

RENATA MENDES TAVARES

UTILIZAÇÃO DA MORINGA EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS

**ALFENAS
2012**

RENATA MENDES TAVARES

UTILIZAÇÃO DA MORINGA EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS

**Dissertação apresentada à
Universidade José do Rosário
Vellano – UNIFENAS como
parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal.**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adélia Pereira Miranda

**ALFENAS
2012**

Tavares, Renata Mendes

Utilização da moringa em água residuária de suínos/.—
Renata Mendes Tavares. – Alfenas, 2012.

35 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Adélia Pereira Miranda

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universi-
dade José do Rosário Vellano

1.Suinocultura 2. Gestão ambiental 3. Dejetos I. Título

CDU: 582.683.4:636.4(043)



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "UTILIZAÇÃO DA MORINGA EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS".

Autor: Renata Mendes Tavares

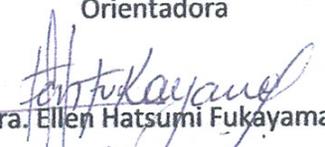
Orientador: Profa. Dra. Adélia Pereira Miranda

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL** pela Comissão Examinadora.



Profa. Dra. Adélia Pereira Miranda

Orientadora



Profa. Dra. Ellen Hatsumi Fukayama Neme



Profa. Dra. Laura Helena Órfão

Alfenas, 26 de setembro de 2012.



Prof. Dr. Adauton Vilela de Rezende
Coordenador do Programa
Mestrado em Ciência Animal

Dedicatória

A Deus, a minha família, amigos, colegas de Mestrado e orientadora pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

- A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar o caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

- A minha orientadora e amiga Prof^a. Dr^a. Adélia Pereira Miranda, por acreditar em mim, me mostrar o caminho da ciência, fazer parte da minha vida nos momentos bons e ruins, por ser exemplo de profissional e de mulher, a qual sempre fará parte da minha vida.

A banca examinadora Prof^a. Dr^a Ellen Hatsumi Fukayama Neme, Prof. Dr. Kleber Pelícia, Prof^a. Dr^a. Laura Helena Órfão e Prof. Dr. Nikolas Amaral.

- A minha família, meu pai Renato de Souza Tavares e minha mãe Geralda Mendes Tavares, as quais amo muito, pelo carinho, paciência e incentivo.

- A amiga Fabiola Barros Nogueira por sua ajuda nos momentos mais críticos, por acreditar no futuro deste projeto e contribuir para o meu crescimento profissional. Sua participação foi fundamental para a realização deste trabalho.

- Aos amigos e colegas Anamara Pereira, Alan Kardec, Alexandre Kitagawa, Ariadne Mendes, Leonardo José Rennó Siqueira, Jules Lima e Jussara Reis Calixto que fizeram parte desses momentos sempre me ajudando e incentivando.

- Ao meu grande amigo Luiz Paulo Andrade, por todo apoio, pela amizade e força.

- A Prof^a. Dr^a. Laura Helena Órfão pela colaboração nas análises estatísticas.

- Aos meus queridos professores do Mestrado em Ciência Animal, Prof. Dr. Aداuton Vilela de Resende, Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto, Prof. Dr. Kleber Pelícia, Prof. Dr. Paulo Figueiredo Vieira, Prof. Dr. Paulo Roberto Corrêa Landgraf, Prof^a. Dr^a. Roberta Bessa e Prof. Dr. Rodrigo Fortes.

EPÍGRAFE

**"A maneira como você encara a vida é
que faz a diferença.
A vida muda quando você muda."**

Luiz Fernando Veríssimo

RESUMO

TAVARES, Renata Mendes. **Utilização de Moringa em água residuária de suínos.** Orientadora: Adélia Pereira Miranda. Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS – Alfenas - MG* Dissertação (Mestrado em Ciência Animal).

A suinocultura é considerada altamente poluente devido a grande quantidade de dejetos gerados, sendo importante o tratamento ou reutilização dos efluentes gerados. A semente de moringa pode ser utilizada como alternativa para tratamento de águas residuárias e assim sendo, objetivou-se avaliar a eficiência do tratamento de água residuária de suinocultura utilizando a semente de moringa. Sementes trituradas de moringa foram adicionadas à água residuária nas dosagens 0,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0 g/litro e nas mesmas dosagens adicionada 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 g de cal hidratada. Foram medidos os tempos de coagulação e formação de sobrenadante do efluente, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e teores de nitrogênio e fósforo da água residuária antes e após a utilização das sementes de moringa trituradas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um fatorial 7 x 6, utilizando três repetições em cada tratamento. A medida que se aumentou a concentração de semente de moringa e a dose de cal hidratada aumentou-se o tempo de coagulação. A maior formação de sobrenadante ocorreu quando se adicionou 4,0 g de moringa isoladamente, pois nos tratamentos contendo a cal, não houve separação de fases, portanto não se formou sobrenadante. O aumento do pH ocorreu com a adição da cal, atingindo o valor 6,5. Os valores médios de DQO e DBO após o tratamento foram, respectivamente, 107 e 78 mg/L e alcançaram a eficiência de redução de 84 e 79%, reduções estas suficientes para a permissão da disposição da água residuária tratada em cursos d'água classe II e III. As concentrações de nitrogênio e fósforo diminuíram após a adição da semente de moringa. A semente de moringa deve ser utilizada isoladamente no tratamento de água residuária de suinocultura, pois proporcionou menores tempos de coagulação, formação de sobrenadante, pH ideal para floculação eficiente e valores satisfatórios de DQO, DBO, nitrogênio e fósforo.

Palavras chaves: suinocultura, gestão ambiental, dejetos

ABSTRACT

TAVARES, Renata Mendes. **Use of Moringa in swine wastewater**. Orientadora: Adélia Pereira Miranda. Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS – Alfenas - MG* Dissertação (Mestrado em Ciência Animal).

The pig is considered polluting due to large amount of waste generation. Therefore, it is important to implement measures of treatment or reuse of wastewater generated. The seed of Moringa can be used as an alternative for treatment of wastewater. The objective was to evaluate the treatment efficiency of swine wastewater using moringa seed. Crushed moringa seeds were added to wastewater from pig manure at doses 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0 and 8.0 g / liter in the same dosages and added to 1.0 , 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 g of hydrated lime. We measured the time of coagulation and flocculation effluent using equipment Jar-Test, pH, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and nitrogen and phosphorus from wastewater before and after the test to APHA (2005). The experimental design was completely randomized factorial or 6 x 6, using three replicates per treatment. The increased as the concentration of Moringa seeds and the dose of hydrated lime, there was an increase in clotting time. The process of coagulation / flocculation took place efficiently when the jug was added alone. In treatments containing lime, no phase separation, so there is formed supernatant. The pH increase occurred with the addition of lime, reaching the value 6.5, which is ideal for good flocculation. The average values of COD after treatment was 107 mg / l and BOD values of 78 mg / L, and concentrations of nitrogen and phosphorus. Moringa should be used alone in treating swine wastewater, as provided under times of coagulation / flocculation, pH ideal for efficient flocculation and values of COD and BOD achieved efficiency standard required by law for the discharge of effluents into bed d water.

Keywords: swine, environmental management, waste

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

		Página
FIGURA 1	Moringa: Árvore de Moringa (A), folha longo-peciolada (B) e vagem (C).....	12
FIGURA 2	Semente de Moringa.....	13
FIGURA 3	Jar Test utilizado para análises de floculação e coagulação de água residuária de suinocultura.....	17
FIGURA 4	Valores médios de pH de água residuária de dejetos de suínos obtida a diferentes tratamentos com Moringa com e sem cal hidratada.....	20
FIGURA 5	Valores médios de tempo de coagulação de água residuária de dejetos de suínos obtida a diferentes tratamentos com Moringa com e sem cal hidratada.....	21
FIGURA 6	Valores médios de sobrenadante de água residuária de suinocultura, em ml/L, obtida após diferentes tratamentos com Moringa.....	22
FIGURA 7	Sobrenadante de água residuária de suinocultura tratada com 4,0 gramas de Moringa.....	23

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Valores médios de DQO e DBO, em mg/L de O₂, de água residuária de suinocultura antes e após tratamento com Moringa..	23
TABELA 2	Teores médios dos nutrientes da água residuária de suinocultura, adicionada a moringa e moringa mais cal hidratada.....	25
TABELA 3	Teores médios dos nutrientes do lodo orgânico gerado a partir da água residuária de suinocultura, adicionada a moringa e moringa mais cal hidratada.....	26
TABELA 4	Teores médios dos nutrientes de sobrenadante gerado a partir da água residuária de suinocultura, adicionada a moringa.....	27

