

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Mariana Fernandes Ribas da Silva

**REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA LIMPEZA DAS INSTALAÇÕES DE
SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

**Santa Maria, RS.
2016**

Mariana Fernandes Ribas da Silva

**REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NA LIMPEZA DAS INSTALAÇÕES DE
SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Guarez Garcia

Santa Maria, RS.
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Mariana Fernandes Ribas da
Reutilização de água na limpeza das instalações de
suínos nas fases de crescimento e terminação. / Mariana
Fernandes Ribas da Silva.-2016.
53 f.; 30cm

Orientador: Gerson Guarez Garcia
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Suinocultura 2. Reuso de água 3. Dejetos I.
Garcia, Gerson Guarez II. Título.

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Mariana Fernandes Ribas da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: fm_ribas@ymail.com

Mariana Fernandes Ribas da Silva

**REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA LIMPEZA DAS INSTALAÇÕES DE SUÍNOS
NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

Aprovado em 17 de março de 2016



Gerson Guarez Garcia, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Alexandre Pires Rosa, Dr. (UFSM)



Cheila Roberta Lehnen, Dr^a. (UEPG)

Santa Maria, RS
2016

Minha amada e querida mãe...

Minha melhor amiga e irmã...

Agradeço

Ao meu "(des)orientador", obrigada pela confiança e amizade...

Dedico

RESUMO

REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA LIMPEZA DAS INSTALAÇÕES DE SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

AUTORA: MARIANA FERNANDES RIBAS DA SILVA

ORIENTADOR: GERSON GUAREZ GARCIA

O presente trabalho teve a finalidade de testar um sistema para reuso da água proveniente da suinocultura. Foi avaliado o desempenho zootécnico dos animais submetidos à limpeza das instalações com água residuária da suinocultura, foram também avaliados a qualidade química, física e bioquímica da água residuária e dos dejetos. A pesquisa foi realizada no setor de Suinocultura da UFSM, foram utilizados 72 suínos, com peso inicial e final de 18kg e 115kg, respectivamente, distribuídos em dois tratamentos (T1- limpeza das baias com água residuária da suinocultura; T2- limpeza das baias com água do poço artesiano) nas fases de crescimento e terminação. Foi realizada análise de variância, sendo que os resultados obtidos, quando significativos, foram submetidos ao teste t de Student para comparação de médias, através do programa estatístico SAS. Os índices zootécnicos foram semelhantes nos dois tratamentos ($P > 0,05$), demonstrando que o sistema de tratamento utilizado não influenciou no desempenho dos animais durante o período estudado. O sistema de tratamento de dejetos proposto atendeu o objetivo do trabalho, pois a água residuária obtida não influenciou no desempenho zootécnico dos suínos. Os principais microminerais suplementados para suínos nas fases de crescimento e terminação Cu, Fe, Mn e Zn obtiveram redução na água residuária de 45%, 73%, 48% e 81% respectivamente na fase de crescimento. Na fase de terminação Cu reduziu 65%, Fe 72%, Mn 70% e Zn 30%. A DQO reduziu 81% e 90% na fase de crescimento e terminação, respectivamente. A DBO obteve redução de 38% na fase de crescimento e 91% na fase de terminação. Os valores de pH foram semelhantes entre os tratamentos nas duas fases.

Palavras-chave: Suinocultura. Reuso de água. Dejetos.

ABSTRACT

REUSE OF WATER IN THE CLEANING OF SWINE SYSTEMS STAGES OF GROWTH AND TERMINATION

AUTHOR: MARIANA FERNANDES RIBAS DA SILVA
ADVISOR: GERSON GUAREZ GARCIA

This study had the purpose to test a system for reuse from the pig farming water. It evaluated the growth performance of animals subjected to cleaning the installations wastewater from swine, they were also evaluated the chemical quality, physical and biochemistry of wastewater and waste. The survey was conducted in the swine sector UFSM, we used 72 pigs, with initial and final weight of 18kg and 115kg respectively, distributed in two treatments (T1- cleaning the stalls with wastewater from swine; T2 pen cleaning with water from the artesian well) the phases of growing and finishing. Analysis of variance was performed and the results obtained, when significant, were submitted to the Student t test to compare means, using the SAS statistical program. Production indices were similar for both treatments ($P > 0.05$), demonstrating that the treatment system used did not affect the performance of the animals during the study period. The proposed waste treatment system met the objective of the work, because the wastewater obtained no influence on the performance of pigs. The main trace mineral supplements for pigs in growing and finishing Cu, Fe, Mn and Zn obtained a reduction in wastewater by 45%, 73%, 48% and 81% respectively in the growth phase. In the finishing phase Cu reduced 65%, Fe 72%, 70% Mn and Zn 30%. The DQO reduced 81% and 90% in the growing and finishing phases, respectively. The DBO got 38% reduction in the growth phase and 91% in the finishing phase. The pH values were similar between treatments in both phases.

Keywords: Pig farming. Water reuse. Waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema dos biofiltros utilizados no tratamento de dejetos para obtenção da água residuária.	31
Figura 2 – Fluxograma do sistema de tratamento de dejetos.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Parâmetros de qualidade de água para consumo de suínos e aves	18
Tabela 2 –	Estimativa da produção média de: esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L).....	24
Tabela 3 –	Estimativa da eficiência esperada nos diversos níveis de tratamento incorporados numa estação de tratamento de esgoto	25
Tabela 4 –	Comparativo de algumas tecnologias de manejo ou tratamento, avaliadas ou desenvolvidas no Brasil, para dejetos suínos	27
Tabela 5 –	Desempenho zootécnico dos suínos na fase de crescimento e terminação utilizando água residuária ou água artesiano para limpeza das baias	34
Tabela 6 –	Análise dos parâmetros químicos dos dejetos e água residuária na fase de crescimento.....	36
Tabela 7 –	Análise dos parâmetros físicos e bioquímicos dos dejetos e água residuária na fase de crescimento.....	37
Tabela 8 –	Análise dos parâmetros químicos dos dejetos e água residuária na fase de terminação	38
Tabela 9 –	Análise dos parâmetros físicos e bioquímicos dos dejetos e água residuária na fase de terminação	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA	– Associação Brasileira de Proteína Animal
Al	– Alumínio
B	– Boro
Ba	– Bário
CA	– Conversão Alimentar
Ca	– Cálcio
Cd	– Cádmi
CH ₄	– Metano
Co	– Cobalto
CO ₂	– Dióxido de Carbono
CONAMA	– Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	– Consumo de Ração
Cr	– Cromo
Cu	– Cobre
DBO	– Demanda Bioquímica de Oxigênio
DIC	– Delineamento Inteiramente Casualizado
DQO	– Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
EPAGRI	– Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAO	– Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Fe	– Ferro
FEPAM	– Fundação Estadual de Proteção Ambiental
GPD	– Ganho de Peso Diário
K	– potássio
Kg	– quilograma
L	– Litro
LAAR	– Laboratório de Análises de Águas Rurais
Mg	– Magnésio
Mn	– Manganês
Mo	– Molibdênio
Na	– Sódio
Ni	– Níquel
N ₂	– Nitrogênio
N ₂ O	– Óxido Nítrico
OD	– Oxigênio Dissolvido
ONU	– Organização das Nações Unidas
P	– Fósforo
Pb	– Chumbo
pH	– potencial Hidrogeniônico
SABESP	– Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo
SAS	– <i>Statistical Analysis System</i>

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais
Sindicarne – Sindicato das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina
Sisnama – Sistema Nacional do Meio Ambiente
Sr – Estrôncio
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
Zn – Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	REUSO DE ÁGUA	13
2.2	SUINOCULTURA	14
2.3	ÁGUA NA SUINOCULTURA.....	15
2.4	LEIS AMBIENTAIS E LEGISLAÇÃO PARA USO DAS ÁGUAS NA SUINOCULTURA	17
2.5	VOLUME DE DEJETOS PRODUZIDO NA SUINOCULTURA.....	23
2.6	SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DEJETOS.....	24
2.6.1	Sistema de tratamento de dejetos mais utilizados no Brasil.....	25
3	OBJETIVOS	29
3.1	OBJETIVO GERAL.....	29
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1	PARÂMETROS MEDIDOS	30
4.1.1	Índices Zootécnicos.....	30
4.1.2	Análises Físico-químicas	31
4.1.2.1	Metodologia de coleta e determinação das análises em laboratório dos dejetos e água residuária.....	32
4.2	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	ANEXOS	51
	Anexo A – Temperatura e Umidade relativa (UR) em maio e junho de 2010	51
	Anexo B – Análises microbiológicas das baias do tratamento água residuária..	53

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem comum da humanidade, é um recurso natural de valor econômico e social, essencial à existência e ao bem-estar do homem e à manutenção dos ecossistemas do planeta. A água é um recurso renovável pelo ciclo hidrológico. Quando reciclada por sistemas naturais, é limpa e segura, sendo deteriorada a níveis diferentes de poluição por meio da atividade antrópica (MANCUSO; SANTOS, 2003).

A preocupação com a água no mundo está em destaque, pois abrange questões relacionadas aos aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais. A degradação ambiental afeta a qualidade das águas de oceanos, rios e lagoas. O acelerado e desorganizado desenvolvimento social, industrial e pecuário são alguns dos fatores que favorecem um quadro preocupante da situação atual. Apesar de ocupar quase metade da área da América do Sul e de ter em torno de 60% da Bacia Amazônica, que escoar um quinto do volume de água doce do mundo (BRASIL, 2014), o Brasil vem sofrendo com a escassez de água. A crise hídrica que assolou o estado de São Paulo em 2015 é um exemplo da situação em que algumas regiões do país se encontram.

O consumo de água tem aumentado significativamente, visto que o mundo torna-se mais populoso com o passar dos anos. Segundo relatório da ONU (2015), a população mundial, em 1950, era de 2,5 bilhões; em 2000, chegou a 6,1 bilhões de habitantes. De acordo com as projeções do relatório, a população, que em 2015 foi 7,3 bilhões, deverá alcançar os 11,2 bilhões em 2100.

O aumento da população mundial impõe maior e acelerada produção de bens de consumo, promovendo intensificação da produção nos setores agrícola e industrial. O crescimento da conscientização ecológica, associado à maior exigência dos consumidores, tem motivado o comprometimento dos governos, das empresas, dos produtores e das organizações com a melhoria contínua do ambiente frente ao desenvolvimento de suas atividades.

A atividade pecuária representa 40% da produção agropecuária mundial e é o meio de subsistência e segurança alimentar de aproximadamente um bilhão de pessoas, contribuindo com 15% da energia total e 25% da proteína presente no alimento ingerido diariamente pela população (FAO, 2009). Mais de 100 milhões de toneladas de carne suína foram consumidos em 2014, de acordo com o CONAB (2015), sendo a fonte de proteína animal mais consumida no mundo.

O suinocultor encontra várias dificuldades para manter a atividade, como, por exemplo, a instabilidade do preço pago por quilograma de suínos durante o ano. Um dos atuais desafios a ser enfrentado é a sustentabilidade ambiental das granjas produtoras de suínos. De um lado, existe a pressão pela concentração de animais em pequenas áreas de produção e o aumento da produtividade para atender a demanda; do outro, tem-se a pressão de que esse aumento não prejudique o meio ambiente. Entretanto, esses dois desafios são antagônicos, pois o aumento dos plantéis gera um maior volume de resíduos a serem manejados e o agravamento dos riscos de degradação do meio ambiente (OLIVEIRA; NUNES, 2014).

Um dos problemas da criação de suínos está relacionado à quantidade de dejetos produzidos. As consequências negativas do manejo e da disposição inadequada desse resíduo, como a liberação direta em rios e riachos, com riscos sanitários e poluitivos, são exemplos do resultado que a prática inadequada da utilização dos dejetos provoca ao meio ambiente. Esses fatores afetam a sustentabilidade da produção. Hoje, universidades e institutos de pesquisa conduzem estudos para atenuar os impactos causados pelos dejetos suinícolas. Para isso, uma das alternativas que se tem apontado é o reuso da água, importante instrumento de gestão ambiental para conservação deste recurso.

O reuso da água favorece a redução da demanda sobre os mananciais, pela possibilidade de substituição de água potável por outra de qualidade inferior, que seja compatível com o uso específico. Este procedimento conceitua-se como substituição de fontes e, dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados, utilizando-se águas originárias de efluentes tratados para o atendimento de demandas cujas finalidades podem prescindir de água com tratamento dentro do padrão de potabilidade (LEITE, 2003).

