	31,68 aA	19,96 aA	23,11 aA
Abril	16,98 aA	26,28 aA	23,41 aA	22,26 aA
Maio/	23,00 aA	25,03 aA	23,32 aA	19,07 aA
Junho	14,86 aA	27,13 aA	25,45 aA	20,76 aA

Letras Maiúsculas: comparam épocas dentro de cada tratamento(colunas), Letras Minúsculas: comparam tratamentos dentro de épocas(linhas); E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Observa-se, tanto na comparação de épocas dentro de tratamentos, quanto na comparação de tratamentos dentro de épocas, que não existe diferença significativa na produção de hastes da pastagem avaliada. Verifica-se também que a maior produção de hastes foi determinada no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1).

Abaixo, na Tabela 41, são apresentados os valores das produções de folhas e hastes para a pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) irrigada com os efluentes dos tratamentos. Deve-se considerar que a testemunha não foi irrigada com nenhum efluente da granja suinícola.

Tabela 41 - Produção média de folhas e hastes, em peso de massa seca (g. m<sup>-2</sup>) da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*)

Épocas	Tratamentos							
	E <sub>1</sub>		E <sub>2</sub>		E <sub>3</sub>		Testemunha	
	folha	haste	folha	haste	folha	haste	folha	haste
Janeiro	28,32 aA	37,01 aA	31,05 aA	39,34 aA	27,43 aA	33,02 aA	22,31 aA	23,95 aA
Fevereiro	31,08 aA	38,87 aA	32,86 aA	40,05 aA	26,09 aA	37,95 aA	26,13 aA	36,75 aA
Março	25,14 aA	42,65 aA	28,74 aA	66,81 aA	20,87 aA	29,30 aA	20,75 aA	45,54 aA
Abril	17,27 abA	27,39 aA	30,97 bA	47,16 aA	24,08 abA	37,87 aA	31,67 aA	42,38 aA
Maio	19,77 aA	32,14 aA	20,97 aA	34,36 aA	20,63 aA	26,03 aA	18,43 aA	32,91 aA
Junho	18,49 aA	44,04 aA	29,73 aA	62,70 aA	24,26 aA	43,15 aA	13,85 aA	42,28 aA

Letras Maiúsculas: comparam épocas dentro de cada tratamento(colunas); Letras Minúsculas: comparam tratamentos dentro de épocas(linhas); E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Na comparação dos tratamentos entre épocas estudadas, observa-se que, tanto para folha como para hastes, que não houve diferença significativa e, quando comparamos tratamentos dentro das épocas, verifica-se também a inexistência de diferença significativa, apresentando a maior produção de folhas e hastes no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1).

São apresentados nas Tabelas 42 e 43, as produções das pastagens estudadas em (Kg . ha.<sup>-1</sup>) de massa seca, nos tratamentos avaliados.

Tabela 42 - Produção média de folhas e hastes, em peso de massa seca (Kg.ha.<sup>-1</sup>) da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*

Épocas	Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Testemunha
Janeiro	621,80	714,20	639,50	577,10
Fevereiro	635,80	751,90	675,40	602,30
Março	543,00	706,40	501,60	481,50
Abril	496,30	832,20	721,10	655,80
Maio	546,10	595,70	554,40	460,80
Junho	346,60	527,80	508,80	378,50
Média	531,60	688,03	600,13	526,00
Estimativa Anual	6.379,00	8.256,36	7.201,56	6.312,00

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Conforme é descrito acima, na Tabela 42, a maior produção da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* foi de 832,20 kg. ha<sup>-1</sup> no mês de abril de 2005, no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1), estimando-se esta produção para a época de verão(janeiro, fevereiro e março) em 2.172,50 kg. ha<sup>-1</sup>. Esses valores de produção quando comparado às classificações descritas por (PEIXOTO et al., 1994), sinalizam uma produção boa.

O mesmo autor relata que uma pastagem produzindo em torno de 2.500 kg. ha<sup>-1</sup>, com altura média das plantas maior que 40cm e a relação caule/ folha maior que 1, pode ser classificada como excelente.

Ghisi; Pedreira,1986, encontraram produções variando de 1 a 36t de MS/ha/ano da pastagem *Brachiária spp.*, podendo estimar pelos valores médios encontrados nos tratamentos desta pesquisa, a produção em torno de 8,25t/ MS/ ha/ ano.

PEIXOTO et al. (1994), apresentaram trabalhos de produção média de massa seca das espécies da *B. brizantha* e *B. jubata*, variando de 4,1 t /ha /ano á 9,7 t /ha/ ano, em um solo do tipo Latossolo vermelho escuro distrófico ácido (pH=4,2).