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. Os dejetos suínos e a poluição do solo e da água	13
2.2. Poluição por dejetos suínos e a legislação ambiental	14
2.3. Sistemas de tratamento	15
2.4. Tecnologias de manejo	16
2.5 Uso de água residuária na adubação.....	18
2.6. Descarte de água residuária em curso d'água.....	20
2.7. Produtos usados para tratamento de água residuária.....	20
2.8. Utilização da Moringa no tratamento de águas residuárias.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Local do experimento.....	26

3.2. Tratamentos.....	26
3.3. Obtenção e preparação das sementes.....	27
3.4. Caracterização do efluente.....	27
3.5. Análises realizadas.....	27
a) Tempo de coagulação/floculação.....	27
b) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio	28
c) Teores de nitrogênio e fósforo.....	28
3.6. Análises estatísticas.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Caracterização da água residuária	30
4.2. pH.....	30
4.3. Tempo de Coagulação	31
4.4. Sobrenadante.....	32
4.5. Demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de	34
4.6. Teores médios de nitrogênio e fósforo.....	36
5. CONCLUSÃO.....	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

UTILIZAÇÃO DA MORINGA EM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS

1. INTRODUÇÃO

Com a industrialização, a criação de suínos confinados evoluiu tão rapidamente como a população humana no mundo. A tendência é em direção à suinocultura mais concentrada com números de rebanhos em milhares. Associado ao crescimento do plantel está a grande quantidade de dejetos gerados, incluindo matéria orgânica, nutrientes inorgânicos e emissões gasosas.

Em regiões com grande número de suinocultores, o lançamento de dejetos no ambiente tem exigido que se leve em conta critérios técnicos e de manejo, pois os excrementos são ricos em matéria orgânica, nutrientes e bactérias fecais. Portanto, é importante impedir que os despejos venham a atingir os corpos hídricos a fim de manter a qualidade de vida das pessoas que se utilizam destes mananciais.

As conseqüências da poluição dos mananciais de água são o aumento das taxas de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) causado pela respiração dos microorganismos que estão envolvidos diretamente no processo de depuração. De certo modo, atinge também a fauna e a flora da comunidade e do entorno, diminuindo toda a cadeia alimentar, promovendo o seu desequilíbrio e propiciando o crescimento de insetos indesejáveis para o bem estar da população da região.

Os custos para despoluir o meio ambiente podem ser maiores que os benefícios econômicos da atividade suinícola e, por essa razão, é preciso estabelecer processos de produção que minimize os impactos ambientais.

Muitos países em desenvolvimento dificilmente podem suportar os elevados custos dos produtos químicos importados para o tratamento de águas residuais. Neste contexto, um coagulante ambientalmente correto e barato apresenta uma alternativa viável para o tratamento de águas residuais. Sendo assim, em vários países, inúmeras

plantas estão sendo utilizadas como coagulantes e/ou floculantes naturais, onde alguns biopolímeros vêm sendo investigados mais intensamente que outros, como é o caso da quitosana, do tamarindo e da moringa (*Moringa oleifera* Lam).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a eficiência do tratamento de água residuária de suinocultura utilizando sementes de moringa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Os dejetos suínos e a poluição do solo e da água

Os principais problemas acarretados ao meio-ambiente pelos dejetos de origem suína são dois: a poluição do solo e a contaminação dos mananciais d'água das regiões suinocultoras. Isto se deve à composição físico-química de tais dejetos, ricos em determinados elementos químicos, como o nitrogênio (N) e o fósforo (P), cuja concentração excessiva prejudica não só água e solo como o organismo dos seres vivos expostos a estes (OLIVEIRA, 2004)

É prática comum, nas áreas suinocultoras, utilizar os dejetos dos animais como adubo orgânico. Sabe-se que dejetos suínos possuem grande capacidade de fertilização se usados de forma correta, porém o uso puro e simples deste tipo de fertilizante natural não garante a qualidade da adubação nem livra o meio-ambiente da degradação (PENZ JUNIOR, MEINERZ E MAGRO, 2001).

Para entender melhor o risco que os dejetos suínos representam para o solo convém examinar, detalhadamente, a composição de tal material orgânico. Os dejetos de suínos são 100 vezes mais poluentes que o esgoto urbano e representam grande problema ambiental (OLIVEIRA JUNIOR, 2005). Seganfredo (2000) acrescenta que a poluição ambiental causada pelos dejetos dos suínos é um problema muito sério devido ao elevado número de contaminantes presentes nestes, causando uma forte degradação do ar, do solo e principalmente dos recursos hídricos, tanto de águas superficiais como águas subterrâneas.

De acordo com Lee e Coulter (1990), citados por Penz Junior, Meinerz e Magro (2001), em vários rios europeus o nitrogênio dos dejetos animais acabou contribuindo entre 40 e 60% da porcentagem total encontrada deste elemento químico, ao mesmo tempo em que se verifica uma correlação positiva entre a concentração de nitrato e nitrito nos rios e o nível de aplicação de nitrogênio no solo (fertilizantes e dejetos). Isto explica porque o índice de nitrogênio adicionado ao solo pelo uso de dejetos suínos como adubo, na Holanda, no início do século, alcançou o valor total de 90.000 toneladas/ano, tendo tal valor aumentado, posteriormente, para 450.000 toneladas/ano.

O excesso de fósforo, assim como de nitrogênio e outros nutrientes nos cursos d'água favorece o desenvolvimento desordenado de algas. A decomposição destas algas consome o oxigênio dissolvido na água. Esta decomposição compromete o crescimento de espécies aquáticas, como peixes e crustáceos. O fósforo em excesso acumula-se no solo e só é dissolvido na água dos rios quando a capacidade de retenção deste pelo solo fica prejudicada.

No caso dos microminerais é sabido que níveis relativamente baixos de cobre podem causar a morte de peixes, algas e fungos. Oliveira (1994) cita que níveis de cobre de 0,025 a 0,2 mg/L são tolerados pelo organismo dos peixes e que o zinco, por seu lado, pode comprometer o desenvolvimento destes e das algas.

2.2. Poluição por dejetos suínos e a legislação ambiental

Poluição das águas é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações e ainda comprometer a sua atividade para fins agrícolas, industriais, comerciais, recreativos e principalmente a existência normal da fauna aquática, segundo decreto Nº 50.877, de 29 de junho de 1961.

Os padrões de qualidade da água estão estabelecidos na Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, n. 20/86. Nela as águas são classificadas em doces, salinas e salobras e segundo o seu uso predominante. A divisão de classes considera, ainda, o tratamento recebido pela água. Ultrapassando os padrões estabelecidos, ocorrerá a poluição (KUNZ et al., 2004).

A legislação brasileira, por meio do CONAMA, através 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 pode ser feito desde que tratado para obter os mesmos padrões qualitativos da água do rio, ou seja, permita a autodepuração.

A criação de suínos também acarreta a produção de mau cheiro, responsável por atrair grande número de insetos, muitos dos quais danosos à saúde e o bem estar da população rural e mesmo dos animais. Essa é uma das razões pelas quais essa atividade rural está sujeita ao controle ambiental, através do licenciamento ambiental, cuja aplicação encontra-se prevista no art. 60 da Lei Federal n. 9.605/95 (CONAMA, 1995).

2.3. Sistemas de tratamento

O manejo dos dejetos de suínos faz parte de qualquer processo produtivo de uma granja e interfere no planejamento das instalações que suportam a demanda da produção. Para o funcionamento do sistema de tratamento de dejetos alguns pontos devem ser observados e entre eles podem ser citados: o potencial de poluição, a mão-de-obra utilizada no processo, a legislação, a área disponível para a armazenagem e o custo (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Os sistemas de tratamento consistem em decompor os dejetos suínos por meio de microrganismos, bactérias e fungos, que são considerados métodos biológicos, ou por meios físicos e químicos a fim de diminuir a poluição gerada (SCHMIDT et al.,2007). O tratamento físico-químico da água e efluentes é usado principalmente para controlar poluentes não removidos por processos biológicos convencionais, fazer o tratamento de água potável das estações de tratamento de água (ETAs) e reduzir a carga orgânica precedendo o tratamento biológico diminuindo o dimensionamento das estações de tratamento de esgotos (ETEs). No processo, o misturador hidráulico recebe os produtos químicos e inicia o processo de coagulação; após a dosagem e mistura dos produtos químicos com a água no misturador hidráulico, a água é enviada ao floco decantador e, por gravidade, dá-se a floculação e a decantação. Produtos químicos como coagulantes e auxiliares de floculação como o sulfato de alumínio, a cal hidratada ou virgem e gesso, são também usados (GIORDANO, 1999)

2.4. Tecnologias de manejo

No Brasil, utilizam-se diferentes formas de manejo de dejetos. Dentre estes se podem citar o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas e posterior aplicação no solo e o uso de biodigestores para a reciclagem de nutrientes e produção do biogás.