O problema de pesquisa e as questões relacionadas serão apresentados nesta dissertação através de um estudo bibliográfico, de materiais e métodos, de discussão geral e de conclusões. Além dos dados positivos da suinocultura (produção eficiente, fixação do homem ao campo e geração de renda em vários ramos da economia), estão relacionados alguns dos efeitos colaterais desta atividade (contaminação do solo, contaminação das águas e escassez de água).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 REUSO DE ÁGUA

Reuso é o processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não (LOBATO, 2006).

A utilização de águas residuárias tem sido praticada em todo o mundo há muito tempo. De acordo com relatos, o uso de águas residuárias, inicialmente sem tratamento e, posteriormente, tratadas em fossas sépticas, para fins de irrigação de jardins e suprimento de lagos ornamentais, teve sua origem em 1912, no parque *Golden Gate*, em São Francisco, Estados Unidos (VON SPERLING, 1996).

No Brasil, o uso de águas residuárias teve início nos engenhos de cana-de-açúcar, com a utilização do efluente originário das destilarias de álcool para irrigar as plantações de cana (LEITE, 2003). No início da década de 90, algumas fábricas do Polo Industrial de Cubatão, no estado de São Paulo, preocupadas com a indisponibilidade e escassez da água, iniciaram um programa de reuso de água para refrigeração de seus processos de fabricação. Segundo Leite (2003), em 1993, a fábrica da *General Motors*, instalada em São Caetano/SP, tratava e reciclava 100% da água que utilizava.

Leite (2003) dispõe que a qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados, os custos de capital, de operação e de manutenção associados. As possibilidades e formas potenciais de reuso dependem, evidentemente, das características, das condições e dos fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais e disponibilidade. Embora existam muitas possibilidades de reuso de água no mundo e, em particular no Brasil, para o atendimento de grande variedade de usos, os mais significativos são as formas de reuso em área urbana, o reuso industrial, o reuso associado à recarga artificial de aquíferos e o reuso agrícola.

No setor agropecuário o reuso de água é prática comum na irrigação das lavouras. O reuso de água na produção animal não é praticado pelo rigoroso plano de biossegurança adotado pelas cadeias produtivas, principalmente de suínos e aves.

2.2 SUINOCULTURA

O Brasil é um país com elevado potencial na produção de proteína animal (bovina, aves e suína). A suinocultura tem contribuído significativamente para a consolidação do país no setor pecuário mundial, pois tem apresentado, a partir da primeira década do século XXI, uma evolução científica, técnica e tecnológica (sistemas e modelos de produção, equipamentos para a ingestão de água e ração, genética, manejo diário, nutrição e aspectos sanitários) (TESTA, 2004; VELHO, 2011). Nota-se esse crescimento ao analisar os vários indicadores econômicos e sociais da atividade, como volume de exportações, participação no mercado mundial, número de empregos diretos e indiretos, entre outros (TALAMINI, 2005; GONÇALVES; PALMEIRA, 2006). A criação de porcos do passado evoluiu também na técnica e no modelo de coordenação das atividades entre fornecedores de insumos, produtores rurais, agroindústrias, atacado, varejo e consumidores. Passou a ser uma cadeia de produção de suínos, explorando a atividade de forma econômica e competitiva (GONÇALVES; PALMEIRA, 2006). A suinocultura, atualmente, é caracterizada por sistemas de produção intensiva, os quais se justificam pelo aumento da demanda mundial de alimentos e pela necessidade constante de reduzir os custos associados à sua produção.

A suinocultura brasileira encontra-se entre as melhores do mundo: o país é o 4^a maior produtor e exportador de carne suína, tendo produzido 3,471 mil toneladas de carne em 2014, sendo que 14% deste volume foram destinadas à exportação. Nesse mesmo ano, o consumo de carne suína *per capita* no Brasil foi de 14,7 kg (ABPA, 2015).

A suinocultura é uma atividade bastante difundida, estando presente em todas as regiões do país. A maior concentração está na região Sul (49%), pois nela está localizado um forte sistema industrial voltado para suinocultura, havendo também predominância de sistemas de integração. Logo após a região Sul, temos as regiões Sudeste (19%), Nordeste (15%), Centro-oeste (14%) e Norte (3%) (IBGE, 2014). Os dejetos suínos são altamente poluentes: quando dispostos no meio ambiente sem tratamento prévio, contaminam a água e o solo. A região Sul do Brasil aloja grande quantidade de suínos em apenas 6,8% do território nacional, o que faz com que o potencial poluidor da suinocultura nessa região seja preocupante, porque caracteriza-se por um sistema intensivo e de grande concentração animal.

Historicamente, a suinocultura apresenta-se como um setor agropecuário que fomenta o desenvolvimento econômico e social do Rio Grande do Sul (COSTA et al., 2001). De 1900 a 1960, a produção suinícola no estado foi baseada na produção de gordura para comercialização no mercado interno e externo. Com o advento das gorduras vegetais e das

mudanças de hábitos alimentares da população, a atividade direcionou-se para a produção de carne, a qual passou a ter importância no mercado externo a partir de meados da década de 1970, em razão do aumento da qualidade do produto e dos custos competitivos. A década de 1980 foi caracterizada pela estagnação da produção suína em decorrência da instabilidade econômica do período. Após 1990, o setor buscou o reposicionamento a partir da produção em escala, produtividade, qualidade e busca de mercados externos. Entretanto, foi após 1994 que o setor encontrou estabilidade e melhor rentabilidade ao produtor (COSTA et al., 2001; ROHENKOHL, 2003; SIPS, 2009).

Atualmente, o estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor de suínos no Brasil, cuja produção caracteriza-se por ser realizada em pequenas propriedades. Há produção em praticamente todas as regiões do estado, concentrando-se principalmente nas regiões Norte, Noroeste e Nordeste.

A cadeia produtiva de suínos é considerada uma das mais tradicionais do estado e possui grande importância econômica e social, poder de integração regional, possibilidade de aumento de valor agregado de seus produtos finais e melhoria de exportações.

2.3 ÁGUA NA SUINOCULTURA

A água é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente. Ela tem valor econômico para todos os seus usos e deve ser considerada como um bem econômico (BORSOI; TORRES, 1997). A água pode ser um limitante ao desenvolvimento da cadeia produtiva de suínos, pois ela é sinônimo da perpetuação desse sistema devido ao alto consumo diário por parte dos animais, também estando relacionada à sanidade dos plantéis por ser o veículo mais utilizado na higienização das instalações (HESPANHOL, 2008).

Há necessidade de saber utilizar esse recurso de forma racional nas regiões tradicionalmente produtoras e nas que apresentam potencialidade para produção. Esse uso deve ter como ponto de partida a unidade produtiva que, inserida em uma bacia hidrográfica, deve ser gerida de forma sistêmica, tendo como ponto final o uso da água pela agroindústria de transformação e processamento. Somente dessa forma o impacto será minimizado e as produções poderão se perpetuar. Em todos os sistemas de produção a preocupação com o meio ambiente deve ser planejada e executada, o controle e a redução do desperdício de água se fazem necessários e são uns dos exemplos de preservação ambiental (PALHARES, 2011, p. 07).

Em média, 92% do consumo de água doce no mundo estão associados às atividades agrícolas (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012), sendo a suinocultura classificada como

atividade consumidora de grandes volumes de água, tanto pela demanda para o consumo animal e produção dos grãos, quanto pelo abate e processamento da carne (FERREIRA et al., 2007).

A água está intimamente associada a toda forma de vida. Os animais necessitam de água para ajustar temperatura corporal, manter o balanço eletrolítico, excretar os produtos da digestão e substâncias antinutricionais ingeridas com as dietas e atender as necessidades nutricionais. Nos suínos, a água corresponde a 75% do peso corporal (COSTA et al., 2000), sendo responsável pela manutenção dos tecidos, pelo movimento dos nutrientes dentro da célula, pela proteção do sistema nervoso, pela regulação da temperatura corporal, pelo crescimento, pela excreção, pela reprodução, dentre outras funções. Qualquer problema no fornecimento de água significa uma redução no nível de rendimento, seja pela sua falta ou pelo seu excesso (OLIVEIRA, 2003).

As diferenças nas condições ambientais, nas características fenotípicas e individuais de cada animal fazem com que o cálculo do consumo de água por suíno seja difícil (TURNER; EDWARDS; BLAND, 1999). Porém, estudos mais recentes estão sendo conduzidos para calcular a quantidade aproximada de consumo de água. O volume médio de água ingerida por suíno varia em uma relação de 2 a 2,5L/dia por quilograma de ração consumida (base: matéria seca), aumentando quando os nutrientes estão presentes em excesso (SHAW, BEAULIEU; PATIENCE, 2006). Gomes et al. (2009) encontraram valores médios de 9,3 e 7,2L/dia/suíno de água somente do bebedouro para crescimento e terminação, respectivamente.

A EMBRAPA Suínos e Aves, em parceria com o Sindicarne, desenvolveu um projeto com produtores do estado entre os anos de 2011 e 2013, visando ao gerenciamento hídrico para redução da utilização de água nas instalações rurais. Os pesquisadores concluíram que o consumo médio de água atualmente é de 8,5L/dia/suíno. Produtores apontados como melhores tiveram consumo de 4,5L/dia/suíno. Em contrapartida, houve produtores que chegam a utilizar 11L/dia/suíno (Sociedade Nacional de Agricultura, 2015).

A água após limpeza das baias é composta por fezes, urina, restos de ração, pelos e fármacos utilizados na criação dos animais. DAGA et al. (2007) observaram, por meio de um ensaio de pequeno porte em animais em terminação, que a limpeza com sistema de lavagem apresentou gasto diário de aproximadamente 1.500 litros de água por lavagem, correspondendo à média de 4,3 litros de água por suíno⁻¹ dia⁻¹. O uso direto dessa água em solos agrícolas tem causado problemas de contaminação do solo com metais pesados que estão presentes na ração animal (BERTONCINI, 2008). Contudo, a maior preocupação é com a contaminação do solo e da água subterrânea com nitrato e patógenos.

A EPAGRI coletou diversas amostras de água de fontes e mananciais no Oeste catarinense, com o objetivo de analisar a qualidade da água consumida pela população rural. Das amostras coletadas até 1986, 84,4% apresentaram contaminação por coliformes fecais humanos e suínos. No período de 1999-2001, esse percentual elevou-se para 85,5%, demonstrando um aumento da degradação ambiental na região (SILVA e BASSI, 2012).

Estima-se que a produção de efluentes das unidades de ciclo completo, em condições normais, seja de 70 litros/matriz/dia, 30 litros/matriz/dia para as unidades de produção de leitões e 7 litros/terminado/dia. Portanto, uma granja em ciclo completo com 80 matrizes produz 8.000 litros/dia de dejetos “pouco diluídos”, cerca de 12.000 litros/dia com “diluição média” e 26.000 litros/dia no caso de “muito diluído” (MIRANDA e BONÊZ, 2009).

Assim, sendo a suinocultura uma atividade que demanda recursos hídricos para o seu bom funcionamento (dessedentação, lavagem das instalações e bem-estar animal), é fundamental o conhecimento dos volumes de água consumidos e a sua qualidade, pois além de ser um indicador do desempenho zootécnico e da saúde dos animais, permite determinar o custo da água na unidade de produção (PALHARES, 2011).

2.4 LEIS AMBIENTAIS E LEGISLAÇÃO PARA USO DAS ÁGUAS NA SUINOCULTURA

A proteção ambiental no Brasil é regida por diversas leis, decretos e portarias que relacionam o uso dos efluentes da produção animal como fonte de adubação e impõem limites para o seu lançamento em corpos de água (PEREIRA; DEMARCHI; BUDIÑO, 2009). A legislação federal, por meio do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, por meio da Resolução nº 357, de março de 2005, estabelece que o despejo de resíduos da produção animal não é permitido em rios de Classe I, destinados ao abastecimento doméstico. Em rios de Classe II e III, o despejo de resíduos pode ser feito, desde que seja tratado para obter os mesmos padrões qualitativos da água do rio, ou seja, permita a autodepuração. Essa resolução é a que mais se relaciona com a questão ambiental, envolvendo questões de poluição ambiental proveniente da produção animal.