Baseando-se nesses resultados apresentados pela literatura, verifica-se que a produção encontrada nesta pesquisa esta dentro dos limites sugeridos.

Tabela 43 - Produção média de folhas e hastes (Kg.hat.<sup>-1</sup>) em peso de massa seca da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), nos tratamentos avaliados

Épocas	Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Testemunha
Janeiro	653,30	703,90	604,50	462,60
Fevereiro	699,50	729,10	640,40	628,80
Março	677,90	955,50	501,70	662,90
Abril	446,60	781,30	619,50	740,50
Maio	519,10	553,30	466,60	513,40
Junho	625,30	924,30	674,10	561,30
Média	603,62	774,57	584,47	594,92
Estimativa Anual	7.243,44	9.294,84	7.013,64	7.139,04

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Segundo a Tabela 43 acima, a maior produção da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) foi observada no mês de março de 2005, no tratamento E<sub>2</sub> (Efluente de saída da Lagoa 1).

Segundo Gomide, 1996, a produção de massa seca de folha da cultivar *Cynodon Florico* em intervalo de corte de 28 dias foi de 1.367,81 kg /ha /ano, e para a produção de caule da mesma cultivar a produção chega a valores de 2.400,41 kg /ha /ano, totalizando para este corte uma produção total de folha e caule de 3.768,3 kg /ha /ano.

Segundo Caro-Costas et al., 1972, os níveis de produção da gramínea do gênero *Cynodon*, cultivar Grama Estrela, alcançaram valores de matéria seca em torno de 10.162 kg/ha/ano, já nesta pesquisa a maior produção de matéria seca da mesma cultivar pode ser estimada em 9.294,84 kg/ha/ano.

PEIXOTO et al. (1998) apresentaram em seus trabalhos, que as produções médias anuais da gramínea do cultivar *Cynodon Ona* alcançaram valores de 12.300,00 MS/ ha ano.

Alvim et al.(1996), comentam que a produção de MS da cultivar *Coastcross*, com frequência de corte de 4 semanas, com níveis de Nitrogênio de 750 Kg/ ha/ ano, resultou em 8.200,00 t/ ha/ ano, para a época chuvosa. Pode-se dizer que as estimativas anuais se encontram nos limites propostos pelos autores.

A avaliação da relação folha / haste das pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, é apresentada na Tabela 44, enquanto na Tabela 45 é demonstrada a proporção de folha/ haste da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), resultados oriundos das irrigações dos tratamentos.

Tabela 44 - Relação folha / haste da pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária decumbens*, nos tratamentos avaliados

Épocas	Tratamentos			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	Testemunha
Janeiro/ 05	1,99	1,69	2,09	2,60
Fevereiro/ 05	0,73	0,82	0,98	0,80
Março/ 05	1,00	1,23	1,51	1,08
Abril/ 05	1,92	2,16	2,08	1,94
Maió/ 05	1,37	1,38	1,37	1,41
Junho/ 05	1,33	0,97	1,00	0,82
Média	1,39	1,38	1,50	1,44

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Alcântara, 1986, relatou a relação folha/haste para algumas braquiárias, entre elas a espécie *Decumbens* apresentou valores entre 0,67 a 1,29. Nesta pesquisa, a média encontrada em todos os tratamentos, foi superior.

Fischer et al., 1991, avaliaram as frações da planta na proporção de folha e haste da cultivar *Cynodon dactylon*, que apresentaram 37% de folha, 47% de haste e 16% de material senescente. Nessas mesmas avaliações, os valores acima descritos resultaram em proporções que variaram de 24,67 a 48,22% de folha, 51,78 a 75,33% de haste.

Tabela 45 - Proporção de folha e haste da pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*), nos tratamentos avaliados

Épocas	Tratamentos							
	E <sub>1</sub>		E <sub>2</sub>		E <sub>3</sub>		Testemunha	
	folha(%)	haste(%)	folha(%)	haste(%)	folha(%)	haste(%)	folha(%)	haste(%)
Janeiro/ 05	43,30	56,70	44,1	55,9	45,37	54,63	48,22	51,78
Fevereiro/ 05	44,4	55,6	45,06	54,94	40,74	59,26	41,55	58,45
Março/ 05	37,09	62,91	30,00	70,00	41,60	58,40	31,30	68,70
Abril/ 05	38,67	61,33	39,63	60,37	38,87	61,13	42,77	57,23
Maió/ 05	38,08	61,92	37,90	62,10	44,21	55,79	35,90	64,10
Junho/ 05	29,57	70,43	32,17	67,84	36,00	64,00	24,67	75,33

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Os resultados obtidos nesta pesquisa foram superiores aos propostos pelos autores, de forma que as concentrações utilizadas nas irrigações foram benéficas para as produções de haste e folha da cultivar.