As esterqueiras e lagoas, desde que corretamente dimensionadas e operadas, são opções de baixo custo para produtores que possuem áreas de cultivo suficientes, onde esses resíduos possam ser utilizados como fertilizante orgânico, visto que o efluente não pode ser dispensado em cursos d'água. As recomendações agronômicas para essa prática devem ser respeitadas levando em conta o balanço de nutrientes, imprescindível para nortear a tomada de decisão e mitigar os impactos ambientais (SEGANFREDO, 1999).

O inconveniente no uso de esterqueiras é que muitos suinocultores encontram dificuldades na disposição de dejetos no solo e acabam deixando as esterqueiras

extravasarem e, assim, contaminar lençóis freáticos. Muitos produtores deixam de agitar a esterqueira de armazenamento de dejetos fazendo com que ocorra um assoreamento da lagoa. A agitação é essencial e recomendada quatro horas antes da retirada dos dejetos para transporte. Por fim, órgãos de vigilância ambiental determinam que 120 dias seria o tempo necessário para o armazenamento nas esterqueiras (SEGANFREDO, 2000).

Outra alternativa tecnológica são as lagoas de tratamento as quais são, via de regra, um sistema primário de separação das fases sólida e líquida, que é fundamental para diminuir o assoreamento do sistema e aumentar sua vida útil (MIRANDA et al., 1999).

A separação de fases é seguida por quatro lagoas em série, sendo que as duas primeiras são anaeróbias, a terceira é facultativa e, por último, uma lagoa de aguapés (PERDOMO, 2001). 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.

As lagoas também podem ser interligadas. Assim sendo, a primeira lagoa só perderá líquido para a segunda, a qual torna-se uma espécie de decantador. Porém, a deposição de lodo na primeira é muito mais alta e o assoreamento torna-se inevitável (MIRANDA, 1999).

A remoção da carga orgânica do sistema de lagoas atinge valores de até 99%. No entanto, alguns parâmetros, como os nutrientes N e P, ainda permanecem acima dos índices exigidos pela legislação ambiental aplicável (CONAMA, 1995), para o descarte em corpos d'água (BELLI FILHO et al., 2001). E aí se encontra uma das dificuldades encontrada pelos produtores para a implantação destes sistemas, pois nem todos os suinocultores possuem área disponível para implantação destes sistemas de tratamento.

Para resolver o problema de escassez de área, uma alternativa seria a implantação de biodigestores. Estes destinam-se a conter a biomassa e seu produto: o

biogás. Existem vários tipos de biodigestor, mas, em geral todos são compostos, basicamente, de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro para armazenar o biogás (SILVA e LUCAS JUNIOR, 1992)

Em relação ao abastecimento de biomassa, o biodigestor pode ser classificado em dois diferentes tipos, ou seja, o de abastecimento contínuo e o batelada. O contínuo é aquele no qual há o abastecimento diário de biomassa, com descarga proporcional à entrada de biomassa, utilizado, principalmente, na reciclagem de dejetos suínos e de bovinos leiteiros. Já no biodigestor batelada, utiliza-se a capacidade máxima de armazenamento de biomassa, retendo-a até a complexa biodigestão, ocasião em que se retiram os restos da digestão e faz-se nova recarga. O modelo de abastecimento batelada é mais indicado quando da utilização de materiais orgânicos de decomposição lenta e com longo período de produção, como no caso de palha ou forragem misturada a dejetos animais e para dejetos de aves de corte ou de bovinos em confinamento.

A implantação de biodigestores para beneficiamento de biogás nas propriedades rurais aproveitando os dejetos de bovinos e suínos poderia ser uma forma de minimizar os impactos ambientais e trazer benefícios para as pessoas que vivem no local, tais como a utilização do biogás em fogão doméstico, lampião, geladeira e como combustível para funcionamento de motores de combustão interna, chocadeira, secadores de grãos e ainda promoverá a devolução de produtos vegetais ao solo através de biofertilizante (SILVA e LUCAS JUNIOR, 1992).

Porém, em ambas as alternativas de manejo de dejetos supracitadas, o efluente gerado ainda não pode ser disposto em cursos d'água, pois não atingem a DBO e DQO exigida para tal disposição, a qual é de 60 mg/L para DBO e 180 mg/L para BQO. Portanto são alternativas interessantes desde que disponham o efluente gerado no solo, ou seja, na adubação de culturas.

2.5. Uso de água residuária na adubação

O dejetos líquido de suínos, também chamado de água residuária, em função de suas características químicas têm um alto potencial fertilizante, podendo substituir, em parte ou totalmente, a adubação química e contribuir significativamente para o aumento da produtividade das culturas e a redução dos custos de produção (SCHERER, 1999).

A adubação orgânica, com dejetos de suínos é um recurso disponível nas propriedades rurais, trazendo como consequência a redução dos custos de produção e uma maior margem de lucro para os produtores, fundamentais para a sustentabilidade econômica da suinocultura. Porém, o que tem sido observado nas regiões produtoras é o uso de dejetos sem critério algum, extrapolando muitas vezes a capacidade de suporte do solo em receber esses dejetos, causando poluição do ar, das águas superficiais e subterrâneas, do próprio solo, e também toxidez para as plantas, uma vez que as mesmas não conseguem absorver a grande quantidade de nutrientes aplicada (KOZEN, et al., 1997)

Na maioria das regiões produtoras de suínos no Brasil os dejetos são manejados na forma líquida, o que pode agravar o risco de poluição. Esses dejetos podem apresentar grandes variações na sua composição, dependendo do sistema de criação, do manejo adotado e, principalmente, da quantidade de água utilizada na higienização das instalações ou desperdiçada nos bebedouros. Um dos fatores responsáveis pela baixa concentração de nutrientes é, sem dúvida, a sua grande diluição em água (KOZEN, 2000).

Quando se destina ao uso como fertilizante, a redução da quantidade de água nos dejetos é fundamental, pois a concentração de nutrientes do esterco está diretamente relacionada com o teor de matéria orgânica. Um aumento na quantidade de água no esterco significa um aumento no custo final da adubação. Quanto maior for

a quantidade de água nos dejetos, maiores serão os custos de armazenamento, transporte e aplicação por unidade de nutriente (KOZEN, 2002).

A aplicação de dejetos na superfície do solo sem incorporação promove uma elevação nos teores de nutrientes na superfície do solo, o que favorece o transporte de nutrientes com escoamento superficial. Quanto mais incorporado ao solo, menor a concentração dos nutrientes no escoamento superficial (BADELUCCI, 1997).

O nitrogênio é um dos principais constituintes do dejetos líquido de suínos. O teor de nitrogênio total no dejetos de suínos pode alcançar de 40 a 50 g/kg na matéria seca (SEDIYAMA et al., 2000). O nitrogênio apresenta-se, na maioria dos casos, em maior proporção na forma amoniacal hidratada, podendo chegar a 70% do nitrogênio total. Portanto, após a sua aplicação no campo, o nitrogênio está suscetível a perdas, principalmente por volatilização da amônia (PORT et al., 2003).

O potencial do fósforo para contaminar o solo e a água é menor que o do N, em função do P aderir às partículas do solo, tornando-se assim, contaminante parcial de rios e lagos devido à sua translocação limitada (COFFEY, 1992). Porém, juntamente com o N e em contato com a superfície das águas, o fosfato estimula o crescimento das algas, resultando em contaminação da água.

Pain (1994) considerou que da poluição causada pela produção animal, 57% provêm da suinocultura devido ao N e P presentes nos dejetos.

2.6. Descarte de água residuária em curso d'água

Para realizar o despejo de águas residuárias de qualquer sistema de produção animal em cursos d'água, necessita de avaliação prévia de alguns parâmetros como DBO, DQO, pH e teores de nutrientes de ambos os locais, ou seja, da água residuária e do corpo receptor.

Também conhecida como BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), a demanda bioquímica de oxigênio é um dos parâmetros mais utilizados no que se refere ao

tratamento de esgotos. Segundo Netto et al. (1977), a DBO mede a quantidade de matéria orgânica oxidável por ação de bactéria. Macintyre (1996) caracteriza a DBO como avides de oxigênio para atender ao metabolismo das bactérias e a transformação da matéria orgânica. Na verdade, as duas definições, aparentemente um pouco distintas, significam a mesma coisa. A DBO é utilizada para indicar o grau de poluição de um esgoto, ou seja, um índice de concentração de matéria orgânica por uma unidade de volume de água residuária.

Conhecida como COD (*Chemical Oxygen Demand*), a demanda química de oxigênio mede a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da parte orgânica de uma amostra que seja oxidável pelo permanganato ou dicromato de potássio em solução ácida (SILVA, 2004).

Medidas de pH também são de grande utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. As águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. Às vezes, são ligeiramente alcalinizadas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre (BRANCO et al, 1991).

Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a nove ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. O pH tem influência ainda na transformação da amônia (NH_3) para a forma amoniacal hidratada (NH_4^+) sendo que em ambientes com baixo pH essa conversão é favorecida (CAIADO, 1994).

A água residuária deve ser analisada quimicamente para observar os nutrientes presentes na mesma. Estes procedimentos se tornam importantes tanto quando se deseja dispor os resíduos já tratados em cursos d'água ou quando anseia-se dispor a água residuária oriunda da produção animal no solo, prática esta denominada fertirrigação. Esta última se baseia em conhecimentos técnicos e científicos levando em consideração todos os fatores principais que influenciam na

fertilidade do solo e na nutrição da cultura. A fertirrigação não deve ser praticada de forma empírica, visto que a aplicação de fertilizantes baseada nas recomendações genéricas pode ocasionar utilização indevida dos nutrientes pela cultura, acarretar desequilíbrio ambiental bem como prejuízos econômicos para o empreendimento (SOUSA et al., 2005).

2.7. Produtos usados para tratamento de água residuária

A fim de realizar a disposição de despejos líquidos em cursos d'água, uma série de produtos já foi testada e ainda continua-se buscando novas alternativas.

A cal hidratada $[Ca(OH)_2]$ é um produto alcalino que em tratamento de efluentes age na correção do pH, sendo também coadjuvante de floculação, ou seja, aumenta os flocos coagulados e melhora o tempo de sedimentação e decantação, remove o fósforo nos tratamentos avançados de efluentes, condiciona o lodo para o desaguamento mecânico e estabiliza quimicamente o lodo (ANDREOLI, 2001).

De modo geral, quando o lodo recebe cal hidratada durante seu tratamento, sua aplicação ao solo promove aumento do pH, diminuição da acidez potencial e do alumínio trocável. O aumento do pH do solo é em conseqüência da formação de íon amônio devido à oxidação do nitrogênio orgânico, presente em grande quantidade no lodo de esgoto (SILVA et al., 2003a).

Outro produto que pode ser utilizado no tratamento de águas residuárias é o sulfato de alumínio. Este é amplamente utilizado como coagulante, mas recentemente seu uso tem sido discutido, em função de haver evidências de que o Mal de Alzheimer pode estar associado ao alumínio presente na água destinada ao consumo humano. Além disto, o alumínio não é biodegradável, podendo ocasionar problemas de disposição e tratamento do lodo gerado (MORAES, 2004).

No Brasil, a semente de moringa foi introduzida para tratamento de água no ano de 1996, especificamente no Nordeste brasileiro, e sua propriedade coagulante se

deve a uma proteína catiônica de alto peso molecular, que se encontra em torno de 40% nas sementes (SANTANA, 2009)

2.8. Utilização da moringa no tratamento de águas residuárias

Diante do panorama atual da suinocultura, é de extrema importância a implantação de projetos que visem abordar as diversas técnicas de tratamento e/ou reutilização de efluentes da produção animal. Exemplo de planta muito estudada como coagulante natural é a moringa, pois suas sementes são amplamente utilizadas como método alternativo para tratamento de água, sendo que a emulsão de uma semente triturada por litro de água reduz a turbidez e melhora a qualidade da água para consumo humano.

A moringa é uma espécie perene, da família Moringaceae, originária do nordeste indiano, amplamente distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Pasquitão, Singapura, Jamaica e Nigéria, que se desenvolve em regiões desde as subtropicais secas e úmidas, até tropicais secas e florestas úmidas, sendo tolerante à seca (SILVA, 2005).

A árvore de moringa tem diferentes subprodutos como as vagens, folhas, flores e sementes que podem ser empregados em nutrição (humana e animal), agricultura, indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia e até mesmo como lubrificante e biocombustível (LILLIEHÖÖK, 2005). A moringa é uma árvore de caule grosso e alto, de até 10 metros, suas folhas são longo-pecioladas, cujo comprimento é de até 3 centímetros. Na Índia, suas folhas e frutos são comestíveis e as raízes abortivas (CARDOSO, 2007). Na figura 1 é apresentada a árvore de Moringa (A), sua folha (B) e a vagem (C).

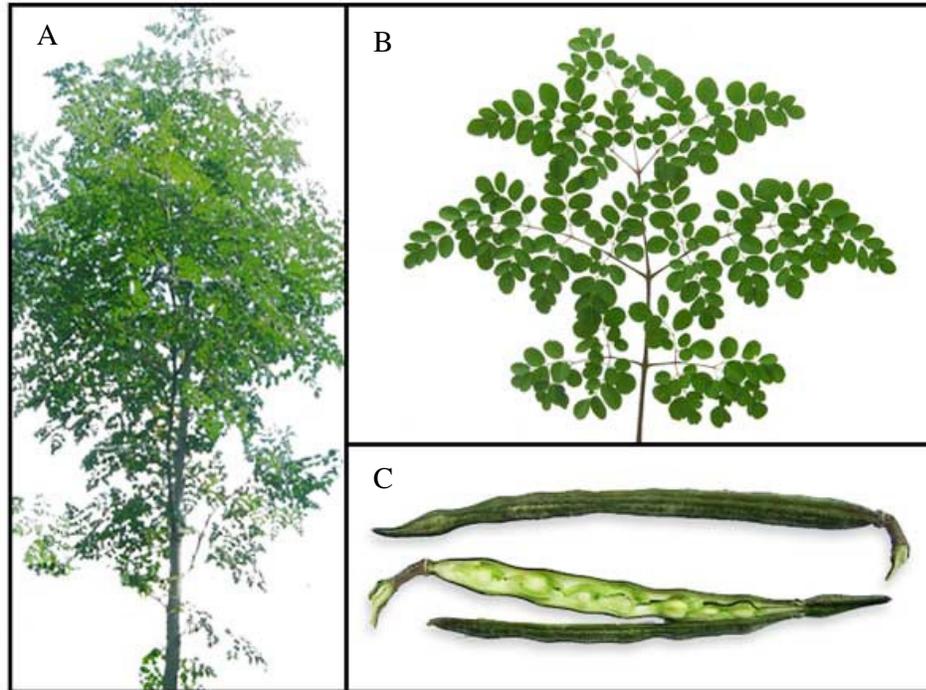


Figura 1: Moringa: árvore (A), folha longo-peciolada (B) e vagem (C).

O gênero *Moringa*, e particularmente as espécies *oleifera* Lam e *stenopetala*, destacam-se como um dos mais promissores coagulantes naturais, apesar de sete espécies terem demonstrado o efeito coagulante. Quando o processo de coagulação/floculação é realizado por meio de sementes de moringa, além da remoção de cor e turbidez da água, também ocorre uma grande remoção de bactérias, normalmente acima de 90%, pois as sementes contêm uma substância antimicrobiana (JAHN, 1981). A semente da moringa é mostrada na figura 2.



Figura 2: Semente de moringa.

Em recentes pesquisas realizadas, Amagloh e Benang (2009) afirmam que as sementes de moringa contêm proteínas com alto peso molecular e quando seu pó é dissolvido em água adquirem carga positivas que atraem partículas negativamente carregadas tais como, argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam.

Ndabigengesere et al. (1995) concluíram que, o agente ativo de coagulação da moringa trata-se de uma proteína de peso molecular de 6500 daltons. Enfim, a fração ativa deste coagulante se deve a presença de uma proteína catiônica de alto peso molecular, que desestabiliza as partículas contidas na água e floculam os colóides. As sementes de moringa possuem um coagulante extraído com NaCl 1M com capacidade de coagulação 7,4 vezes maior do que o extraído em água. Em experimentos de coagulação com proteínas purificadas das sementes, Ndabigengesere et al. (1995) revelam que a dosagem ótima foi 0,5 a 1 mg/L e que a proteína foi totalmente solúvel em água. Portanto concluíram que a moringa pode ser um substituto em potencial para o alumínio como coagulante.

Kumar e Gopal (1999) revelaram resultados que reportam redução de 89,72% da população bacteriana de amostras de água fluvial após o tratamento com moringa. Os autores destacaram que esta espécie pode ser utilizada para a eliminação de

coliformes totais e *E. coli* em amostras de água, contribuindo para a redução da ocorrência de diversas doenças transmitidas pela água.

Outrossim, Amagloh & Benang (2009), em pesquisa sobre a utilização da moringa para purificação de água, também observaram uma redução do número mais provável (NMP) de coliformes totais em amostras de água submetidas a tratamento com pó de sementes. Segundo os autores, o decaimento de coliformes totais pode estar relacionado ao processo de floculação típico da moringa, uma vez que as bactérias são normalmente associadas a partículas sólidas.

Pesquisa do efeito inibitório do extrato de semente de moringa sobre microrganismos, usando discos impregnados com o extrato, pelo método de difusão, verificou que o mesmo foi ativo na inibição de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* (CACERES et al., 1991).