Para utilização dos efluentes da suinocultura, torna-se fundamental que, primeiramente, se conheça suas características físicas, químicas e microbiológicas, de forma que se possam estabelecer medidas adequadas de proteção ambiental e a escolha de tecnologias apropriadas para a sua disposição no ambiente. A tecnologia a ser empregada

deve visar à maior eficiência no aproveitamento do resíduo e à minimização dos impactos negativos sobre o ambiente (PEREIRA; DEMARCHI; BUDIÑO, 2009).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução anteriormente citada, dispõe sobre a qualidade que as águas superficiais devem possuir para serem fornecidas aos animais. De acordo com a Resolução nº 357, essas águas devem atender os padrões estipulados para a Classe III, que se encontram na Tabela 1. Assim sendo, a Classe III destina-se:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- À pesca amadora;
- À recreação e ao contato secundário;
- À dessedentação animal.

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade de água para consumo de suínos e aves

PARAMÊTROS	VALOR MÁXIMO
Cloreto Total	250 mg/L de Cl
Cobre dissolvido	0,013 mg/L de Cu
Coliformes Termotolerantes ¹	Para animais confinados, não exceder 1.000/100 ml. Para os demais usos, não exceder 4.000/100 ml
DBO ²	Até 10,0 mg/L
Ferro dissolvido	5,0 mg/L de Fe
Fósforo Total	0,15 mg/L
Manganês Total	0,5 mg/L
Nitrato	10,0 mg/L de N
Nitrito	1,0 mg/L de N
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 4,0 mg/L de O
pH	6,0 a 9,0
Sulfato Total	250 mg/L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Turbidez	Até 100 UNT
Zinco Total	5,0 mg/L

Presentes em fezes de humanos e de animais, solos, plantas e outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminadas por material fecal. Este número não deverá ser excedido em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral; ²Demanda Bioquímica de Oxigênio (em 5 dias a 20°C).

Fonte: Adaptado PALHARES (2005).

No Rio Grande do Sul, o licenciamento ambiental está subordinado à Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) e às secretarias municipais. Impactos ambientais da suinocultura

Na Resolução 001/1986 do CONAMA, encontramos uma boa definição de impacto ambiental. No Artigo 1º, considera-se que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

A Lei Federal nº 6.938/81 foi a primeira lei criada visando à regulamentação da disposição dos resíduos agrícolas e industriais. O Art. 1º estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 1991). O Art. 2º dispõe sobre a responsabilidade governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo; racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar, planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas; controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, como alguns princípios a serem atendidos pelos produtores (BRASIL, 1991).

Os resíduos gerados na produção animal constituem-se em substratos complexos, contendo matéria orgânica particulada e dissolvida, elevado número de componentes inorgânicos, bem como alta concentração de microrganismos patogênicos, todos de grande relevância na questão ambiental (ORRICO JUNIOR, et al., 2010). Na avaliação do impacto ambiental ocasionado pelos resíduos das diversas espécies de interesse econômico, muitas vezes é levado em consideração apenas o potencial poluidor da atividade, deixando de lado a quantidade de produto gerada (ORRICO JÚNIOR et al., 2010). Todo processo de produção gera resíduo, e todo resíduo armazena alguma energia. Os sistemas de produção devem

reverter essa energia, baratear seu custo de produção e funcionar de forma energeticamente equilibrada (SANTOS e LUCAS JUNIOR, 2004).

A atual suinocultura brasileira é uma atividade altamente tecnificada fazendo com que sejam atingidos índices produtivos elevados. A característica do setor é o modelo de criação intensiva, alta densidade de animais, mas com sistemas de tratamento de dejetos que não possuem eficiência, não sendo aptos a atender tamanha demanda (SEGANFREDO, 2007). A percepção do problema ambiental associado à produção de suínos aumenta diariamente, seja pela maior conscientização das agroindústrias e dos produtores envolvidos, seja por maior exigência dos órgãos fiscalizadores e da sociedade (SEGANFREDO, 2007).

A poluição da água e do ar, provocada pelo manejo inadequado dos dejetos suínos, vem se tornando cada vez mais perigosa. De acordo com a FAO (2005), as maiores formas de poluição em áreas de concentração de produção animal incluem:

- I. Eutrofização de corpos d'água superficiais, morte de peixes e de outros organismos aquáticos;
- II. Contaminação das águas subterrâneas por nitratos e patógenos e consequente ameaça às fontes de abastecimento humano;
- III. Excesso de nutrientes e metais pesados nos solos, depreciando sua qualidade;
- IV. Contaminação dos solos por patógenos;
- V. Liberação de amônia, metano e outros gases na atmosfera.

Os dejetos suinícolas são constituídos de fezes, urina, poeira, resto de alimento e água de bebedouros. A elevada capacidade poluente dos dejetos suínos se caracteriza, principalmente, pelas concentrações de matéria orgânica, coliformes totais e termotolerantes e significativas quantidades de nutrientes, especialmente N e P. A utilização excessiva de água na higienização das instalações contribui para o aumento da quantidade de resíduos, assim como da sua capacidade de dispersão. Ainda, a criação dos animais em sistemas confinados concentra a produção dos dejetos em determinadas regiões e reduz a área para a disposição desses resíduos (RODRIGUES, 2012).

O volume diário de dejetos produzidos por um suíno varia de 5 a 8% de seu peso vivo, constituídos por 15% de matéria seca (DAGA et al., 2007). Conforme Angonese et al. (2006), são produzidos entre 5,7 a 7,6 litros de dejetos/dia para suínos na fase de terminação com pesos entre 57 e 97kg. O sistema de criação, as instalações, a idade e o manejo nutricional dos suínos influenciam na quantidade e nas características dos dejetos produzidos. O uso de água para limpeza de instalações de suínos varia de 6 a 50 L/dia por animal (MONTALVO, 1995 *apud* PEREIRA, 2003). O elevado consumo de água e de outros insumos na suinocultura tem

forte impacto ambiental pela intensidade do impacto que resulta do volume de dejetos gerados em todas as fases fisiológicas da cadeia de produção de suínos, com especial destaque para as fases de crescimento e terminação (FERREIRA et al., 2007).

O manejo e o armazenamento inadequados dos dejetos pode acarretar em lançamento direto em cursos d'água sem prévio tratamento, causando poluição dos mananciais de água e desequilíbrio ecológico, em função da diminuição do teor de oxigênio dissolvido na água, devido à alta demanda bioquímica de oxigênio e carga orgânica. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) são parâmetros usados para medir a quantidade de matéria orgânica de um resíduo. Nesses índices, é avaliada a quantidade de oxigênio necessário para oxidar quimicamente (DQO) ou bioquimicamente (DBO) a matéria orgânica.

A capacidade poluidora dos dejetos suínos supera as de outras espécies. Segundo Diesel et al. (2002), utilizando-se o conceito de equivalente populacional, um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas. Se utilizarmos esse critério, uma granja com 1.000 animais possui um poder poluente equivalente a 3.500 habitantes. O esgoto doméstico apresenta DBO em torno de 200 mg L/dia, já o dejetos suíno apresenta poder poluente que varia entre 30.000 a 52.000mg L/dia (OLIVEIRA, 1993).

A característica da produção de suínos atual é a criação intensiva, o que faz com que a produção de dejetos, além de ser maior, seja concentrada em determinadas áreas, sendo fundamental que haja melhoria nas técnicas de manejo, assim como um destino adequados aos dejetos produzidos. O resíduo da criação de suínos é rico em nutrientes como N, P, Cu, Zn e K. Seu material orgânico apresenta uma alta DBO. O P e a alta DBO causam grandes impactos ao ecossistema aquático de superfície, sendo o P responsável pelo processo de eutrofização das águas, e a DBO pela redução do oxigênio disponível.

O N é um dos nutrientes mais importantes, tanto para as plantas quanto para os microrganismos; porém, seu uso intensivo na agricultura tem gerado uma série de impactos negativos e danos ao ecossistema e ao solo, como a contaminação dos lençóis freáticos, a eutrofização das águas superficiais, a chuva ácida, a diminuição da camada de ozônio e a mudança no clima global (RODRIGUES et al., 2007). O N é um dos principais constituintes dos dejetos de aves e suínos, cerca de 50% está na forma mineral e, ao ser aplicado, tem efeito direto no crescimento de plantas (CERETTA et al., 2003). A forma que o dejetos se encontra tem grande importância na liberação de N, pois os dejetos armazenados na condição líquida, como é o caso dos dejetos de suínos, possuem elevado teor de N na forma amoniacal (FIOREZE et al., 2012). A prática de aplicar elevadas quantidades de dejetos no solo como

forma de retirá-los das instalações pode provocar o acúmulo de nutrientes no solo, resultando em prejuízos diretos ao agricultor (SEGANFREDO, 2000).

Os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais. Para as condições brasileiras, não se tem quantificado o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos (MERTEN e MINELLA, 2002). A utilização de dejetos de suínos como fertilizantes orgânicos também pode contribuir para a contaminação dos recursos hídricos caso as quantidades aplicadas forem superiores à capacidade do solo e das plantas de absorverem os nutrientes presentes nesses resíduos (POTE et al., 2001).

A elevada concentração de fósforo na camada mais superficial de solos adubados com esterco líquido de suínos mostra que esse elemento pode comprometer a qualidade do ambiente, especialmente como contaminante da água (CERETTA et al., 2003).

Segundo Rodrigues (2012), 20% das emissões mundiais de gases de efeito estufa são provenientes das atividades agropecuárias, sendo o metano (produzido durante a degradação da matéria orgânica em meio anaeróbio) e o óxido nitroso (produzido em meios anaeróbios utilizando os compostos nitrogenados de natureza orgânica ou inorgânica) os principais gases envolvidos. O autor cita ainda que a única forma de evitar a emissão desses gases seria a captação e posterior queima, sendo o CH_4 e N_2O transformados em CO_2 e N_2 (gás nitrogênio) após a queima, reduzindo assim a contribuição para o aquecimento global.

O acúmulo e o extravasamento de dejetos ou o despejo ilegal desses resíduos em rios, assim como a construção de esterqueiras próximas a mananciais e fontes de água, têm contaminado a água e interferido no desenvolvimento da vida em rios e lagoas (PEREIRA-RAMIREZ et al., 2003). Entre outros problemas microbiológicos oriundos dos dejetos suínos, destaca-se a contaminação por *Salmonella*, sendo esta zoonose de importância mundial. A ampla distribuição do gênero *Salmonella* entre os animais e sua permanência no ambiente contribui para que este microrganismo assuma um papel importante na saúde pública (WEISS et al., 2002).

Dentro das circunstâncias e do nível tecnológico em que operam os suinocultores, as ações para a melhoria da qualidade da água, do ar e a redução do poder poluente dos dejetos suínos requerem investimentos significativos (OLIVEIRA, 2004). De acordo com o autor, o sistema de tratamento de dejetos, se não planejado adequadamente, pode não atender os níveis aceitáveis de contaminação pela legislação vigente.

Pela Legislação Ambiental, Lei 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais, o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde

dos homens e dos animais. Com a responsabilidade voltada para o produtor pela conservação dos recursos naturais, a preocupação de tratar os dejetos da suinocultura de forma adequada se torna maior. Assim, para que a produção de dejetos de suínos cause o mínimo de impacto possível ao meio ambiente, é necessário adequar os sistemas de tratamentos das granjas, fazendo com que se tornem eficientes na remoção de poluentes. As medidas de conservação e preservação do meio ambiente só serão eficientes quando conhecermos todas as maneiras, diretas e indiretas, que a suinocultura pode contaminar o meio ambiente. Pensar no manejo de dejetos como parte do processo produtivo não pode mais ser desconsiderado, e a adoção de técnicas que minimizem o impacto ambiental deve ser o um dos focos da produção de suínos.

2.5 VOLUME DE DEJETOS PRODUZIDO NA SUINOCULTURA

A quantidade de dejetos produzidos, como já comentado, varia de acordo com diversos fatores, mas ter dimensão aproximada deste valor é fundamental para o planejamento das instalações, manejo, coleta e armazenamento do dejetos (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2003) encontraram valores de produção de dejetos de suínos entre 7,5 a 115L/dia/animal. Essa diferença grande de quantidade produzida pode ser explicada principalmente pela fase de produção do animal.