#### 2.3.4.2 Avaliação das pastagens em função da análise bromatológica

Com o objetivo de avaliar a qualidade nutritiva das pastagens durante as irrigações, foram coletadas amostras para determinar os valores de Proteína Bruta, Fibra Bruta, e NDT. em intervalos de corte de 120 e 210 dias do início das irrigações. Tais valores são apresentados na Tabela 46, abaixo.

Tabela 46 - Valores de PB, FB e NDT, em g/kg de matéria seca das pastagens P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plectostachyum*) (continua)

Tratamento	Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>			Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plectostachyum</i> )		
	PB	FB	NDT	PB	FB	NDT
Valores da amostra coletada ante do início das irrigações						
E <sub>1</sub>	109,07	210,59	608,17	106,45	271,36	561,93
E <sub>2</sub>	107,18	171,94	636,68	84,51	304,32	530,95
E <sub>3</sub>	96,54	206,97	607,57	92,75	283,33	549,22
Valores da amostra coletada 120 dias depois do início das irrigações						
E <sub>1</sub>	176,33	244,95	595,44	159,29	297,65	553,16

Tabela 46 - Valores de PB, FB e NDT, em g/kg de matéria seca das pastagens P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens* e P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*) (conclusão)

Tratamento	Pastagem P <sub>1</sub> <i>Brachiária Decumbens</i>			Pastagem P <sub>2</sub> Grama Estrela ( <i>Cynodon plesctostachyum</i> )		
	E <sub>2</sub>	166,78	249,46	590,55	152,28	283,77
E <sub>3</sub>	160,68	261,47	580,53	196,55	280,88	571,44
Valores da amostra coletada 210 dias depois do início das irrigações						
E <sub>1</sub>	147,34	237,67	596,36	95,71	314,06	527,02
E <sub>2</sub>	149,30	263,54	576,98	102,90	279,95	554,57
E <sub>3</sub>	136,48	266,30	572,47	105,39	286,75	550,12

E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.

Segundo Peixoto et al. (1998), que estudaram a cultivar *Cynodon Florico*, os teores de PB, na parte aérea da gramínea, em função da idade de corte de 30 dias, foram de 15,60 % de PB, já nas avaliações descritas para a pastagem P<sub>2</sub> Grama Estrela (*Cynodon plesctostachyum*), descrita acima na Tabela 47, os valores foram superiores a essas concentrações, chegando a limites de 196,55 % de PB.

O mesmo autor comenta que para as concentrações de Fibra Bruta, para a cultivar *Cynodon Florico*, com idade de corte de 30 dias, os valores são de 37,67 % de FB, já os valores descritos na Tabela 49 as porcentagens de FB foram no máximo, de 314,06 % de FB.

Quanto a avaliação de % de NDT, os valores obtidos na Tabela 49, são superiores aos encontrados por Peixoto et al., 1998, que foi de 57 % de NDT da cultivar *Cynodon Estrela* com idade de corte de 40 dias.

Na avaliação da porcentagem de PB e de FB na pastagem P<sub>1</sub> *Brachiária Decumbens*, apresentada na Tabela 49, os resultados obtidos foram superiores aos descritos por Peixoto et al. (1994), para a idade de corte de 30 dias, os valores foram 11,3 e 31,2 respectivamente.

### 2.3.5 Avaliação econômica do sistema de irrigação com a aplicação das águas residuárias nas pastagens

A aplicação dos tratamentos dos efluentes nas pastagem foi realizada com a utilização de um tanque de armazenamento (distribuição), acoplado a um trator, cujo operador controlava a distribuição do efluente no solo. Assim neste sistema de irrigação, foram envolvidos dois operadores, um para manobra do trator e outro para aplicar o efluente.

Além desses operadores, utilizou-se um tanque de distribuição com capacidade de 2500 litros, 1 trator e 1 bomba para a sucção dos efluentes nas lagoas. Para a realização desta aplicação em cada subparcela amostrada (50,00 X 50,00m), foi necessário uma hora (para cada tratamento), tempo gasto desde a sucção do efluente até o término da aplicação na sub-parcela.

Para a realização do custo hora deste sistema, os itens foram baseados em critérios propostos por Seganfredo e Giroto (2004), o custo do trator refere-se a um trator de 75 CV com vida útil de 10 anos; o custo dos operadores inclui os encargos sociais. Apresenta-se na Tabela 47, uma síntese da avaliação da irrigação dessas pastagens.