Em estudo sobre a eficiência de sete espécies de plantas na redução do número de microrganismos da água bruta de rio, com pH de 6 a 8, foi verificado que a semente de moringa foi a segunda a apresentar melhor eficiência (KUMAR e GOPAL, 1999) .

Segundo Vieira et al. (2007), a utilização do coagulante natural moringa aparenta ser adequada, uma vez que este agente incorporado ao lodo fertilizante não apresentará problemas quanto a presença de metais tais como nos coagulantes convencionais a base de alumínio, ferro, etc..

Silva et al. (2001) avaliando a descolorização de efluentes da indústria têxtil utilizando os coagulantes naturais moringa e quitosana comparativamente ao emprego de coagulantes a base de sais metálicos (sulfato de alumínio e cloreto férrico) na remoção de matéria orgânica (DBO e DQO) concluíram que os coagulantes naturais estudados são alternativas promissoras no tratamento físico-químico de efluentes da indústria têxtil e podem ser empregado como auxiliar de tratamento primário, elevando a eficiência de decantadores, além de serem ecologicamente mais compatíveis em lugar de sais metálicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

A parte experimental dessa pesquisa foi realizada no Laboratório de Hidráulica pertencente a Faculdade de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano campus de Alfenas/MG.

3.2. Tratamentos

Foram utilizados os coagulantes sementes de moringa moídas e cal hidratada.

As sementes de moringa foram adicionadas à água residuária de suinocultura nas dosagens 0,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0 gramas de moringa por litro (sete tratamentos) e mais seis tratamentos que se utilizaram as mesmas dosagens de moringa adicionadas a 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 gramas de cal hidratada. A denominação de cada tratamento, assim como sua descrição foi:

- T1 = controle, ou seja, sem adição de moringa a água residuária
- T2: adição de 3,0 g de moringa a água residuária
- T3: adição de 4,0 g de moringa a água residuária
- T4: adição de 5,0 g de moringa a água residuária
- T5: adição de 6,0 g de moringa a água residuária
- T6: adição de 7,0 g de moringa a água residuária
- T7: adição de 8,0 g de moringa a água residuária
- T8: adição de 3,0 g de moringa a água residuária + 1,0 g de cal hidratada
- T9: adição de 4,0 g de moringa a água residuária + 1,5 g de cal hidratada
- T10: adição de 5,0 g de moringa a água residuária + 2,0 g de cal hidratada
- T11: adição de 6,0 g de moringa a água residuária + 2,5 g de cal hidratada

- T12: adição de 7,0 g de moringa a água residuária + 3,0 g de cal hidratada
- T13: adição de 8,0 g de moringa a água residuária + 3,5 g de cal hidratada

3.3. Obtenção e preparação das sementes

As sementes foram doadas pela Universidade Federal de Pernambuco. As mesmas foram trituradas em moinho no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano, até obtenção de um pó homogêneo.

4.4. Caracterização do efluente

A água residuária de dejetos de suínos utilizada foi proveniente da Fazenda Retiro da Universidade José do Rosário Vellano, localizada no município de Alfenas/MG.

. Mediu-se o pH da água residuária utilizando de pHmetro digital Digimed DM-22 e foram realizadas análises dos teores de nitrogênio e fósforo da amostra.

4.5. Análises realizadas

d) Tempo de coagulação/floculação

Foram realizados ensaios de coagulação/floculação da solução de água residuária na temperatura ambiente. Para tanto, utilizou-se o equipamento Jar-Test Microcontrolado, para avaliar a eficiência de cada coagulante, moringa e moringa adicionada com cal hidratada.

Em cada cuba do Jar-Test foram adicionados 500 ml de água residuária de dejetos de suínos, variando a concentração de cada coagulante. As velocidades de mistura rápida (VMR) e lenta (VML) empregadas foram 120 rpm e 20 rpm, respectivamente. Os tempos de mistura rápida (TMR) e lenta (TML) foram 5 e 15 minutos, respectivamente, seguindo metodologia recomendada por Silva et al. (2003b). Na Figura 3 está demonstrado o equipamento Jar-Test bem como *beckers* com a água residuária de suinocultura.



Figura 3: Jar Test utilizado para análises de floculação e coagulação de água residuária de suinocultura.

Após o ensaio de coagulação, as amostras foram mantidas em repouso para haver a sedimentação dos flocos formados. Os intervalos de tempos de sedimentação foram: 15, 30, 45, 60, 75 e 90 minutos. Foram efetuadas três repetições para cada tipo de processamento adotado.

e) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO)

Tendo em vista os tempos obtidos para a coagulação das amostras, foram colhidos 500 mL da amostra de água residuária *in natura* e 500 mL ao final do

processo no qual o tempo gasto para sedimentação foi menor, ou seja, no tratamento com a adição de 4,0 gramas de moringa/L de água residuária.

Nesta amostra, realizaram-se as análises de DBO e DQO, determinadas utilizando metodologia proposta por (APHA, 1998) - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

f) Teores de nitrogênio e fósforo

Foram colhidos aproximadamente 50 mL de amostra de cada béquer para realização das análises de nitrogênio (N) e fósforo (P).

A quantificação dos teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) foi realizada no Laboratório de Biomassa do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista - UNESP campus de Jaboticabal.

Foram determinados os teores de N e P da água residuária bruta, água residuária submetida a diferentes concentrações de moringa e suas fases, ou seja, do sobrenadante e do lodo orgânico e moringa adicionada com cal hidratada.

As amostras de água residuária de dejetos de suínos foram submetidas a pré-secagem em estufa a 65° C (APHA, 1998) e em seguida foram moídas com auxílio de moinho.

A digestão das amostras para determinação do N foi realizada utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) e mistura digestora composta por sulfato de sódio (Na_2SO_4), sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) e selenito de sódio (Na_2SeO_3). A determinação foi pelo método Micro-Kjeldahl (SILVA e QUEIRÓZ, 2002).

Para determinação do P as amostras sofreram digestão nítrico-perclórica e os teores de fósforo foram determinados pelo método colorimétrico utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR-2010 (HACH, 1991). Os padrões foram preparados conforme metodologia descrita por (MALAVOLTA et al., 1989).

3.6. Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) num fatorial 7 x 6, ou seja, tratamentos contendo a moringa isolada x tratamentos contendo moringa adicionada a cal hidratada, totalizando 42 tratamentos. Foram utilizadas três repetições em cada tratamento.

O modelo matemático do delineamento está representado a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + C_j + E_{ij}$$

Onde:

M_i = Efeito da concentração de moringa

C_j = Efeito da concentração da moringa + cal hidratada

Foi usado o programa estatístico SISVAR 4.6. segundo Ferreira (2000) e as comparações das médias foram efetuadas pelo teste de Tukey (5%).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

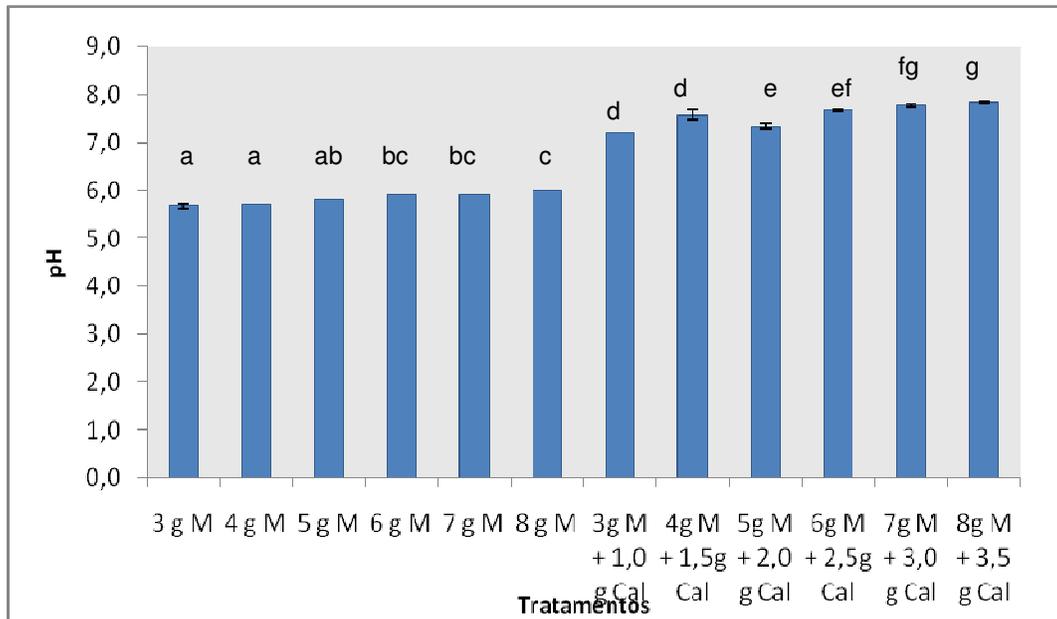
4.1. Caracterização da água residuária

O pH da água residuária foi 5,5, o teor médio de nitrogênio foi de 2,39%, de fósforo 2,77%, demanda química de oxigênio 698 mg/L O_2 e demanda bioquímica de oxigênio 380 mg/L O_2 .