Os dejetos produzidos nas unidades suinícolas, considerando o peso vivo do animal, o consumo de água e a produção de urina, podem ainda variar significativamente segundo os volumes de água presente nos efluentes. O tipo de equipamento para dessedentação e o seu respectivo desperdício, o programa de limpeza e desinfecção e o uso da lâmina de água nas baias dos suínos são as principais fontes identificadas para o incremento dos volumes de água incorporados nos dejetos e, conseqüentemente, o volume total de dejetos produzidos (OLIVEIRA, 2002).

Tavares et al. (2013) conduziram um experimento para calcular a quantidade de dejetos gerados em granjas no estado de Santa Catarina. Para animais alojados em 10 semanas, obtiveram média de 4,20L/dia; para animais alojados em 15 semanas, produziram em média 4,58L/dia; e para alojamento de 18 semanas, média de 4,84L/dia.

A Tabela 2 apresenta os valores de referência usados pelos órgãos de fiscalização, produtores e associações de criadores de suínos, para a estimativa da produção média de dejetos nas diversas fases do sistema de criação de suínos, considerando as perdas médias de água nos bebedouros utilizados na dessedentação animal (OLIVEIRA, 1993). Esses valores ainda são utilizados no sistema produtivo, apesar de terem sido definidos há bastante tempo.

Tabela 2 – Estimativa da produção média de: esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L).

Categoria de suínos	Esterco (Kg. ^{d-1})	Esterco+Urina (Kg. ^{d-1})	Dejetos líquidos (Kg. ^{d-1})	Estrutura para armazenamento (m ³ animal ⁻¹ mês ⁻¹)	
				Esterco+Urina	Dejetos líquidos
25-100 kg	2,30	4,90	7,00	0,16	0,25
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00	0,34	0,48
Porcas em lactação	6,40	18,00	27,00	0,52	0,81
Machos	3,00	6,00	9,00	0,18	0,28
Leitões	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,17	0,27

Fonte: Oliveira (1993).

2.6 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DEJETOS

No Brasil, a forma mais usual de manejo de dejetos é o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas e posterior aplicação no solo (KUNZ et al., 2004). Essa técnica vem sendo usada desde o início da produção de suínos no país, fazendo com que os solos estejam saturados, podendo acarretar em menor produção por área e/ou em contaminação dos lençóis freáticos.

Nas décadas de 1980 e 1990, o uso dos dejetos como fertilizante orgânico do solo era tratado como se fosse a solução definitiva para os riscos de poluição causada pelos dejetos suínos (SANGANFREDO, 2005 apud CHAGAS et al., 2010). Realmente são úteis, e há recomendações para irrigação na agricultura em diferentes culturas e pastagens. O problema ocorre na concentração da produção de grandes quantidades em espaço limitado, havendo pouca disponibilidade de terra apta a receber o dejetos (TELOEKEN, 2009).

A EMBRAPA classifica o sistema de tratamento dos dejetos em quatro tipos conforme suas características. A Tabela 3 mostra a estimativa de tratamento esperada em cada tipo. O tratamento preliminar remove as partículas sólidas grosseiras em suspensão nos dejetos através de processos químicos e físicos. Peneiras estáticas e vibratórias, caixas de separação de materiais insolúveis e caixas de areia para remoção dos sólidos sedimentáveis são exemplos de sistemas preliminares de tratamento. Remoção de sólidos em suspensão através de equipamentos com tempo de retenção maior do que os de tratamento preliminar caracterizam o sistema de tratamento primário.

Tabela 3 – Estimativa da eficiência esperada nos diversos níveis de tratamento incorporados numa estação de tratamento de esgoto

Tipo de tratamento	Matéria orgânica (% remoção de DBO)	Sólidos em suspensão (% remoção SS)	Nutrientes (% remoção de nutrientes)	Bactérias (% remoção)
Preliminar	5-10	5-20	Não remove*	10-20
Primário	25-50	40-70	Não remove*	25-75
Secundário	80-95	65-95	Pode remover	70-99
Terciário	40-99	80-99	Até 99	Até 99

*não remove os nutrientes que estão na forma dissolvida ou finamente particulada

Fonte: Adaptado de TELLES; COSTA (2010).

O tratamento secundário caracteriza-se pela remoção de sólidos dissolvidos e sólidos suspensos muito finos. São classificados ainda conforme o processo biológico de remoção utilizado, podendo ser aeróbio, quando os microrganismos presentes no meio precisam de oxigênio, ou então, anaeróbios, quando os microrganismos presentes no meio não precisam de oxigênio. O tratamento terciário faz a remoção final da carga orgânica, nitrogênio, fósforo e de outros elementos que não foram eliminados nos processos anteriores (PERDOMO et al. 2003).

2.6.1 Sistema de tratamento de dejetos mais utilizados no Brasil

Os sistemas de tratamento de dejetos de suínos têm por objetivo controlar a poluição do meio ambiente. Para isso, existem diferentes tipos de construções que de forma isolada e/ou integrada com outras tecnologias trata os efluentes desta atividade, classificada como altamente poluidora.

O Decantador de Fluxo Ascendente é considerado um equipamento de tratamento preliminar, podendo ser utilizado para separar a parte sólida da parte líquida dos dejetos de suínos, aumentando a eficiência dos processos subsequentes e valorizando o material resultante (o lodo) para uso como adubo orgânico. Segundo Perdomo et al. (2003), as vantagens deste equipamento são sua simplicidade operacional e seu baixo custo de implementação e operação. Ainda de acordo com o mesmo autor, a mão-de-obra para a drenagem do lodo e o controle constante sobre a vazão dentro do equipamento são as desvantagens do decantador.

As esterqueiras são depósitos para a armazenagem dos dejetos líquidos provenientes das criações de suínos. A Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), órgão que

regulamenta e fiscaliza os projetos suínolas no Rio Grande do Sul, estabelece que a esterqueira deve ser dimensionada de acordo com o plano de retirada e com a distribuição dos resíduos, de modo a garantir, como margem de segurança, um volume adicional de armazenagem de 20% e ter uma capacidade mínima para 120 dias de retenção. O objetivo da esterqueira é que nesse período de armazenagem haja estabilização da matéria orgânica e inativação de patógenos. Pode ocorrer liberação de gases responsáveis pela geração de odores, principalmente nos meses de verão, quando o aumento da temperatura ambiente favorece a atividade biológica e a volatilização de gases (KUNZ et al., 2005), tornando-se uma das desvantagens desse tipo de construção.

Também há a bioesterqueira, que é uma estrutura com dois compartimentos: o primeiro e uma câmara de fermentação anaeróbia, e o segundo é um depósito para o material estabilizado. Os dois sistemas são recomendados para produtores com disponibilidade de área agrícola para uso de dejetos como fertilizante e com um ótimo controle de desperdício de água nas instalações dos animais (PERDOMO et al., 2003).

As lagoas de tratamento de dejetos de suínos são um sistema primário de separação da fase sólido líquido, fundamental para diminuir o assoreamento do sistema e aumentar sua vida útil. A separação de fases é seguida por quatro lagoas em série: primeiro duas anaeróbias, depois uma facultativa e, por último, uma lagoa de aguapés (PERDOMO et al. 2003). Nas lagoas, através de processos naturais (físicos, químicos, bioquímicos e biológicos), ocorre a transformação de compostos orgânicos em compostos minerais, ou orgânicos estáveis, e a remoção de microrganismos patogênicos (JORDÃO e PESSOA, 2005). Esse sistema mostra-se bastante interessante para produtores que dispõem de área para implementação do sistema e apresenta altas taxas de remoção de matéria orgânica e nutrientes. Os inconvenientes do sistema estão associados ao seu alto tempo de detenção hidráulico (geralmente maior de 100 dias) e à baixa capacidade de controle do processo, que podem se tornar críticos durante o inverno (KUNZ et al., 2005).

A compostagem é um sistema de tratamento de dejetos caracterizado pela decomposição aeróbia, no qual ocorre a interação de microrganismos em condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de resíduos orgânicos e nutrientes disponíveis, permitindo a produção de adubo orgânico de boa qualidade (HACHMANN, et al., 2013). Uma das dificuldades para a compostagem de dejetos de suínos diz respeito à necessidade de remoção da umidade do dejetos, tipicamente maior que 95%. O manejo do processo deve ser distinto da compostagem convencional, devendo o processo evaporativo ser privilegiado de tal forma que se consiga incorporar um grande volume de dejetos ao substrato

(KUNZ et al., 2005). O composto produzido possui alto valor fertilizante (PERDOMO et al., 2003).

Os biodigestores são reatores anaeróbios, alimentados com biomassa (esterco) e que têm como produtos o biogás e o biofertilizante. Possuem uma câmara de digestão e um gasômetro. A utilização de biodigestores reduz a emissão de metano, pois o gasômetro armazena esse gás para posterior utilização. No entanto, o sistema ainda enfrenta algumas limitações, principalmente no que diz respeito ao entendimento de alguns aspectos microbiológicos básicos, vitais ao bom funcionamento do sistema, mas nem sempre seguidos, o que acarreta perda de eficiência do biodigestor (KUNZ et al., 2005).

A tabela 4 traz o comparativo de algumas tecnologias de tratamento utilizadas no Brasil.

Tabela 4 – Comparativo de algumas tecnologias de manejo ou tratamento, avaliadas ou desenvolvidas no Brasil, para dejetos suínos

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Esterqueira/bioesterqueira	Baixo custo, facilidade de operação.	Odor, baixa estabilização do dejetos, necessidade de área para aplicação.
Separador de sólidos (peneira)	Rápido, móvel e compacto, fração sólida com menos umidade.	Alto consumo de energia elétrica, preço relativamente alto, eficiência de separação.
Decantador de palhetas	Facilidade de operação, baixo custo, alta eficiência de separação.	Lento, gera volume de lodo com umidade alta.
Biodigestores	Reduz o odor, agrega valor ao dejetos pela produção de fertilizante e biogás.	Suscetível a mudanças de manejo como uso de antibióticos e desinfetantes.
Sistema de lagoas em série UFSC/EMBRAPA	Grande eficiência, custo relativamente baixo.	Problemas com odor, tempo de residência muito alto.
Lagoas de alta taxa e aerada	Aumenta a remoção de nutrientes.	Aumenta o tempo de tratamento e a área ocupada pelo sistema.
Compostagem	Redução de odor e de insetos, agrega valor (fertilizante).	Exige manejo adequado (umidade, aeração, temperatura).
Cama sobreposta	Idem compostagem, redução de consumo de água para higienização, conforto animal.	Manejo do sistema para eliminar riscos sanitários.

Fonte: Kunz et al. (2005)

Os problemas ambientais advindos do manejo inadequado de dejetos de suínos, aliados à escassez de água, estimularam o desenvolvimento desta pesquisa. Foi realizado um experimento para avaliar o desempenho zootécnico dos suínos submetidos à limpeza das instalações com água residuária da suinocultura, também foi realizada a análise dos parâmetros químicos, físicos e bioquímicos dos dejetos e da água residuária.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Propor e testar um sistema para o reuso da água proveniente da suinocultura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a possibilidade da reutilização das águas residuais dos dejetos suínos para limpeza das instalações;
- Analisar a qualidade da água residuária e dos dejetos da suinocultura;
- Avaliar o desempenho zootécnico dos animais submetidos à limpeza das instalações com água residuária da suinocultura.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Suínos da UFSM no período de janeiro a junho de 2010. Os suínos foram alojados em um galpão experimental com piso de concreto, cobertura de telhas de fibrocimento, laterais com mureta, tela e cortinas. O galpão possui área de 151m² com 24 baias de 4,5m² cada equipadas com dois comedouros, um bebedouro tipo chupeta regulável e hidrômetros individuais.

Foi utilizado um lote misto de 72 suínos com peso médio inicial e final de 18kg e 115kg, respectivamente. Foram distribuídos 3 animais em cada baia (repetição).

A dieta foi formulada seguindo as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO, 2005). Durante o período experimental foram fornecidas três dietas (duas na fase de crescimento e uma na fase de terminação) de acordo com a categoria animal, a ração, assim como a água, era fornecida à vontade aos animais.

Foi adotado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com dois tratamentos, tratamento 1- limpeza das baias com água residuária da suinocultura, com 8 repetições e o tratamento 2- limpeza das baias com água do poço artesiano, com 16 repetições de 3 animais cada.