Tabela 47 - Custo do sistema de irrigação das pastagens, com efluente do sistema de tratamento biológico das lagoas facultativas

Itens utilizado no sistema de irrigação em cada sub parcela (50,00 X 50,00)m	Custo referentes por hora (R\$)
Custo trator	45,11
Custo tanque de distribuição	9,00
Custo dos operadores	10,00
Custo da bomba e mangueiras	7,00
Total	71,11

Fonte: Seganfredo; Giroto (2004).

Resulta então o custo de R\$ 71,11 por hora na irrigação de cada efluente utilizado nas pastagens. Como nesta pesquisa foram bombeados 3 efluentes (E<sub>1</sub>: Efluente de entrada do Tanque de Decantação; E<sub>2</sub>: Efluente de saída da Lagoa 1; E<sub>3</sub>: Efluente de saída da Lagoa 5.), o custo total horário de cada irrigação é de R\$ 213,33 por pastagem.

### **3 CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados desta pesquisa, podemos concluir:

#### **a) quanto à qualidade física, química, e microbiológica dos efluentes dos tratamentos**

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos efluentes não apresentaram limites aceitáveis, quanto as resoluções das normas do CONAMA-Irrigação de culturas e forrageiras, Lançamento de Efluentes e da USEPA - Águas de reuso para irrigação agrícola.

O sistema de tratamento utilizado foi eficiente na redução de diversos componentes, porém não atingiu os limites recomendados.

#### **b) quanto à avaliação do efeito da aplicação das águas residuárias no solo**

Dentre todos os elementos químicos avaliados, somente o B apresentou limites aceitáveis para o solo; os demais apresentaram valores excessivos, variando em cada etapa do processo.

#### **c) quanto à avaliação do efeito da aplicação das águas residuárias nas pastagens**

Houve um melhor desenvolvimento das pastagens tanto com relação à haste e à folha nos diferentes tratamentos, quando comparados com a testemunha. Utilizando esse "biofertilizante", verificou-se um incremento de 30% na produção.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Deve-se considerar que a avaliação do impacto ambiental promovido pelo uso do efluente da suinocultura industrial em pastagens não pode ser analisada isoladamente. Os diferentes pontos de vista de uma análise e os interesses econômicos envolvidos poderão mascarar a interpretação geral dos resultados.

Notou-se nesta pesquisa, que a prática do agricultor nem sempre é eficaz, porém resolve “a priori” os destinos dos efluentes, garantindo-lhe uma maior produtividade, mesmo que isso acarrete prejuízos ao solo pelo uso desse biofertilizante.

Quando realizamos as análises físicas, químicas, microbiológicas, bioquímicas e de produtividade (água – solo - planta), percebemos a dificuldade de uma conclusão conjunta, devido ao grande número de variáveis envolvidas.

A carência de informações e a quantificação desses episódios refletem uma necessidade eminente de subsidiar os produtores sobre as possíveis contaminações e estabelecer medidas preventivas e curativas para todo o processo.

O descaso com essa problemática é revelado pela carência de informações e a escassez de uma legislação nacional para balizar e controlar esse tipo de agressão ambiental.

Nesse sentido esse trabalho tentou contribuir com um estudo de caso, com a preocupação em se tratarem os efluentes para minimizar os efeitos no ambiente,. Mesmo assim, verificou-se a necessidade de repensar o processo.

Acredita-se que a maioria dos produtores de suínos não tem sequer a informação básica do nível de contaminação no meio ambiente.

Não foi objetivo deste trabalho esgotar o estudo e, sim, iniciar um levantamento e alertar para os possíveis problemas a que estaremos sujeitos com o crescimento dessa cadeia agroalimentar.

## REFERÊNCIAS

ADRIANO, D.C. **Trace elements in the enviroment**. New York: Springer - Verlag, 1986. 533 p.

AGENDA 21 **Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos:** aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo, e uso dos recursos hídricos. [http:// w.w.w.mma.gov.br](http://w.w.w.mma.gov.br). cap. 18 24 ago. 2005.

ALCÂNTARA, P.B. Origem das brachiárias e suas características morfológicas de interesse forrageiro In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIÁRIA*, 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.1-18.

ALVES, R.E.B. **Environmental impacts caused by modern agriculture: a methodological approach for assessment of alternatives for crop production**. Aberdeen: University of Aberdeen, 1995. 56 p.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; VERNEQUE, R.S. Aplicação de nitrogênio em acessos de Brachiária. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicales**, Cali-Colômbia, v 12, n 2, p. 2-6, 1990.

ALVIM, M.J.; REZENDE, H.; BOTREL, M. A. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do Coastcross ALVIM, M. J.; BOTREL; M. de A.; PASSOS, P.L.; BRESSAN, M.; VILELA, D. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora - MG, **Anais...**, Juiz de Fora: Embrapa - Cnpq, 1996. p. 45-56.