4.2. pH

Na Figura 4 estão apresentados os valores médios de pH de água residuária de dejetos de suínos após tratamentos com diferentes dosagens de semente de moringa com e sem cal hidratada. Houve aumento do pH ($p < 0,05$) nas amostras de

água residuária submetidas aos tratamentos com moringa adicionada a cal hidratada em relação aos tratamentos que utilizaram somente a moringa.



a, b, c, d, e, f, g: letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

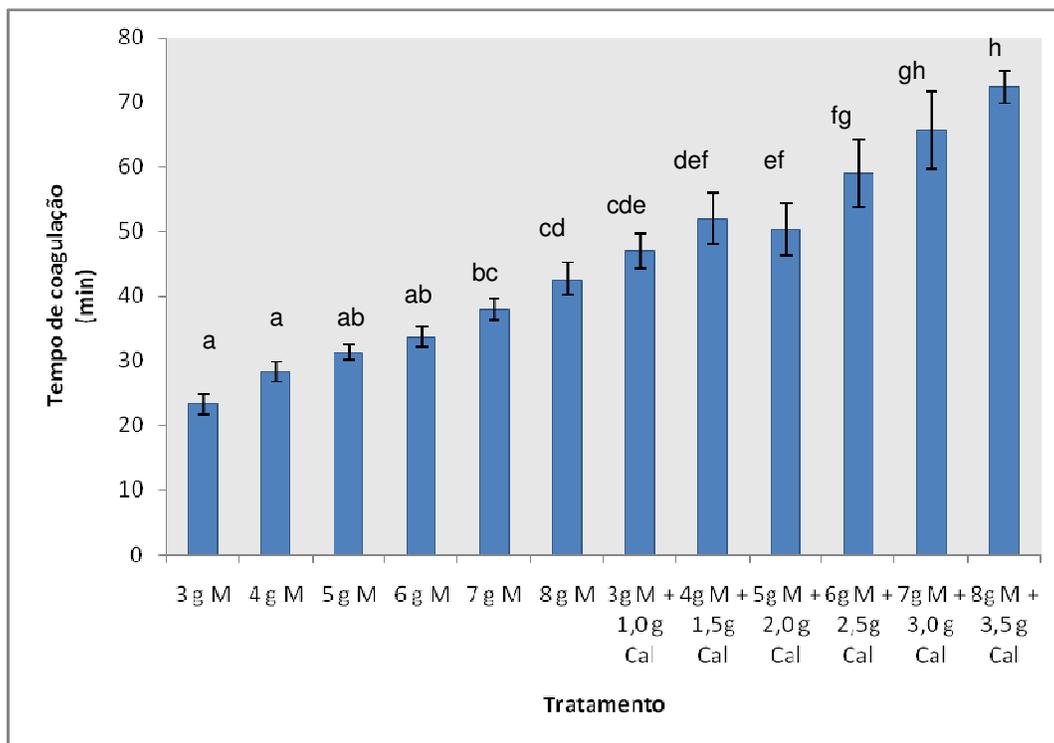
Figura 4. Valores médios de pH de água residuária de dejetos de suínos submetida a diferentes tratamentos com moringa com e sem cal hidratada.

Observou-se que o aumento do pH ocorreu com a adição da cal hidratada, que tem por finalidade a correção do pH. Quando o coagulante usado é o sulfato de alumínio, o pH situa-se entre 2,0 a 3,0, ou seja, pH bastante ácido. Para facilitar a floculação adiciona-se cal hidratada para aumentar o pH, deixando-o em torno de 6,5 que é considerado ideal para uma boa floculação.

4.3. Tempo de Coagulação

Na Figura 5 estão representados os tempos de coagulação da água residuária com moringa e com moringa adicionada a cal hidratada. Houve aumento do tempo de coagulação a medida que se aumentou a concentração de moringa e adição de cal

hidratada ($p < 0,05$), ou seja, quanto mais moringa e cal hidratada adicionada na solução, mais tempo foi gasto para ocorrer a coagulação das amostras.



a, b, c, d, e, f, g, h: letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

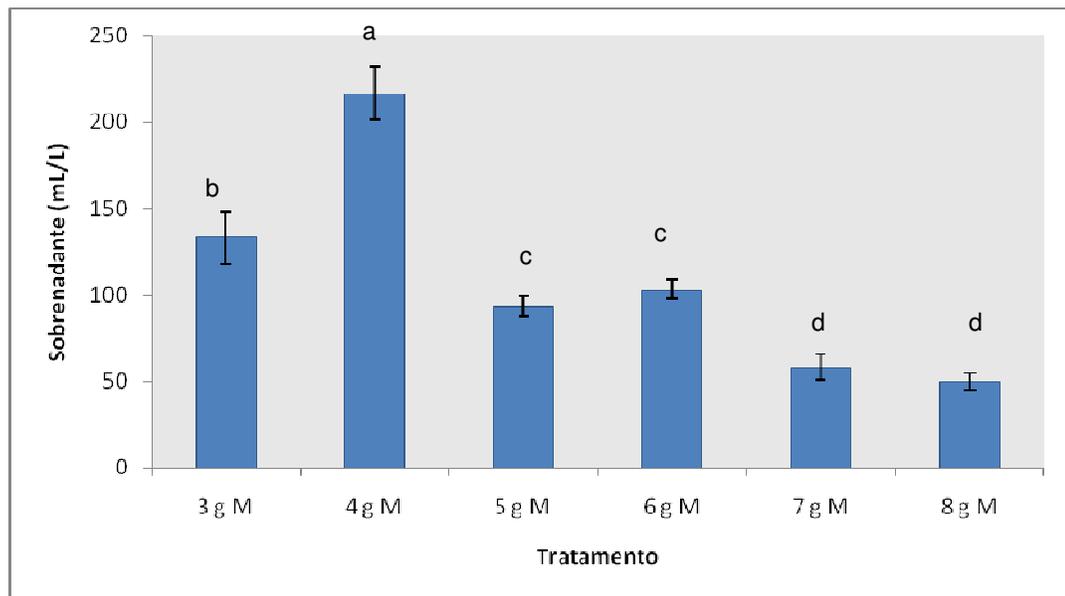
Figura 5. Valores médios de tempo de coagulação de água residuária de dejetos de suínos submetida a diferentes tratamentos com moringa com e sem cal hidratada.

A adição de cal hidratada no tratamento com a moringa acarretou tempos de coagulação superiores aos tratamentos que utilizaram apenas a moringa. A água residuária bruta tem muitas partículas e impurezas que estão dispersas, a coagulação agrega essas partículas e favorece sua remoção, e quanto mais rápido isso acontecer, mais favorece o sistema de tratamento.

4.4. Sobrenadante

Na figura 6 estão apresentados os valores médios de sobrenadante de água residuária de suinocultura, em mg/L, obtido após diferentes tratamentos com moringa.

O processo de coagulação/floculação no tratamento de água residuária de suinocultura foi eficiente para o coagulante testado isoladamente, ou seja, somente a moringa utilizada como coagulante/floculante, sendo que a maior quantidade de sobrenadante foi verificada na água residuária tratada com 4,0 g de semente de moringa ($p < 0,05$). Ressalta-se que nos tratamentos contendo a cal hidratada, não houve separação de fases, portanto não houve formação de sobrenadante e a água residuária com a cal hidratada se transformou em lodo orgânico.



a, b, c, d,: letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 6. Valores médios de sobrenadante de água residuária de suinocultura, em ml/L, obtido após a diferentes tratamentos com moringa.

Na Figura 7 está apresentada a amostra de água residuária tratada com 4,0 gramas de moringa. Este foi o tratamento mais eficiente na formação de sobrenadante, tendo este o volume de 200 ml/L.