Durante o período de estudo, foram avaliadas duas fases. A primeira fase foi a de crescimento, com duração de 11 semanas; a segunda foi a de terminação, com duração de 8 semanas.

4.1 PARÂMETROS MEDIDOS

4.1.1 Índices Zootécnicos

Para avaliação do desempenho, foram utilizadas as seguintes variáveis: consumo diário de água, consumo médio semanal e diário de ração, ganho de peso médio semanal e diário e conversão alimentar semanal. Para mensuração desses parâmetros, foram realizadas pesagens dos animais e das sobras de ração no início do experimento e no final de cada semana. O controle do desperdício das rações foi feito diariamente. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre consumo e ganho de peso. Para a coleta dos dados de consumo de água, foi realizada a leitura diária dos hidrômetros em todas as baias.

4.1.2 Análises Físico-químicas

As coletas das amostras do dejetos e da água residuária foram feitas de maio a junho de 2010, nos pontos 1 e 2, conforme figura 2. Foram realizadas oito coletas no total: quatro na fase de crescimento e quatro na fase de terminação dos suínos. A quantidade diária aproximada de dejetos produzida foi de 0,22 m³. Os dejetos ficavam armazenados em canaletas (cobertas) durante sete dias. Quando liberadas as canaletas, os dejetos eram conduzidos por gravidade ao sistema de tratamento avaliado. Este sistema era composto por: uma bioesterqueira; duas linhas de biofiltros, construídos em caixa d'água com capacidade para 500L (Figura 1); duas lagoas de estabilização; e duas lagoas de aguapé, conforme a figura 2.

Foram realizadas as seguintes análises: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Dureza; Condutividade, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT); Turbidez; pH; Alumínio, Boro, Bário, Cálcio, Cádmiu, Cobalto, Cromo, Cobre, Ferro, Potássio, Magnésio, Manganês, Molibdênio, Sódio, Níquel, Fósforo, Chumbo, Estrôncio, Zinco.

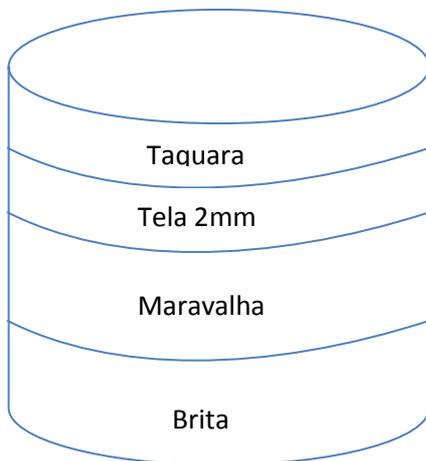


Figura 1 – Esquema dos biofiltros utilizados no tratamento de dejetos para obtenção da água residuária.

Fonte: Autor

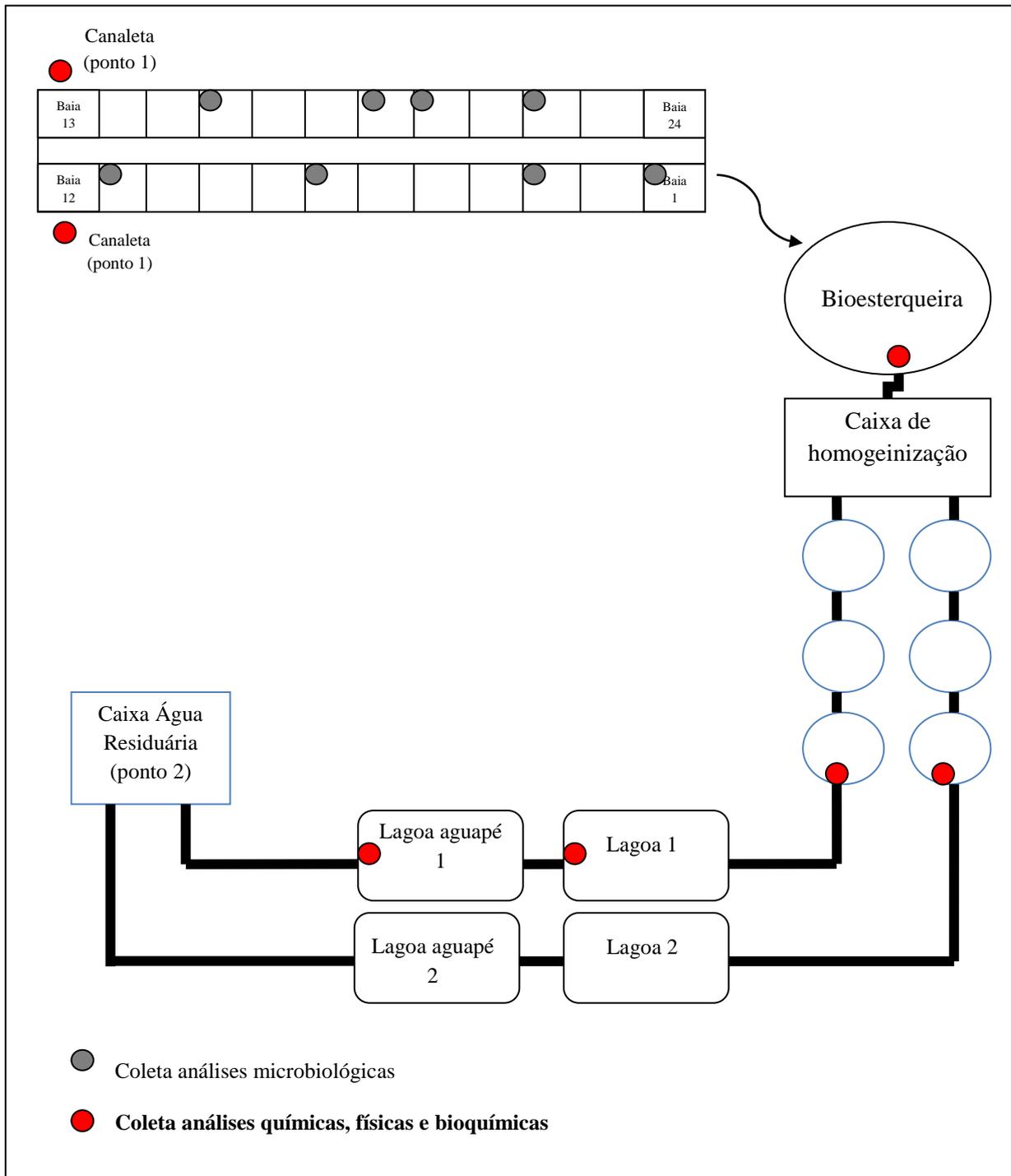


Figura 2 – Fluxograma do sistema de tratamento de dejetos.

4.1.2.1 Metodologia de coleta e determinação das análises em laboratório dos dejetos e água residuária

Na coleta das amostras para avaliações físico-químicas, foram utilizados frascos de plástico autoclavados, identificados com o número, o tipo da amostra, a data e a hora da

coleta. As amostras coletadas foram levadas ao Laboratório de Análises de Águas Rurais da UFSM (LAAR) em uma caixa térmica, a fim de evitar qualquer interferência da temperatura sobre os microrganismos. As amostras foram analisadas conforme o Manual para Análises de Água e Efluentes do LAAR (COPETTI; MALMANN; RHEINHEIMER, 2009).

As leituras de pH foram feitas utilizando um pHmêtro, a condutividade elétrica foi obtida através de um condutivímetro (Digimed DM 31) e, através de um Turbidímetro (AP-2000 da PoliControl), foi obtida a turbidez da água. Essas amostras foram avaliadas logo após chegarem ao laboratório.

A determinação dos teores de P foi feita pelo método Murphy & Riley (1962). Para a determinação de P total foi utilizada a amostra digerida. Os teores de K e Na na água foram determinados em um fotômetro de emissão de chamas. A leitura de Ca e Mg foi feita no espectrofotômetro de absorção atômica. Para as determinações de Fe, Zn, Cu e Mn, foram utilizadas as amostras digeridas (teores totais). As leituras desses elementos também foram feitas no espectrofotômetro de absorção atômica. A quantidade de sólidos totais foi determinada por análise gravimétrica do resíduo final, obtido após secagem de uma determinada quantidade de amostra.

A dureza de uma água é a soma das concentrações de cálcio e magnésio, expressas em termos de carbonato de cálcio, em miligramas por litro, foi obtida pela fórmula: concentração equivalente de carbonato de cálcio (mg L^{-1}) = $2,497 (\text{Ca em mg L}^{-1}) + 4,118 (\text{Mg em mg L}^{-1})$.

A DBO foi determinada pelo método manométrico, ou seja, uma quantidade de amostra foi colocada em um frasco âmbar onde permaneceu por 5 dias com concentração de oxigênio conhecida. As bactérias presentes na amostra utilizam o oxigênio contido na amostra para oxidar a matéria orgânica presente.

4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Após a obtenção dos dados foi realizada análise de variância, sendo que os resultados obtidos, quando significativos, foram submetidos ao teste t de Student para comparação de médias. Foi utilizado o programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 5 serão apresentados os resultados referentes às variáveis de desempenho dos suínos nas fases de crescimento e terminação.

Tabela 5 – Desempenho zootécnico dos suínos na fase de crescimento e terminação utilizando água residuária ou água artesiano para limpeza das baias

	Água residuária	Água artesiano	P	CV (%)
<i>Crescimento</i>				
Consumo de água diário (L/animal)	5,26	5,35	0,7684	13,59
Ganho de peso semanal (Kg/animal)	5,23	4,95	0,6713	29,44
Ganho de peso diário (Kg/animal)	0,74	0,70	0,6742	29,63
Consumo de ração diário (Kg/animal)	1,97	1,98	0,9678	38,69
Conversão alimentar (Kg/Kg)	2,73	2,96	0,1492	13,39
<i>Terminação</i>				
Consumo de água diário (L/dia)	7,89	7,85	1,0000	8,12
Ganho de peso semanal (Kg/animal)	5,56	5,39	0,6654	15,75
Ganho de peso diário (Kg/animal)	0,79	0,77	0,6073	14,45
Consumo de ração diário (Kg/animal)	2,95	2,83	0,4314	10,09
Conversão alimentar (Kg/Kg)	3,84	3,99	0,7017	22,31

As médias de consumo de água para os dois tratamentos não foram influenciadas ($P>0,05$) pelo tipo de água na limpeza das instalações no crescimento e terminação. Vermeer et al. (2009) encontraram consumo de 4,72L água/animal/dia na fase de crescimento e terminação. Tavares (2012) encontrou consumo médio de água de 7L/dia para animais em crescimento/terminação. Os suínos na fase de terminação consumiram diariamente uma média de 8L de água. De acordo com Lima e Poczovski (2010), a quantidade de água consumida pelos animais depende de diversos fatores, sendo os principais: a temperatura do ambiente, o peso vivo do animal, a taxa de atividade metabólica animal, a qualidade e a palatabilidade da água. Conforme Palhares (2010), a água é o principal alimento em qualquer produção animal.

Quantificar o consumo de água dos suínos é difícil, pois o valor pode variar conforme a temperatura da água e do ambiente, conforme o peso do animal, a sanidade do plantel, as instalações, tipo de bebedouro, composição da dieta e sua fase, dentre outros fatores. Palhares (2010) obteve consumo médio de 5,2L/dia de água para animais alimentados com ração formulada à base de milho e farelo de soja; 4,4L/dia para animais alimentados com ração formulada à base de aminoácido ideal; e 4,9L/dia para animais alimentados com ração formulada usando fitase nas fases de crescimento e terminação. Esses valores demonstram que a utilização de tecnologias nutricionais, além de melhorar o consumo de ração e diminuir a excreção de nutrientes no ambiente, permite aos animais ingerir menor quantidade de água.

O ganho de peso diário (GPD), consumo diário de ração (CDR) e a conversão alimentar (CA) foram semelhantes ($P>0,05$) nos dois tratamentos nas duas fases. Rostgano et al. (2005) obtiveram GPD de 0,85kg para suínos em crescimento e 1,05kg para suínos em terminação alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja sem inclusão de ractopamina. Em estudo realizado por Lora et al. (2007), avaliando diferentes estratégias nutricionais para suínos, foram obtidos 1,0kg de GPD para suínos em crescimento alimentados com ração à base de farelo de soja e milho. Sanches et al. (2009) obtiveram 0,8kg de GPD para suínos em terminação. O CRD obtido nesse mesmo experimento foi 2,52kg e CA de 3,16 para suínos em terminação. LORA et al. (2007) obteve CA de suínos em crescimento de 2,3kg. LIMA et al. (2015), avaliando suínos em crescimento (65-87 dias), alimentados com ração à base de farelo de soja e milho, obtiveram CA de 2,25kg.