ANDERSEN, M.K.; JENSEN, L.S. Low soli temperature effects on short-term gross N mineralisation - immobilisation turnover after incorporation of a green manure. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.33, p. 511- 521, 2001.

ARCEIVALA, S.J. **Wastewater treatment and disposal**. New York: Marcel Dekker, 1981. 892 p.

AZEDO, A.F.; CHASIN, DA MATTA, A. A.; **Metals Gerenciamento da Toxicidade**. São Paulo, Atheneu, 2002, 554p.

BAR YOSEF, B.; FISHMAN, S.; TALPAZ, H. A model of zinc movement to single roots in soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p.1272-1279, 1980.

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.A.; BARBOSA, A.M. Interações entre calagem na absorção de nutrientes e produção de arroz de sequeiro em casa de vegetação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.355-360, 1992. BARCELLOS, L.A.R. **Avaliação do potencial fertilizante do esterco líquido de bovinos**. 1992. 108p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1992.

BICUDO, W.P.R.J.; ALBUQUERQUE, A. **Caracterização do setor da suinocultura relativo ao estado de adequação à legislação ambiental.** Lisboa: Federação Portuguesa de Associação de Suinocultores de Lisboa, 1995. 172p.

BORKERT, C.M. **Efeito do calcário e do cloreto de potássio sobre as concentrações de manganês e alumínio nos óxissolos Santo Angelo e Passo Fundo e suas relações com a nodulação e rendimento de duas cultivares de soja.** 1973. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.

BORKERT, C.M. Manganês. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na Agricultura.** Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.173-190.

BORKERT, C.M.; PAVAN, M.A.; BATAGLIA, O.C. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: POTAFOS, 2001.600p.

BOTELHO, G.C. **Qualidade da água para irrigação.** Lavras, UFLA/ FAEPE, v.1, 1999, 96p.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** São Paulo: CETESB, 1979. 764p

CAMPOS, L.P.; LOPES, A.L.B.; HORTA, A.H.L.; CARNEIRO, R. **Licenciamento ambiental:** coletânea de legislação. Belo Horizonte, [s.n.], 1998. 382p.

CAMPELO, P.L.G. **Influência da aplicação de águas residuárias da suinocultura nas características físico-hídricas e químicas de um solo podzólico vermelho-amarelo.** 1999. 55p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CARO-COSTA, R.; ABRUNÃ, F.; FIGARELLA, J. Effects of nitrogen rates harvest interval and cutting heights on yield and composition of star grass in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico,** Porto Rico, v.56, p.267-279, 1972.

CASTRO, F.G.F. **Efeito da idade de corte sobre a produção, composição química - bromatológica, digestibilidade in vitro da matéria seca e da matéria orgânica e conteúdo de ácido cianídrico de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis* cv. Florico.** 1997. 128p. Dissertação(Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CATANI, R.A.; GALLO, J.R. A extração do manganês e suas formas de ocorrência em alguns solos do estado de São Paulo. **Bragantia,** Campinas, n.11, p.255-266, 1951.  
CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagens natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.38, n.6, 9p, 2003.

CHATEAUBRIAND, A.D. **Efeito de dejetos de suínos aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho.** 1988. 61p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

CODE OF FEDERAL REGULATIONS. TITLE 40 CHAPTER I SUBCHAPTER 0. **Sewage Sludge Part. 503 Standards for the use or disposal of the sludge.** (Federal Register, 48) National Archives and Records Administration ,1993. p.9387-9415.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Manual técnico para utilização agrícola do lodo de esgoto do Paraná.** Curitiba, 1997. 96p.

CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis - SC, **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2002. p. 93 - 103.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE; **Resolução.** CONAMA n.20, 1986. Brasília, 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE; **Resolução.** CONAMA n. 357, 2005. Brasília,2005.

COOPER, J.P.; TAINTON, N.M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperature grasses **Herbage Abstract**, Farnham Royal, v.38, p.167-176,1968.

COOPER, J.R.; RENEAU JÚNIOR, R.B.; KROONTJE, C.; JONES, G.D. Distribution of nitrogenous compounds in a rodhic paleudult following hezvy manure application, **Journal of Enviromental Quality**, Madison, v.13, n.2, p.189-193, 1984.

CORRÊA, L.B.; CORRÊA, E.K.; Estudos das fontes poluidoras em granjas produtoras de suínos: uma perspectiva de educação ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS,11.,2003. São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2003. p.447-448.