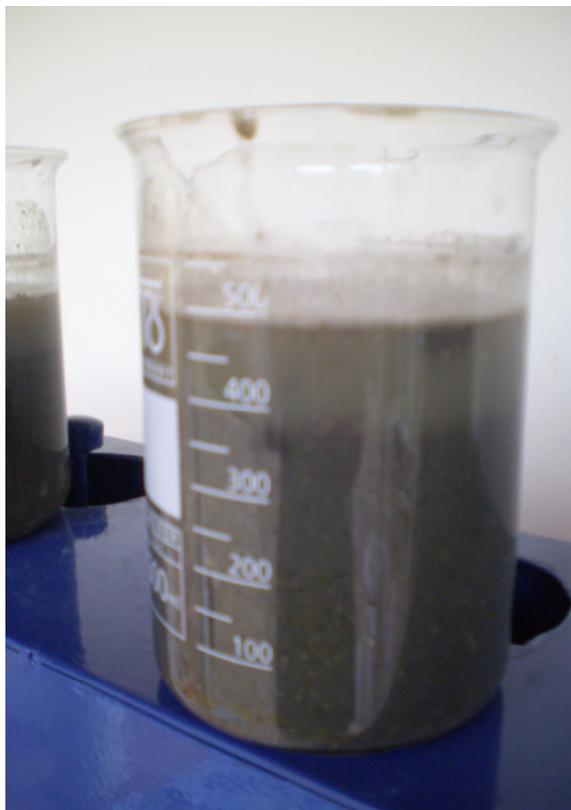


Figura 7. Sobrenadante de água residuária de suinocultura tratada com 4,0 gramas de moringa.

4.5. Demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de DQO e DBO da água residuária de suinocultura e após o tratamento desta com quatro gramas de moringa. Realizou-se a análise do efluente deste referido tratamento porque foi aquele que apresentou maior quantidade de sobrenadante, ou seja, 200 ml/L.

Tabela 1: Valores médios de DQO e DBO, em mg/L de O₂, de água residuária de suinocultura antes e após tratamento com moringa.

Amostra	DBO	DQO
Água residuária	380	698
Água residuária tratada com 4,0 g de moringa	78	107
VMP ¹	60	180

¹ Valor Máximo Permitido pela COPAM/CERH-MG N°01 de 05 de Maio de 2008 - art .29 - Padrão para Lançamento de Efluentes

Os elevados níveis de DBO (380 mg/L) e DQO (698 mg/L) indicam a grande necessidade de oxigênio para a degradação dos resíduos presentes na água residuária, o que afeta o ambiente aquático superficial de maneira negativa, podendo impactar até mesmo as águas subterrâneas.

Utilizando-se os resultados obtidos, mostrada na Tabela 1, pode-se verificar que os valores de DBO foram, em média, 78 mg/L O₂ e os valores de DQO 107 mg/L de O₂. Os valores de DQO alcançaram o padrão exigido por lei para o lançamento de efluentes em leito d'água, sendo este inferior a 180 ml/L. Já os valores de DBO não chegaram aos níveis necessários, sendo estes superiores a 60 ml/L.

Porém, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. No Capítulo V - Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, o Art. 29 dispõe que “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis.”

Assim sendo, as condições de lançamento de efluentes seriam tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 75% e média anual igual ou superior a 85% para os demais sistemas e tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 70% e média anual igual ou superior a 75% para os demais sistemas. Para tanto é utilizada a seguinte equação:

$$\text{Eficiência de Tratamento} = [(Efluente Tratado \times 100) / \text{efluente bruto}] - 100$$

Aplicando-se os dados de DBO e DQO obtidos no presente trabalho na equação supracitada obtêm-se valor de eficiência de redução de DBO de 79% e de DQO 84%, valores estes suficientes para a permissão de disposição da água

residuária tratada com quatro gramas de moringa em cursos d'água classe II e III, de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Cursos d'água Classe II são aqueles cujas águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e a aquicultura e a atividade de pesca. Os de Classe III possuem águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, a pesca amadora, a recreação de contato secundário e a dessedentação de animais.

4.6. Teores médios de nitrogênio e fósforo

Na Tabela 2 são apresentados os teores médios de nitrogênio e fósforo, em porcentagem da matéria seca, da água residuária de suinocultura após tratamento com moringa ou moringa mais cal hidratada.

Tabela 2: Teores médios de nitrogênio e fósforo, em porcentagem da matéria seca, da água residuária de suinocultura após tratamento com moringa ou moringa mais cal hidratada.

Tratamento	Nitrogênio	Fósforo
3,0 g de moringa	1,15 ± 0,63 a	2,26 ± 0,01 e
4,0 g de moringa	2,06 ± 0,16 ab	2,51 ± 0,02 f
5,0 g de moringa	2,27 ± 0,51 ab	2,19 ± 0,06 dc
6,0 g de moringa	1,67 ± 0,99 ab	2,03 ± 0,00 c
7,0 g de moringa	2,64 ± 0,30 b	1,93 ± 0,02 b
8,0 g de moringa	1,17 ± 0,01 a	2,09 ± 0,01 c
3,0 g de moringa + 1,0 g de cal	1,97 ± 0,15 ab	2,03 ± 0,06 c
4,0 g de moringa + 1,5 g de cal	2,13 ± 0,15 ab	1,72 ± 0,00 a

5,0 g de moringa + 2,0 g de cal	2,18 ± 0,16 ab	2,11 ± 0,01 cd
6,0 g de moringa + 2,5 g de cal	2,71 ± 0,14 b	2,50 ± 0,04 f
7,0 g de moringa + 3,0 g de cal	2,43 ± 0,08 b	1,64 ± 0,01 a
8,0 g de moringa + 3,5 g de cal	2,08 ± 0,07 ab	1,92 ± 0,03 b
Água residuária <i>in natura</i>	2,39 ± 0,04 b	2,77 ± 0,01 g

Letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os teores médios de nitrogênio alcançaram menor resultado nas concentrações de 3,0 e 8,0 gramas de moringa, ou seja, apresentaram concentrações médias menores ($p < 0,05$). Já os teores médios de fósforo foram menores ($p < 0,05$), quando se adicionaram 4,0 gramas de moringa mais 1,5 gramas de cal hidratada e 7,0 gramas de moringa mais 3,0 gramas de cal hidratada. Os teores médios de nitrogênio e fósforo diminuíram após o tratamento da água residuária com moringa ou moringa mais a cal hidratada, pois os teores médios destes nutrientes foram maiores na água residuária *in natura* ($p < 0,05$).

Na tabela 3, são apresentados os teores médios de nitrogênio e fósforo, em porcentagem da matéria seca, no lodo orgânico gerado após tratamento da água residuária de suinocultura com moringa ou moringa mais cal hidratada.

Tabela 3: Teores médios de nitrogênio e fósforo, em porcentagem da matéria seca, do lodo orgânico gerado a partir da água residuária de suinocultura após tratamento com moringa ou moringa mais cal hidratada.

Tratamento	Nitrogênio	Fósforo
3,0 g de moringa	1,79 ± 0,45 ab	1,90 ± 0,02 a
4,0 g de moringa	2,04 ± 0,33 abc	2,13 ± 0,04 b
5,0 g de moringa	1,41 ± 1,06 a	2,81 ± 0,02 d
6,0 g de moringa	2,41 ± 0,33 abc	2,67 ± 0,13 d
7,0 g de moringa	1,93 ± 0,03 abc	2,65 ± 0,03d
8,0 g de moringa	2,64 ± 0,10 bc	2,79 ± 0,16 d
3,0 g de moringa + 1,0 g de cal	2,05 ± 0,09 abc	2,09 ± 0,03ab

cal		
4,0 g de moringa + 1,5 g de cal	2,50 ± 0,07 bc	2,4 ± 0,02 c
5,0 g de moringa + 2,0 g de cal	2,41 ± 0,07 abc	1,97 ± 0,01 ab
6,0 g de moringa + 2,5 g de cal	2,53 ± 0,08 bc	2,77 ± 0,01 d
7,0 g de moringa + 3,0 g de cal	2,87 ± 0,09 c	2,14 ± 0,01 b
8,0 g de moringa + 3,5 g de cal	1,87 ± 0,01 abc	2,00 ± 0,02 ab

Letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verifica-se que a menor concentração média de nitrogênio ($p < 0,05$), ocorreu no lodo obtido no tratamento com 5,0 gramas de moringa. Já os teores médios de fósforo foram menores ($p < 0,05$), no lodo obtido no tratamento da água residuária com 3,0 gramas de moringa.

Na Tabela 4, são apresentados os teores médios de nitrogênio e fósforo, em porcentagem da matéria seca, no sobrenadante gerado após tratamento da água residuária de suinocultura com moringa. Ressalta que a água residuária tratada com moringa mais cal hidratada não formou sobrenadante.

Tabela 4: Teores médios de nitrogênio e fósforo, em porcentagem da matéria seca, no sobrenadante gerado a partir da água residuária de suinocultura após tratamento com moringa ou moringa mais cal hidratada.