A CA é um parâmetro que pode ser usado para avaliar a redução do potencial poluente das atividades. Segundo Savino et al (2007), à medida que se reduz a conversão alimentar dos animais, há uma significativa redução do potencial poluente da atividade em questão, devido, principalmente, ao fornecimento de dietas nutricionalmente balanceadas aos animais, fazendo com que a absorção e a utilização dos nutrientes sejam mais eficientes.

Segundo Silva (2013) a maior ou menor concentração de agentes infecciosos nas instalações determina as situações de infecção de uma granja. Suínos desafiados têm seu desenvolvimento prejudicado obtendo índices zootécnicos fora dos padrões genéticos e encarecendo os custos de produção. Os índices zootécnicos dos animais estão de acordo com o que é encontrado na literatura, isso indica que a água residuária não influenciou na sanidade do plantel e que o sistema de tratamento de dejetos foi eficiente na redução dos agentes contaminantes dos dejetos.

Na tabela 6 são apresentados os resultados da composição química dos dejetos e água residuária.

Tabela 6 – Análise dos parâmetros químicos dos dejetos e água residuária na fase de crescimento

	Dejetos	Água Residuária	P	CV
Alumínio	9,017	3,222	0,0004	19,26
Boro	3,050	1,012	<0001	3,00
Bário	0,657	0,159	0,0010	28,41
Cálcio	390,0	129,5	0,0003	18,57
Cádmio	0,014	0,001	<0001	17,33
Cobalto	0,062	0,015	<0001	9,54
Cromo	0,060	0,046	0,4924	49,31
Cobre	3,255	1,772	0,2445	64,28
Ferro	17,77	4,847	0,0015	29,17
Potássio	286,5	282,5	0,9211	19,55
Magnésio	225,2	54,10	<0001	18,62
Manganês	3,695	1,931	0,1931	60,41
Molibdênio	0,042	0,050	<0001	1,33
Sódio	58,25	85,75	0,0002	7,20
Níquel	0,044	0,025	0,1308	45,10
Fósforo	150,0	113,0	0,3154	36,00
Chumbo	0,050	0,020	<0001	3,64
Estrôncio	2,262	1,030	0,0011	18,41
Zinco	42,25	7,650	0,0001	22,51

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o Cr, Cu, K, Mn, Ni, P. Os demais parâmetros químicos obtiveram reduções ($P < 0,05$). A remoção de P no sistema foi de 24% ($p > 0,05$). Aproximadamente dois terços do P estão presentes no esterco líquido de suínos em uma forma não solúvel em água, fazendo parte de estruturas orgânicas, que promovem o efeito residual do esterco (OVIEDO-RONDON, 2008). PICOT et al. (1993) afirmam que a remoção de P em lagoas de estabilização acontece porque durante o dia a radiação solar promove crescimento da biomassa algal, a qual responderia por maior disponibilidade de oxigênio dissolvido (OD), pelo aumento de pH e pela alcalinidade total. Como consequência, a remoção de nutrientes seria facilitada pela absorção biológica, pela precipitação do fosfato e pela volatilização da amônia. Uma das possíveis causas para o baixo percentual de remoção de P pode ser explicado pelo período do ano em que foram feitas as coletas, as quais aconteceram entre maio e junho do ano de 2010, com temperaturas médias de 15°C (anexo 1). A temperatura baixa e a pouca radiação solar podem prejudicar o desempenho da bioesterqueira e das lagoas de estabilização. Segundo Mancuso e Santos (2003), a eficiência de lagoas anaeróbicas é maior no verão do que no inverno, devido a maior atividade bacteriana em altas temperaturas.

O teor de Zn da água residuária foi reduzido em 81% em relação ao dejetos bruto ($P < 0,05$), o Mg obteve redução de 76% ($P < 0,05$) e o Ca reduziu 67% ($P < 0,05$). Lima et al. (2009) avaliaram dietas para suínos e observaram que 70% das dietas analisadas apresentaram níveis inadequados de Zn. Dessas dietas, 83% apresentaram teores de Zn acima de 300ppm. Rostagno et al. (2005) indicaram que suínos em crescimento necessitam de 9,6mg e 80mg de Cu e Zn, respectivamente. Para a fase de terminação a suplementação indicada é de 6mg de Cu e 50mg de Zn. A excreção diária desses minerais pode chegar a 80-95%. A lagoa de aguapés, através de suas raízes, absorve dos corpos de água metais pesados, compostos organoclorados, organofosforados e fenóis (ROQUETE PINTO et al., 1992).

De acordo com Mancuso e Santos (2003), são aceitáveis até 20mg/L de Al, 5mg/L de Co, 10mg/ L de Pb para águas residuárias utilizadas na irrigação agrícola. Considerando esses elementos, a água residuária proveniente do sistema estudado seria apta para uso agrícola.

Na tabela 7 são apresentados os resultados dos parâmetros físicos e bioquímicos dos dejetos e água residuária

Tabela 7 – Análise dos parâmetros físicos e bioquímicos dos dejetos e água residuária na fase de crescimento

	Dejetos	Água Residuária	P	CV
Demanda Química de Oxigênio ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)	1372	2537	<0001	6,08
Demanda Bioquímica de Oxigênio ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)	3156	1952	<0001	3,40
Dureza (mgL^{-1})	4,275	2,625	0.0002	8,11
Condutividade (Ms cm^{-1})	1,895	4,460	<0001	11,10
Sólidos Dissolvidos Totais (mg^{-1})	1825	4753	<0001	11,16
Turbidez (UNT)	688,5	303,7	0.0066	26,24
pH ¹	7,4	7,6	0.1457	2,00

¹potencial Hidrogeniônico

O tratamento de dejetos conseguiu redução ($P < 0,05$) de 81% para a DQO. Santos et al. (2007), usando uma lagoa de estabilização com tempo de retenção de 120 dias, alcançaram 90% de redução deste mesmo parâmetro. A redução de DBO foi de 38% em relação ao dejetos bruto ($P < 0,05$). Martinez et al. (2003) conseguiram, testando diferentes formas de tratamento anaeróbio de dejetos suínos em escala laboratorial, reduzir em 50% a DBO e em 80% a DQO. Conforme esses autores, a fase de armazenamento do dejetos não é inerte, sendo que a

decomposição da matéria orgânica em ambientes anaeróbios é bastante expressiva, apesar de ocorrer de forma mais lenta que nos tratamentos aeróbios.

O aumento da condutividade na água residuária pode ser explicado, pois os mecanismos de tratamento de água servem para alterar a concentração de poluentes. Entretanto, essas concentrações podem aumentar durante o processo em razão das reações físicas, químicas e biológicas que ocorrem durante o tratamento (MANCUSO e SANTOS, 2003).

Para o pH, não houve diferença entre os tratamentos. O fato deste parâmetro não ter variado pode ser uma das causas dos elevados índices dos elementos na água residuária (em relação aos padrões do CONAMA), pois o pH alcalino, durante o tratamento dos dejetos, auxilia na remoção dos contaminantes químicos e patógenos. Costa et al. (2000) observaram, em lagoas de alta taxa, que o P total decresce quando o pH alcança valores superiores a 8,5.

A tabela 8 traz a análise dos parâmetros químicos dos dejetos e da água residuária na fase de terminação.

Tabela 8 – Análise dos parâmetros químicos dos dejetos e água residuária na fase de terminação

	Dejetos	Água Residuária	P	CV (%)
	Média (mgL ⁻¹)			
Alumínio	7,565	2,570	0,0071	24,20
Boro	2,867	0,920	<.0001	11,00
Bário	0,477	0,1572	0,0016	26,54
Cálcio	402,5	129,5	0,0002	18,82
Cádmio	0,012	0,001	<.0001	0
Cobalto	0,100	0,015	<.0001	3,47
Cromo	0,025	0,010	0,0019	22,85
Cobre	5,137	1,808	0,0266	46,22
Ferro	17,47	4,94	0,0025	32,40
Potássio	689,5	322,0	0,1568	63,34
Magnésio	206,7	67,30	<.0001	14,00
Manganês	6,782	2,034	0,0137	41,21
Molibdênio	0,051	0,050	0,0401	1,26
Sódio	394,7	88,25	<.0001	2,45
Níquel	0,082	0,026	0,0016	26,22
Fósforo	245,7	114,2	0,0083	27,33
Chumbo	0,050	0,021	<.0001	6,71
Estrôncio	3,177	1,027	<.0001	14,22
Zinco	10,72	7,489	0,3775	53,36

O K e Zn não obtiveram redução ($P>0,05$) entre os tratamentos. Dentre os elementos analisados, o Cd foi o que apresentou maior índice de remoção, sendo de 92%, o Co obteve 85%, Fe e Mn obtiveram remoção de 72 e 70% ($P<0,05$), respectivamente.

Vivan et al. (2010) trabalharam com um sistema de tratamento composto por biodigestor, lagoa facultativa e lagoa de maturação, onde houve remoção de 98% e 99% de Cu e Zn, respectivamente. Em nosso estudo o sistema de tratamento avaliado obteve remoção de 65% para o Cu e 30% para o Zn. A inclusão de metais pesados na alimentação de suínos, além de P, Cu e Zn é prática comum na nutrição de suínos. De acordo com LOVATTO, et al. (2010), no Rio Grande do Sul, o volume anual de P ingerido pelos suínos foi de aproximadamente 5,7 mil toneladas. Desse volume, cerca de 71% retornam ao meio ambiente, o que corresponde a uma excreção anual média teórica de 5kg ha^{-1} (limitado a áreas cultivadas com milho e soja destinadas à suinocultura). Segundo Ludke e Ludke (2005), o Cu e o Zn apresentam propriedades antibacterianas, embora não sejam classificados como agentes antimicrobianos, aumentando o ganho de peso e melhorando a conversão alimentar nas fases de pós-desmame, crescimento e terminação.

Os microminerais desempenham papel importante no desenvolvimento dos animais, segundo Gaundré e Quiniou (2009), o Zn é componente de muitas enzimas, o Cu desempenha importante função no sistema imune e o Mn é essencial para o desenvolvimento do esqueleto. As exigências nutricionais para suínos na fase de crescimento e terminação têm sido superestimadas (método empírico de determinação de exigências nutricionais), como estratégia para garantir que populações de suínos com grande heterogeneidade expressem máxima resposta (POMAR et al., 2009).

Segundo Zanotelli (2002), lagoas de aguapés têm bom desempenho na remoção de nutrientes de dejetos suínos, devido à ação filtradora das raízes, sedimentação promovida pelo ambiente calmo da lagoa e pela alta taxa de OD. O tratamento de dejetos por lagoas de estabilização consiste em uma boa prática para anteceder outros processos unitários, independentemente da modalidade de reuso almejada, sendo recomendado para o Brasil em virtude do clima, principalmente, e pelo baixo custo de implementação (MANCUSO E SANTOS, 2003).

A tabela 9 traz os valores dos parâmetros físicos e bioquímicos dos dejetos e água residuária.

Tabela 9 – Análise dos parâmetros físicos e bioquímicos dos dejetos e água residuária na fase de terminação

	Dejetos	Água Residuária	P	CV
Demanda Química de Oxigênio ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)	16060	1547	<0001	2,33
Demanda Bioquímica de Oxigênio ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)	5802	524	<0001	17,14
Dureza (mg/L CoCa_3)	3,92	2,47	<0001	3,26
Condutividade (Ms cm^{-1})	3025	2623	0,1843	13,62
Sólidos dissolvidos totais (mg^{-1})	3133	3186	0,8581	13,32
Turbidez (UNT)	568	144	<0001	5,21
pH ¹	7,6	7,4	0,0971	2,12

¹potencial Hidrogeniônico

Observa-se que não houve diferença entre os tratamentos para a condutividade, SDT e pH ($P>0,05$), ao passo que os demais parâmetros físicos e bioquímicos diferiram ($P<0,05$).