COSTA, R.H.R. da.; MEDRI, W.; PERDOMO,C.C. Otimização do sistema de tratamento. Decantador de palhetas e lagoas anaeróbicas facultativas e de aguapés In: SIMPÓSIO INTERNAZIONALE DI INGEGNERIA SANITÁRIA AMBIENTALE, 1997, Ravello - Villa Rufolo. **Anais...** Ravello, [s.n.], 1997, p.1018-1025.

CUNHA, R.C.A., CAMARGO, A.O.; KINJO, T. Retenção de zinco em solos paulistas. **Bragantia**, Campinas, n.53, p.291-301, 1994.

DANTAS, J. P. Boro. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS / CNPq, Piracicaba, 1991. p. 113-130.

DA SILVA, S.C. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setaria*. PEIXOTO, M.A.; DE MOURA, C.J.; DE FARIA, P.V. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.97-122.

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA - Suínos e Aves e Extensão, 2002. 31p. (Boletim Informativo de Pesquisa, 14).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**, 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FALKINER, R.A.; SMITH, C.J. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. **Journal of Soil Research**, Australian, v.35, p.131-147, 1997a.

FALKINER, R.A.; POLGLASE, P.J. Transport of phosphorus through soil in an effluent-irrigated tree plantation. **Journal of Soil Research**, Australian, v.35, p.385-397, 1997b.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHERT, J. **Irrigation with treated sewage effluent management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.

FERREIRA, M.E.; DA CRUZ, M.C.P.; VAN RAIJ, B.; ABREU, C.A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na Agricultura**, Jaboticabal: Ed. POTAFOS, 2001. 600p.

FERNADEZ, J.C.; GARRIDO, R.J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002. 450p.

FISHER, D.S.; BURNS, J.C.; POND, R.D.; MOCHRIE, R.D.; TIMOTHY, D.H. Effect of grass species on grazing steers: I. Diet composition and ingestive mastication. **Journal of Animal Science**, Washington, v.69, p.1188 - 1198, 1991.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO ANUALPEC 2005: Anuário Agrícola e Pecuário. São Paulo, 2005. p. 11-244.

GALRÃO, E.Z. Métodos de aplicação de zinco e avaliação de sua disponibilidade para o milho num Latossolo Vermelho - Escuro, argiloso, fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.283-289, 1996.

GALRÃO, E.Z.; MESQUITA FILHO, M.V. Efeito de fontes de zinco na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, p.167-170, 1981.

GHISI, O.M.A.A.; PEDREIRA, J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiárias* In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIÁRIA*, 1986. Nova Odessa, **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.19-40.

GIUSQUIANI, P.L.; CONCENZZI, L.; BUSINELLI, M.; MACCHIONI, A. Fate of pig sludge liquid fraction in calcareous soil: agricultural and environmental implications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.27, p.364-371, 1998

GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon***. 1996. 100p. Dissertação (Mestrado do Curso de Produção Animal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1996.

HANNAM, R.J.; OHKI, K. Detection of manganese deficiency and toxicity in plants. In: GRAHAN; R.D., HANNAM, R.J.; UREN, N.C. **Manganese in soils and plants**. Dordrecht : Kluwer Academic Publisher, 1988. p.87-98.

HECKMAN, J.R.; ANGLE, J.S.; CHANEY, R.L. Residual effects of sewage sludge on soybean. In Accumulation of heavy metals. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.16, p.113-117, 1987.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, industria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v.7 p. 75-97, 2001

HIGGINS, A.J. Land application of sewage sludge with regard to cropping systems and pollution potencial. **Journal of Environmental Quality**, Madison v.13, p.441 - 448, 1984.

HOOK, J.E. Movement of phosphorus and nitrogen in soil following application of municipal wastewater. In chemical mobility and reactivity. **Soil systems Soil Science of América**, Madison, [s.n], 1981. p.241-255.

JELINEK, T. **Animal wastes essex**. England: Ap. Sc., 1977. p.165-174.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 683p.

KABATA - PENDIAS, A. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soils. In SALOMONS, S.W.; TRADER, P. **Trace metals: problems and solutions**. Berlin: Springer, 1985. p.3-18.

KALBASI, M.; RACZ, G.J.; LOEWER RUDGERS, L.A. Mechanism of zinc adsorption by iron and aluminium oxides. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.125, p.146-150, 1978.

KARLEN, D.L.; VITOSH, M.L.; KUNZE, R.S. Irrigation of corn with simulated municipal sewage effluent . **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.5, p.269-273, 1976.

KETELAARS, J.J.M.; VAN DER MEER, H.G. Perspective for improving efficiency of nutrient use in livestock production in the Netherlands. In: MATSUNAKA, T. (Ed.). **Environmental friendly management of farm animal waste**. Sapporo: Kikashi Insantsu, 1998. p.159-164.