Tratamento	Nitrogênio	Fósforo
3,0 g de moringa	2,79 ± 0,85 a	2,64 ± 0,03 ab
4,0 g de moringa	2,45 ± 0,03 a	2,80 ± 0,00 b
5,0 g de moringa	2,29 ± 0,07 a	2,38 ± 0,26 a
6,0 g de moringa	2,29 ± 0,45 a	2,40 ± 0,02 a
7,0 g de moringa	2,32 ± 0,05 a	2,64 ± 0,01 ab
8,0 g de moringa	1,93 ± 0,06 a	2,43 ± 0,00 a

Letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os teores médios de nitrogênio no sobrenadante de água residuária de suinocultura submetida a diferentes tratamentos com a moringa não diferiram entre si ($p>0,05$). O maior teor médio do fósforo foi verificado quando se adicionou 4,0 g de moringa por litro de água residuária, não diferindo dos tratamentos nos quais se aplicaram 3,0 e 7,0 gramas de moringa por litro.

A água residuária, bem como o lodo e sobrenadantes obtidos são alternativas para a adubação orgânica, pois a moringa não deixa resquícios de metais na água. Ainda o lodo orgânico obtido pode ser armazenado com maior facilidade nas propriedades, devido ao menor volume deste, se tornando alternativa para adubação e propiciando melhora para o meio ambiente devido a diminuição do volume de efluente.

4. CONCLUSÃO

A semente de moringa adicionada isoladamente foi eficiente no tratamento de água residuária de suinocultura, pois propiciou maior quantidade de sobrenadante em detrimento ao lodo, o sobrenadante apresentou valores baixos de DBO e DQO e foi eficiente na diminuição da concentração de nitrogênio e fósforo da água residuária.

5. REFERÊNCIAS

AMAGLOH, F. K., BENANG, A.. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification, **African Journal of Agricultural Research**, Gana, v. 4, n.p. 119-123. February 2009

ANDREOLI, C. V.. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. p. 45, Curitiba: [s.n.], 2001.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, [s.n.],1998.

BADELUCCI, M. P.. **Infiltração de água e perdas por erosão em diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa**. 87 f. p. 21-24, Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

BELLI FILHO, P.; et al. Tecnologias para tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n.p. 166-170, Julho, 2001.

BRANCO, S. M.; et al. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: v. 3, p. 31-36, Agosto, 1991.

CACERES, A.; et al. Pharmacological hidratada properties of *Moringa oleifera*. 1. Preliminary screening of antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 33, n. 3, p. 231-236, 1991.

CAIADO, M. A. C.. **Inter-relações entre ambientes e qualidade das águas do Rio Itapemirim**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). p 57, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1994.

COFFEY, M. T.. An industry perspective on environmental and waste management issues: Challenge for the feed industry. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, 1992, Athens. **Proceedings...**Athens: University of Georgia, 1992. p. 144 -148.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resoluções do CONAMA; 1984/95. 4a ed. Brasília, IBAMA, 1995. 245 p.

DIESEL, R.; MIRANDA, R.C.; PERDOMO, C.C.; Coletânea de tecnologias sobre dejetos

Suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa—Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS** , EMATER/RS, 2002

FERREIRA, D. F.. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GIORDANO, G.. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos..**. Dissertação de Mestrado (Ciência Ambiental) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.

HACH COMPANY. DR2010. **Spectrophotometer Handbook**, Loveland, 1991. p. 631-691.

JAHN, S. A. A.. **Traditional Water Purification in Tropical hidratada Developing Countries: Existing Methods and Potential Application.**, Eschborn. German Agency for Technical hidratada Cooperation, GTZ. 198, p.67.

KOZEN, E. A.. Reciclagem de água residuária da suinocultura. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n.56/57, p. 40-46, 2002.

KOZEN, E. A.. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção.** Sete Lagoas, MG: Embrapa-CNPMS, 2000. 31p.

KOZEN, E. A.; BARROS, L. C.. **Lagoas de estabilização natural para armazenamento de dejetos líquidos de suínos.** Sete Lagoas. Embrapa-CNPMS, 1997. 14p.

KUMAR, S., GOPAL, K.. Screening of plant species for inhibition of bacterial population of raw water. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 34, p. 975-984. 1999.

KUNZ, A.; et al. Recomendações técnicas para uso de esterqueiras para a armazenagem de dejetos de suínos. **Comunicado Técnico**, Concórdia.(Embrapa Suínos e Aves, n. 361, 1-4) 2004.

LILLIEHÖÖK, H.. Use of Sand Filtration of River Water Flocculated with Moringa oleifera. (Master's Thesis). p. 17. 27 p. Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Sanitary Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, 2005.

MACINTYRE, A. J.. **Instalações hidráulicas prediais e industriais**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 35, 1996

.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 193p.

MIRANDA, C. R.; GOSMANN, H. A.; ZARDO, A. O.. **Uso de Dejetos de Suínos na Agricultura**. Concórdia: EMBRAPA - Suínos e Aves. (Instrução Técnica para o Suinocultor) n. 11, 1999

MORAES, L. C. K. Estudo da Coagulação-Ultrafiltração com o Biopolímero Quitosana para a Produção de Água Potável. (Dissertação de Mestrado), Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, Paraná, 2004

NETTO, J. M. A. et al.. Sistemas de esgotos sanitários. 2 ed. São Paulo: CETESB, p.19-26, 1977.

NDABIGENGESERE, A., NARASIAH, K. S., TALBOT, B. G.. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. **Water Research**, v. 29, n.p. 703-710. 1995.

OLIVEIRA JUNIOR, A. R.. Manejo de dejetos. 2005. Disponível em: www.conpassu.com.br/dejetos. Acesso em: 16 mai 2012

OLIVEIRA, P.A.V. Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS. Campinas: CBNA, 1994. p. 27-40.a

OLIVEIRA, P.A.V. Manejo de água - influência do volume de dejetos produzidos. In: DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 1994, p.25-28.b

PAIN, B. F.. Odour nuisance from livestock production system. In: DEWI, I. A et al. (Ed.). **Pollution in livestock production systems**. Wallingford, Institute of Grassland and Environmental Research, 1994. p. 241-263.

PENZ JUNIOR, A. M.; MEINERZ, C. E.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade e na qualidade dos dejetos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2001, Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.281-294.

PERDOMO, C. C.. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. **Suínocultura Industrial**, Porto Feliz, n. 152, p. 16-26, 2001.

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J.. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 38, p. 857-865, 2003.

SANTANA, C. R. Tratamento de Água Produzida Através do Processo de Flotação Utilizando a Moringa oleifera Lam como Coagulante Natural. (**Dissertação de Mestrado**). UFS/PEQ. São Cristóvão. 2009. 155 p

SEGANFREDO, M. A.. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p.1-9, 37 p., 2000. (Circular Técnica 22)

SEGANFREDO, M. A.. Os dejetos suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 16, p. 129-141, 1999.

SCHERER, E. E.. Utilização de esterco de suínos como fonte de nitrogênio: bases para adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão. Florianópolis EPAGRI, , p.85-86, 1999.

SCHERER, E. E.. Nutrientes no esterco de suínos: diagnose e uso na adubação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 10, p. 48-50, 1997.

SCHMIDT, V.; GOTTARDI, C. P. T.; NADVORNY, A.. Segurança sanitária durante a produção, o manejo e a disposição final de dejetos de suínos. In: SEGANFREDO, M.A. (Ed.) *Gestão ambiental na suinocultura*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 302 p., Cap. 11, p. 259-286, 2007.

SEDIYAMA, M. A. N.; et al. Nutriente sem compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejeito de suínos. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p.185-189, 2000.

SILVA, C. A. **Estudos Aplicados ao Uso da *Moringa oleifera* como Coagulante Natural para Melhoria da Qualidade de Água**. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Química, Uberlândia - Minas Gerais, 2005

SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. p. 57-76.

SILVA, F. J. A.; et al. Descolorização de efluente da indústria têxtil utilizando coagulante natural (*Moringa oleifera* e quitosana). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. João Pessoa: ABES, 2001.

SILVA, F. F.; et al. Flutuações das características químicas do efluente industrial de fecularia de mandioca. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p.167-75, 2003.

SILVA, F. L.; SANTOS, L. R.; OLIVEIRA, P.R. Lagoas de estabilização de dejetos de suínos: análise descritiva e avaliação da eficiência utilizando parâmetros físico-químicos e biológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS 11, Uberlândia, 2003 b. p.435-436.

SILVA, G. H.. **Sistema de alta eficiência para tratamento de esgoto residencial - estudo de caso na lagoa da conceição**. 2004. 88 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SILVA, J. M. LUCAS JUNIOR, J. **Biogás**: produção e utilização. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 1992. 7p.

SOUSA, V. F.; SANTOS, F.J. de S.; ALMEIDA, O. A.. Fertirrigação. Teresina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-norte. 2005. 40p.(Documentos, 128)

VIEIRA, A. M. S; MADRONA, G; SILVA, F. V; BERGAMASCO, R.. Estudo da extração do composto ativo da semente de *Moringa oleifera*, capaz de coagular compostos responsáveis por cor e turbidez de águas residuárias rurais. In: **WORKSHOP DE USO E REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E SALINAS**, Viçosa, Anais...Viçosa. 2007