O sistema de tratamento obteve redução ($P<0,05$) de 90% na DQO. Deng et al. (2006) alcançaram valores de 95,5% de remoção de DQO em seu sistema anaeróbio de tratamento de dejetos suínos. Oliveira (2002) trabalhou com um sistema composto de decantador, duas lagoas anaeróbias, lagoas de alta taxa e duas lagoas de maturação e obteve remoção de 81% de DQO.

O sistema de tratamento com biofiltros e lagoas obteve redução de 91% de DBO. Pereira (2006), avaliando um sistema composto por um tanque de decantação e seis lagoas de tratamento, obteve redução deste mesmo parâmetro de 93%. De acordo com a autora, o sistema de tratamento que obtenha redução de DQO e DBO superior a 90% pode ser considerado bastante eficiente. Barthel (2007), analisando um sistema de tratamento de dejetos de suínos, obteve redução de 79% na DBO em lagoa de alta taxa.

Pereira (2006) obteve 3830 mg L^{-1} de SDT (redução de 50%), 141 UNT para turbidez e $2,4 \text{ mg L}^{-1}$ na dureza. O sistema de tratamento estudado obteve aumento no valor médio de SDT de 2% ($P >0,05$), mesmo assim foi menor ao do sistema avaliado por Pereira (2009). A determinação dos valores de sólidos é importante para acompanhamento da eficiência dos sistemas de tratamento de esgotos, efluentes de indústrias e/ou dejetos (SABESP, 1999). O SDT pode ser definido como a quantidade de substâncias que permaneceram na água residuária após o tratamento (RICHTER, 2010). De acordo com o autor supracitado, a água

residuária pode ser classificada de acordo com o valor da dureza como moderada, pois possui valor menor que 150mg/L de CaCO_3 .

Bellaver e Oliveira (2009) fizeram um balanço das águas nas cadeias de aves e suínos, de acordo com esses autores cada kg de carne suína produzida consome 4,72L de água para a limpeza das instalações. Com base nestes dados, calculamos a quantidade de água consumida pelos suínos deste experimento: O peso médio final dos animais foi de 115kg, considerando o rendimento de carcaça (75%), obtivemos 86kg carne/animal, multiplicando este valor pelos 72 animais e multiplicando por 4,72 (L água/Kg carne), temos o valor gasto de 29.226L de água de limpeza das instalações. O tratamento 1 do experimento fez a reutilização da água para limpeza das instalações, considerando que foram 24 animais submetidos a este tratamento, economizamos 9.742L de água.

O sistema de tratamento estudado foi projetado com diferentes técnicas para tratamento de dejetos já utilizados na suinocultura, mostrou-se eficiente na redução da matéria orgânica e dos componentes inorgânicos dos dejetos. Esse sistema atendeu dois segmentos da conservação e preservação ambiental: tratou os efluentes prejudiciais ao meio ambiente e também preservou o recurso natural finito, a água.

6 CONCLUSÕES

O sistema de tratamento de dejetos proposto atendeu o objetivo do trabalho, pois a água residuária obtida não influenciou no desempenho zootécnico dos suínos.

Os principais microminerais suplementados para suínos nas fases de crescimento e terminação Cu, Fe, Mn e Zn obtiveram redução na água residuária de 45%, 73%, 48% e 81% respectivamente na fase de crescimento. Na fase de terminação Cu reduziu 65%, Fe 72%, Mn 70% e Zn 30%.

A DQO reduziu 81% e 90% na fase de crescimento e terminação, respectivamente. A DBO obteve redução de 38% na fase de crescimento e 91% na fase de terminação. Os valores de pH foram semelhantes entre os tratamentos nas duas fases.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – Relatório Anual de Carnes. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suinios/25RO/Cen%C3%A1rio%20Carnes%202014%202015.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2015.

ANGONESE, A. A. et al., Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental**. v. 10, n. 3, p. 745-750, 2006.

BARTHEL, L. **Lagoas de alta taxa, maturação e aguapés em sistema de tratamento de dejetos suínos: avaliação de desempenho e dinâmica planctônica**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. 2007.

BELLAVER, C.; OLIVEIRA, P. A. Balanço da água nas cadeias de aves e suínos. Engormix-Avicultura. 2009. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/balanco-agua-aves-suinios-t223/124-p0.htm#_=_>. Acesso em: 22/02/2016.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Tecnologia & Inovação Agropecuária**. p. 152-169, 2008.

BRASIL. Conselho nacional do meio ambiente (CONAMA). 1986.

_____. Meio Ambiente – Recursos Hídricos. Portal Brasil, 2014. Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/recursos-hidricos>>. Acesso em: 22 out. 2015.

_____. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1991.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 9 nov. 2015.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

CHAGAS, D. S. et al. Disponibilidade de elementos tóxicos em fertilizantes orgânicos utilizados na cafeicultura do sudoeste da Bahia. Anais... 50º Congresso Brasileiro de Química, Cuiabá, MT, 2010.

CONAB. Perspectiva para a Agropecuária na Safra 2013/14. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_12_17_43_13_09_carnes.pdf> Acesso em: 3 out. 2015.

COPETTI, A. C. C.; MALMANN, F. J. K.; RHEINHEIMER, D. S. **Manual para Análises de Água e Efluentes**. Universidade Federal de Santa Maria, Laboratório de Análises Rurais, Santa Maria: UFSM, 2009.

COSTA O. A. D. et al. Caracterização do sistema hidráulico e da qualidade da água em granjas de suínos da região sul do Brasil nas fases de creche, crescimento e terminação. **Comunicado Técnico**. CT/247, EMBRAPA suínos e aves, jun., p. 1-5, 2000.

COSTA, T. V. M. et al. A competitividade da suinocultura da região da produção/RS através da análise do cluster agroindustrial. **Teoria e Evidencia Econômica**, v. 9, n. 17, p. 97-122, 2001. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/83014>>. Acesso em: 28 out. 2015.

DAGA, J. et al. Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos de instalações para suinocultura em propriedades na região oeste do Paraná. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 587-595, set./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n3/a01v27n3.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

DIESEL, R.; MIRANDO, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo Pesquisa & Extensão - BIPERS**. EMATER/RS, ago. 2002.

FAO. Pollution from industrialized livestock production. 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 28 set. 2015.

FERREIRA, L. et al. **A importância da gestão integrada da água**: novos desafios para a gestão ambiental no sector suinícola. Congreso Iberico 1 y Congreso Nacional de Agroingeniería 4. Albacete, Espanha, 2007. p. 104-106.

FIGLIARELLI, C.; CERETTA, C. A.; GIACOMINI, S. J.; TRENTIN, G.; LORENSINI, F. Liberação do N em solos de diferentes texturas com ou sem adubos orgânicos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1187-1192, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782012000700008&script=sci_arttext>. Acesso em: 06 nov. 2015.

GAUDRÉ, D.; QUINIOU, N. What mineral and vitamin levels to recommend in swine diets? **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 190-200, 2009.

GOMES, G. S. **Sistemas de produção de suínos e o impacto ao ar livre**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 483-492, jul./set. 2007.

GONÇALVES, R. G.; PALMEIRA, E. M. Suinocultura brasileira. **Revista acadêmica de economia**. n. 71, 2006.

HACHMANN, T. L.; et al. Resíduos de aves e suínos: Potencialidades. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 59-65, 2013.

HESPANHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

HOEKSTRA, A.; MEKONNEN, M. **The water footprint of humanity**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 109, n. 9, p. 3232-3237, 2012.

IBGE - Produção da Pecuária Mundial. 2014.

_____. Banco de dados agregados. 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=p&o=28&i=P>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

KUNZ, A. et al. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A.; HIGARASHI, M. M.; SANGOI, V. **Recomendações técnicas para uso de esterqueiras para a armazenagem de dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, n. 361, 1-4, 2004.

LEITE, A. M. F. **Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos**. Dissertação (mestrado). Universidade Católica de Brasília, 2003.

LIMA G. J. M. M. et al. As diarreias nutricionais na suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**. 37 (Supl 1): p. 17-30, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/actavet/37-suple-1/suinos-03.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2015.

LIMA G. J. M. M.; PIOCZCOVSKI, G. D. **Água**: principal alimento na produção animal. Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos. Concórdia, 2010.

LIMA, M. M. et al. Ácidos orgânicos e ácidos graxos de cadeia média em dietas de suínos em crescimento e terminação. **Anais**. XVII Congresso ABRAVES, Campinas, 2015.

LOBATO, M. B. Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 31-47, 2006.

LORA, A. G. Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. **Anais**. Congresso Internacional sobre Nutrição Animal e Alimentos Seguros, CBNA. Campinas, 2007.

LOVATTO, P. A. et al. Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura gaúcha: interface vegetal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, 2010.

LUDKE, J. V. E.; LUDKE, M. C. M. M. Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente. Embrapa – CNPSA, 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc_artigos/artigos_d0j94t4h.html>. Acesso em: 09 fev. 2016.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. São Paulo: Manole, 2003.

- MARINHO, P. C. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061-1068, 2007.
- MARTINEZ, J. et al. Influence of Treatment Techniques for Pig Slurry on Methane Emissions during Subsequent Storage. **Biosystems Engineering**, v. 85, p. 347-354, 2003.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out/dez 2002.
- MIRANDA, C. R.; BONÊZ, G. (Org.). **Dia de Campo: suinocultura e meio ambiente:** termo de ajustamento de condutas da suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009.
- OLIVEIRA, P. A. V. Impacto ambiental causado pela suinocultura. Congresso Internacional de Zootecnia, V. Congresso Nacional de Zootecnia, XII, **Anais**. Uberaba, ZOOTECA, p. 143-161, 2003.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. Documento, 27. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/434003>>. Acesso em: 21 set. 2015.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos:** Manual de Boas Práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Uso racional da água na suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento 2002. p. 63-71.
- OLIVEIRA, P. A. V.; NUNES, M. L. A. **Sustentabilidade Ambiental da Suinocultura**. Disponível em: <<http://www.ufvjm.edu.br/disciplinas/agr006/files/2014/08/Sustentabilidade-ambiental-da-suinocultura-EMBRAPA.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.
- OLIVEIRA, P. J. P. **Tratamento secundário e terciário de dejetos de suínos utilizando lagoas de alta taxa algal, aerada e maturação**. Dissertação, UFSC, SC, 2002.
- ONU - World Population Prospects. 2015. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/>>. Acesso em: 19 jan. 2016.
- ORRICO JÚNIOR, M. A. et al. Compostagem de Resíduos da Produção Avícola: Cama de frango e Carcaças de Aves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 538-545, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n3/17.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2015.
- OVIDO-RONDON, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37nspe/a28v37nsp.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2015.

PALHARES, J. C. **O manejo hídrico na produção de suínos.** 2011. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.br/bitstream/doc/905188/1/Aguassuinos.pdf>. Acesso em: 14 set. 2015.

PALHARES, J. C. **Qualidade da água para suínos e aves.** Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_o8s52x0r.pdf>. Acesso em: 02/11/2015.

PALHARES, J. C. **Quantidade e qualidade da água na produção de suínos.** Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos. Concórdia, 2010.

PELLISSARI, R. A. Z. et al. **Lodo têxtil e água residuária da suinocultura na produção de mudas de Eucalyptus grandis (W, Hill ex Maiden).** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 29, n. 2, 2009.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, documento 85, 2003.

PEREIRA, E. R. **Desempenho e caracterização microbiana do processo de dois estágios com reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente com manta de lodo (UASB) tratando águas residuárias de suinocultura.** Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PEREIRA, E. R. **Qualidade da água residuária em sistemas de produção e de tratamento de efluentes de suínos e seu reuso no ambiente agrícola.** Tese (Doutorado Agronomia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006.

PEREIRA, E. R.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BUDIÑO, F. E. L. **A questão ambiental e os impactos causados pelos efluentes da suinocultura.** 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm>. Acesso em: 30 set. 2015.

PEREIRA-RAMIREZ, O.; QUADRO, M. S.; ANTUNES, R. M.; KOETZ, P. R.; et al. Influência da carga orgânica aplicada no pós-tratamento de águas residuárias de suinocultura por contactores biológicos rotatórios e reator anóxico. **R. Bras. Agroc.**, v. 9, n. 3, p. 273-286, 2003.

PICOT, B.; MOERSDIK, S.; CASELLAS, C.; BONTOUX, J. Using diurnal variations in the highrate algal pond for management pattern. **Water Science Technology**, Oxford, v. 28, n. 10, p. 169-75, 1993.