KINJO, T.; KIEHL, E.J.; PRATT, P. F. Movimento de nitrato em colunas de terra de um Latossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.2, p.106-109, 1987.

KINNIBURGH, D.G.; JACKSON, M.L. Concentration and pH dependence of calcium and zinc adsorption by iron hydrous oxides gel. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, n 46, p.56-61, 1982.

KONZEN, E.A. **Manejo e utilização de dejetos suínos**: Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1983. 32p.(Circular Técnica, 6).

LATIMIER, P.; DOURMAD, J.Y. Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performances and nitrogen output in the slurry and the air. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON NITROGEN FLOW IN PIGS, 1993. Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, 1993. 439p.

LIEBHARDT, W.C.; GOLT, C.; TUPIN, J. Nitrate and ammonium concentrations of ground water resulting from poultry manure applications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.8, p.211-215, 1979.

LIND, L.J.; PAGE, A.L.; NELSON, C.O.; ELLIOTT, R.A. Nitrogen balances for an effluent irrigation area. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.10, p.349-352, 1981.

LINDSAY, W.L. Zinc in soil and plant nutrition: **Advances in Agronomy**, San Diego, n.24, p.147-186, 1972a.

LINDSAY, W.L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In: MORVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. Micronutrients in agriculture. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, p.41-57, 1972b.

LINDSAY, W.L. Role of chelation in micronutrient availability. In: CARSON, E.W. **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p.507-524.

LOGANATHAN, P.; BURAU, R.G.; FUERSTENAU, D.W.; Influence of pH on  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  and  $\text{Ca}^{+2}$  by adsorption a hydrous manganese oxide. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, n. 41, p.57-62, 1977.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Solos sob cerrado**: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. 2.ed. São Paulo: POTAFOS, 1994. 62p.(Boletim Técnico, 5).

LUCAS, J.; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, R.A. Possibilidade de uso de dejetos no meio rural. In: WORKSHOP. Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira: Campinas: Memória Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 42 p.

LUDKE, J.V.; LUDKE, M. do C.M.M. Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente. **Revista Suinocultura Industrial**, São Paulo, v.25, n.168, p.10-12, 2003.

MACHADO, P.L.O.; PAVAN, M. A. Avaliação de métodos químicos para extração de zinco disponível para mudas de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p.213-217, 1987.

MAIQUE, T.; MONTEIRO, A.F. Distribuição e recuperação de fósforo e relação P/Zn na parte aérea do capim mombaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003. Ribeirão Preto **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Microservice -. Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, 2003. 1CD-ROM

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental, micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. Piracicaba: Produquímica Industria e Comércio, 1994a. 45 p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P. Foliar diagnosis in Brasil. In: REUTHER, W. **Plants analysis and fertilizer problems** Washington: American Institut of Biology Science, 1961. p.180-189.

MARA, D.D. Waste stabilization ponds: effluent quality requerements and implicantions for process design. In: INTERNACIONAL SPECIALIST CONFERENCE, Waste stabilizaion ponds, 1985, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: technology and applications, 1995. 35p.

MARTINI, J.A.; KOCHHANN, R.A.; SIQUEIRA, O.J.; BORKERT, C.M. Response of soybeans to liming as related to soil acidity. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 32, p. 616-620, 1974.

MARTINEZ, H.E.P. **Níveis críticos de fósforo em *Brachiária Decumbens*(stapf), *Prain*, *Brachiária Humidicla*(rendle), *Scweickerdt*, *Digitária Decumbens Stent*, *Hyparrhenia rufa*(ness), *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum Jacq* e *Pennisetum purpureun schum***. 1980. 90p. Dissertação( Mestrado em Nutrição Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

MATOS, A.T.; FONTES, M.P.F.; JORDÃO, C.P.; COSTA, L.M. Mobilidade e formas de retenção de metais pesados em latossolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.379-386, 1996.

MCBRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University, 1994. 406p.

MONTEIRO, F.A. Nutrição mineral de forrageira. In: CARMELLO, Q. A. C.; MONTEIRO, F. A. **Nutrição mineral da cana de açúcar e forrageiras**. Piracicaba: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS), 1996., p.34-67.

MONTEIRO, F.A. Respostas das pastagens á aplicação de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988. Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 1988. p.87-102.

NARVAEZ, V.Y.; LASCANO,C. Digestibilidad in vitro de la materia seca de espécies forrageiras tropicales. **Pasturas Tropicales**, Cali-Colômbia, v.11, n.1, p.13-18, 1989.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; SEDIYAMA,T. Deficiência de manganês em plantas de soja cultivadas em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.199-204,1989.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA,1993. 188p.