POMAR, C. et al. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 226-237, 2009.

POTE, D. H.; REED, B. A.; DANIEL, T. C.; NICHOLS, D. J.; MOORE, P. A.; EDWARDS, D. R. Water-quality effects of infiltration rate and manure application rate for soils receiving swine manure. **Journal Soil and Water Conservation**, v. 56, n. 1, p. 32-37, 2001. Disponível em: <<http://www.jsowconline.org/content/56/1/32.abstract>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologias de tratamento**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2012.

RODRIGUES, J. P. **Efeito da adição de óleo e lipase sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos suínos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.

RODRIGUES, P. B. et al. Manejo da dieta para reduzir o impacto ambiental da excreção de nutrientes na avicultura. VII Seminário de Aves e Suínos – AveSui Regiões. **Anais**. Belo Horizonte, MG, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352011000300018&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 out. 2015.

ROHENKOHL, J. E. **Os sistemas de terminação de suínos: uma análise econômica e ambiental a partir da teoria dos conjuntos fuzzy**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2664/000374420.pdf?sequence=1&locale=en>>. Acesso em: 28 out. 2015

ROQUETE PINTO, et al. **Utilização da planta aquática jacinto d'água para remoção e recuperação de mercúrio de efluentes industriais**. Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1992.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

SABESP. Norma Técnica Interna: Sólidos. São Paulo, 1999.

SANCHES, J. F. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural Online**, Santa Maria, 2009.

SANTOS, H. F.; MANCUSO, P. C. S. **A escassez e o reuso de água em âmbito mundial**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. p. 1-19.

SANTOS, M. A. A. et al. Esterqueiras: avaliação físico-química e microbiológica do dejetos suíno armazenado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 537-543, mai./ago. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n2/a24v27n2>>. Acesso em: 06 jan. 2016.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR, J. Balanço energético em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, 2004.

SAS - Institute. SAS Users guid: Statistics. Version 8. Carry, NC, 2000

SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D.; ROSARIO, M. F.; SILVA, M. A. N. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 578-583, 2007.

SEGANFREDO, M. A. **A Questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo**. EMBRAPA - Suínos e Aves, Concórdia, 2000.

SEGANFREDO, M. **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 13-36.

SHAW, M.; BEAULIEU, A. D.; PATIENCE, J. F. Effect of diet composition on water consumption in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 11 p. 3123-3132, 2006. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CC0QFjABahUKEwicvcWwyrHIAhVEFJAKHUU3Cmk&url=https%3A%2F%2Fwww.animalsciencepublications.org%2Fpublications%2Fjas%2Fpdfs%2F84%2F11%2F0843123&usg=AFQjCNF4H7ee2qVk6kEHnNJPErkFhVFz6Q&sig2=P6lOg1R71H70ldWVQ-IcgQ>> Acesso em 23 set. 2015.

SILVA, C. L.; BASSI, N. S. S. Análise dos impactos ambientais no Oeste Catarinense e das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves. **Anais**. VI Encontro Nacional da ANPPAS, Belém, 2012. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT7-946-803-20120621110037.pdf>>. Acesso: 21 out. 2015.

SILVA, N. V. P. **Bacillus subtilis em dietas de suínos nas fases de crescimento e terminação: resposta no desempenho, balanço nutricional, microbiológica e econômica**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, 2013.

SIPS. Cadeia de produção suína. Sindicato das Indústrias de Produtos Suínos do Rio Grande do Sul, jan. 2009.

Sociedade Nacional de Agricultura. Gerenciamento hídrico na suinocultura pode reduzir uso de água em até 50%. Sociedade Nacional de Agricultura, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://sna.agr.br/gerenciamento-hidrico-na-suinocultura-reduz-uso-da-agua-em-ate-50/>>. Acesso em: 14/11/2015.

TALAMINI, E. **Mercado Internacional da Carne Suína**: variáveis que influenciam no número de países importadores. XLIII Congresso da SOBER, Ribeirão Preto, 2005.

TAVARES, J. M. R. et al. Redução do consumo de água e da produção de dejetos na suinocultura - um caminho para sustentabilidade. **Anais**. 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Goiânia, 2013.

TAVARES, J. M. R. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

TELLES, D. D.; COSTA, R. P. **Reúso da água**: conceitos, teorias e práticas. 2. ed., São Paulo: Blucher, 2010.

TELOEKEN, A. **Modelagem matemática do tratamento de dejetos suínos em unidades de produção agropecuárias**. Dissertação (Mestrado). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

TESTA, V. M. Desenvolvimento sustentável e a suinocultura do Oeste catarinense: desafios econômicos, sociais e ambientais. In: GUIVANT, J.; MIRANDA; ROCHA, C. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura**. Chapecó: Argos, 2004.

TURNER, S.; EDWARDS, S.; BLAND, V. C. The influence of drinker allocation and group size on the drinking behaviour, welfare and production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 617-624, 1999.

VELHO, V. F. **Utilização de reservatórios de estabilização para polimento e reuso de efluente proveniente de sistema de tratamento de dejetos suínos**. 2011. Dissertação (Mestrado –Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

VERMEER, H. M.; KUIJKEN, N.; SPOOLDER, H. A. M. Motivation for additional water use of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 124, n. 1-3, p. 112-118, sep. 2009. Disponível: <[http://www.livestockscience.com/article/S1871-1413\(09\)00025-0/abstract](http://www.livestockscience.com/article/S1871-1413(09)00025-0/abstract)>. Acesso em: 04 jan. 2016.

VIVAN, M. et al. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 399-410, mar./abr. 2011.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, v. 2, 1996.

WEISS, L. H. N. et al. Ocorrência de Salmonella sp em suínos de terminação no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, 2002.

ZANOTELLI, C. T. **Modelagem matemática de nitrogênio e fósforo em lagoas facultativas e de aguapés para tratamento de dejetos de suínos**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

ANEXOS

Anexo A – Temperatura e Umidade relativa (UR) em maio e junho de 2010

DATA	Temp. (°C)		UR
	Min.	Max.	
01/5	7,2	26,2	79
02/5	7,0	27,0	79
03/5	13,0	26,4	90
04/5	16,2	20,2	88
05/5	14,1	22,8	90
06/5	11,5	25,4	85
07/5	14,4	17,4	87
08/5	11,0	19,6	76
09/5	9,9	19,8	82
10/5	9,0	17,2	90
11/5	12,4	17,4	92
12/5	12,2	22,0	86
13/5	10,4	21,2	89
14/5	11,4	24,8	89
15/5	13,1	27	81
16/5	13,7	17,8	88
17/5	11,0	18,8	89
18/5	14,0	16,2	98
19/5	10,6	19,8	81
20/5	14,1	19,8	92
21/5	16,5	22,4	89
22/5	17,6	24,2	85
23/5	16,8	23,2	86
24/5	18,1	20,4	90
25/5	13,6	19,6	84
26/5	8,5	18,4	91
27/5	12,0	20,4	88
28/5	15,3	20,2	94
29/5	15,3	20,0	93
30/5	14,6	19,4	88
31/5	7,8	14,6	88
01/6	4,1	17,0	88
02/6	8,8	12,2	84

03/6	9,1	23,8	87
04/6	15,2	17,2	97
05/6	11,4	18,6	72
06/5	6,1	21,2	82
07/6	6,3	20,2	87
08/6	7,3	17,8	86
09/6	5,6	15,4	79
10/6	3,5	16,2	88
1/6	9,4	19,0	84
12/6	10,5	19	79
13/6	11,9	20,2	83
14/6	12,5	23,2	62
15/6	16,0	25,0	82
16/6	15,7	21,6	96
17/6	15,8	17,6	93
18/6	14,1	21,4	94
19/6	15	21,4	91
20/6	7,2	15,2	86
21/6	3,5	17,2	82
22/6	1,8	18,0	85
23/6	4,3	21,4	62
24/6	18,2	28,4	78
25/6	12,6	18,4	98
26/6	12,5	18,6	93
27/6	14,5	28,4	72
28/6	12,8	18,6	90
29/6	10,7	16,0	92
30/6	12,9	20,0	96

Anexo B – Análises microbiológicas das baías do tratamento água residuária

		02/5	09/5	18/5	25/5	01/6	08/6	15/6	22/6	26/6
BAIA 1	E ¹ .Coli	8x10 ⁴	4x10 ³	2x10 ²	7x1 ⁴	2x10 ²				
	Colif. Totais ²	8x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴	8x10 ⁴	3x10 ⁴				
	Colif.Termot. ³	2x10 ³	2x10 ³	5x10 ⁴	4x10 ³	5x10 ⁴	5x10 ⁴	4x10 ⁴	4x10 ⁴	5x10 ⁴
BAIA 3	E.Coli	1x10 ³	3x10 ²	1x10 ²	1x10 ³	1x10 ²	3x10 ²	3x10 ²	3x10 ²	4x10 ²
	Colif.Totais	3x10 ³	4x10 ³	2x10 ⁴	3x10 ³	2x10 ⁴	2x10 ⁴	2x10 ⁴	5x10 ⁴	5x10 ⁴
	Colif. Termot.	-	0	0	3x10 ³	2x10 ⁴	3x10 ⁴	2x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴
BAIA 7	E.Coli	6x10 ⁴	2x10 ²	0	6x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴	4x10 ⁴
	Colif.Totais	6x10 ⁴	3x10 ³	3x10 ⁴	6x10 ⁴	3x10 ⁴				
	Colif. Termot.	4x10 ⁴	0	0	6x10 ⁴	2x10 ⁴	3x10 ⁴	2x10 ⁴	5x10 ⁴	6x10 ⁴
BAIA 11	E.Coli	1x10 ⁴	3x10 ²	0	1x10 ⁴	1x10 ⁴	1x10 ⁴	2x10 ⁴	1x10 ⁴	1x10 ⁴
	Colif.Totais	2x10 ⁴	4x10 ³	5x10 ³	2x10 ⁴	5x10 ³	5x10 ³	5x10 ³	6x10 ³	5x10 ³
	Colif. Termot.	7x10 ³	5x10 ⁴	3x10 ³	7x10 ³	3x10 ³				
BAIA 17	E.Coli	2x10 ²	1x10 ²	0	2x10 ²	3x10 ⁴				
	Colif.Totais	4x10 ³	6x10 ³	0	4x10 ³	3x10 ⁴				
	Colif. Termot.	0	4x10 ⁴	0	3x10 ³	5x10 ³	4x10 ³	5x10 ³	5x10 ³	6x10 ³
BAIA 20	E.Coli	0	1x10 ²	4x10 ⁴	2x10 ⁴	4x10 ⁴	4x10 ⁴	4x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴
	Colif.Totais	1x10 ³	2x10 ³	9x10 ⁴	1x10 ³	9x10 ⁴	6x10 ⁴	6x10 ⁴	7x10 ⁴	3x10 ⁴
	Colif. Termot.	0	0	4x10 ⁴	2x10 ⁴	4x10 ³	4x10 ³	2x10 ³	4x10 ³	5x10 ³
BAIA 21	E.Coli	0	2x10 ²	1x10 ⁴	2x10 ⁴	1x10 ⁴	2x10 ⁴	2x10 ⁴	1x10 ⁴	3x10 ⁴
	Colif.Totais	1,2x10 ³	3x10 ³	7x10 ⁴	2x10 ³	7x10 ⁴	7x10 ⁴	5x10 ⁴	6x10 ⁴	4x10 ⁴
	Colif. Termot.	4x10 ³	0	6x10 ³	3x10 ³	3x10 ³	3x10 ³	3x10 ³	4x10 ³	5x10 ³
BAIA 23	E.Coli	3x10 ²	2x10 ²	1x10 ⁴	3x10 ²	1x10 ⁴	1x10 ⁴	2x10 ⁴	1x10 ⁴	2x10 ⁴
	Colif.Totais	7x10 ³	3x10 ³	2x10 ⁴	7x10 ³	2x10 ⁴	2x10 ⁴	2x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴
	Colif. Termot.	0	5x10 ⁴	3x10 ⁴	2x10 ⁴	6x10 ⁴	5x10 ⁴	6x10 ⁴	6x10 ⁴	6x10 ⁴

¹Escherichia Coli; ²Coliformes; ³Coliformes termotolerantes