OLIVEIRA, P.A.V. **Sistema de produção de suínos em cama sobreposta**: In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001,Gramado. **Anais...** Gramado, 2001. 12p.

PAIN, B. Environmentally friendly management of farm animal wastes- an overview. In: MATSUNAKA, T., (Ed.) **Enviromental friendly management of farm animal waste**. Sapporo: Kikashi Insantsu, 1998. p.259-268.

PEDREIRA, C.G.S.; Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002. Recife, **Anais...**Recife, 2002, p.100-151.

PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de.; FARIA, V. P. de. In: **Manejo de Pastagens**,11., Piracicaba. 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p.

PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de.; FARIA, V. P. de. In: **Manejo de Pastagens de Tifton, Coastcross e Estrela**,15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. 296p.

PERDOMO, C.C. **Impactos causado pelos dejetos suínos**. Porto Alegre:[s.n.], 1997. 7p.

PERDOMO, C.C. Suinocultura e meio ambiente. In: WORKSHOP. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Campinas: Memória Embrapa Meio Ambiente, 1999. p.43.

PERDOMO, C.C.; LIMA DE, M.M.J.G.; NONES, K.; **Produção de suínos e meio ambiente**: In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado, **Anais...** Gramado, 2001. 24p.

PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.de; FARIA, V.P.de. In: **Manejo de pastagens**, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p.

PEREIRA, J.P. Adubação de capins do gênero Brachiária. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIÁRIA, I., 1986. Nova Odessa **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.1-96.

POMBO, L.C.A.; KLAMT, E. Adsorção de zinco e cobre de dois solos do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10,p.191-194, 1986.

PRATT, P.F. Management restrictions in soil application of manure. **Journal of Animal Science**, Washington, v.48, p.134-143, 1979.

RAIJ, B.van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A. Interpretação dos resultados de análise do solo. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLAN, A.M:C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285p.(Boletim Técnico, 100).

REISENAUER, H.M. Determination of plant-available soil manganese. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. **Manganese in soil and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1988. p.87-98.

REUTER, D.J.; ALSTON, A.M.; McFARLANE, J.D. Occurrence and correction of manganese deficiency in plants. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. **Manganese in soils and plants**. Dordrecht, 1988. p.205-224.

SANTOS, A.R. **Diagnose nutricional e respostas do capim Brachiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre**. 1997. 115p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio**. 2002. 98p. Dissertação (Doutorado em Ciência animal e pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SANZONOWICZ, C.; LOBATO, E.; GOEDERT, W.J. Efeito residual da calagem e de fontes de fósforo, numa pastagem estabelecida em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.22, p.233-243, 1987.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.I. **Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizantes**. Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1994. 47p.

SEGANDREDO, A. M.; GIROTTO, A. F. **Custo do conjunto trator/ tanque distribuidor para o transporte dos dejetos de suínos usados como fertilizante do solo**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 2004. 3p.(Comunicado Técnico, 372).

SILVA, A.R. Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo,n.28, p.147-149,1976.

SILVA, F.C.M. **Tratamento dos dejetos suínos utilizando lagoas de alta taxa de degradação em batelada**. 1996. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,1996.

SKERMAN, P.J.; RIVEIROS,F. **Tropical grasses**. Roma :FAO, 1990. 832p.

SLUDGE AND WASTE UTILIZATION COMMITTEE. Guidelines for sewage utilization on agricultural lands. Ontário: Ministry of Agriculture and Food/ Ministry of the Environment, 1992. 23p.

STILBORN, H. Nutrition influences animal waste output. **Journal of animal Science**, Washington, n.4, p.20-47, may, 1998.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**: 4th ed. New York :Macmillan Publishing, 1985. 754p

VALADARES, J.M.A.; CATANI, R.A. Zinco em solos do Estado de São Paulo. Zinco total. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO,1974,Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1974. p.291-293.

VANDERLEI, J.C. **Boro em materiais de três solos do município de Lavras, Estado de Minas Gerais**. 1984. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia ) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, LAVRAS - MG, 1984.

VITTI, G.C.; LUZ, P.H. de C. Calagem e uso de gesso agrícola em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3.,1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/ UNESP, 1997, p.63-111.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Lagoas de Estabilização. **DESA**, UFMG, Belo Horizonte, v.3, p.134, 1996.

WERNER, J.C.; MONTEIRO, F.A. Respostas das pastagens á aplicação de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988. Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA,1988. p.87-102.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A.; Forrageiras. 2 ed. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.(Ed.). **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico/ Fundação IAC, 1996, p.261-273.

WRUCK, J.F. **Mobilidade de nitrato, cobre e zinco provenientes do efluente líquido da granja suinícola, no solo**. 1997. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1997.