

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Ângela Regina de Moura Stock

MANEJO E RECICLAGEM DE DEJETOS ANIMAIS NA ATIVIDADE LEITEIRA

Juiz de Fora

2004

Ângela Regina de Moura Stock

MANEJO E RECICLAGEM DE DEJETOS ANIMAIS NA ATIVIDADE LEITEIRA

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Gestão de Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Meio Ambiente.
Orientador: Dr. Aloísio Torres de Campos

Juiz de Fora

2004

Ângela Regina de Moura Stock

MANEJO E RECICLAGEM DE DEJETOS ANIMAIS NA ATIVIDADE LEITEIRA

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Gestão de Meio Ambiente da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Meio Ambiente e aprovada pela seguinte banca examinadora:



Dr. Aloísio Torres de Campos

(Orientador)

Embrapa Gado de Leite



Luciano Castro Dutra de Moraes

(Conselheiro)

Embrapa Gado de Leite



Alziro Vasconcelos Carneiro

(Conselheiro)

Embrapa Gado de Leite

Juiz de Fora

2004

Dedico este trabalho ao meu marido e aos meus
filhos pelo apoio e compreensão no dia-a-dia
das minhas tarefas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Embrapa Gado de Leite pela oportunidade do estágio curricular e, em especial, ao Dr. Aloísio Torres de Campos pelas pela orientação e ao Luciano Castro Dutra de Moraes pela assistência nas atividades de campo, no CECP.

Somos membros de uma mesma orquestra
cósmica na qual cada instrumento vivo é
essencial para o desempenho complementar e
harmonioso do conjunto.

BOONE

RESUMO

Cada vez mais, sistemas de produção de leite estão presentes perto de centros urbanos e em maior escala. Em sistemas de produção mais intensivos, a concentração de poluentes traz conseqüências à saúde humana e danos ao meio ambiente.

O objetivo foi o de fazer uma revisão de literatura sobre o problema da produção de dejetos na atividade leiteira. No Brasil, o fertilizante que pode ser obtido do dejetos bovino ainda é muito útil para a agricultura. Em regiões como a União Européia, o acúmulo de Fósforo (P) e o Nitrogênio (N) no solo e na água subterrânea é indesejável. Na Europa, essa questão tem recebido mais atenção por ambientalistas e legisladores, para aspectos do conforto animal, inclusive.

O processo de tratamento de dejetos da Embrapa instalado na Estação Experimental de Coronel Pacheco vem proporcionando economia considerável de água, energia e mão-de-obra. Caracterizado pelo sistema operacional, automação e reciclagem do efluente na limpeza das instalações, redução de mau-cheiro e de moscas, proporciona benefícios econômicos oriundos de sua utilização na produção de grãos, que seguramente superam os custos do processamento.

Uma solução tecnológica para aumentar a produção de alimento e, ao mesmo tempo, reduzir a poluição tem, certamente, um custo. A questão que vem à tona é: quem vai pagar por ele? Por certo não será, novamente, o produtor, mas toda a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: dejetos animal, poluição, tratamento, pecuária leiteira, meio ambiente.

SUMMARY

Nowadays, dairy production systems are present near to large populated centers and operating even in larger scale. With more intensive production systems, the concentration of pollute brings health problems to humans.

The objective of this study was to make a short literature review of the problem dairy farms producing pollutes and manure.

In Brazil, manure may still be used as a fertilizer in crops. But in regions as Europe the concentration of Phosphorus (P) and Nitrogen (N) in the ground water has been a serious issue to legislators and environmentalists, which includes the animal welfare.

The process of manure effluent treatment installed at the Embrapa's Experimental Station of Coronel Pacheco has been given a significant economic result as saving water, labor as well as fertilizer to grow corn. Besides, it has been a way to reduce odor and flies.

A technological solution to increase food production and, at the same time, find a way to reduce pollution will have a cost. The question that arises is: who will pay for it? Shall it be, again, the producer or the whole society?

KEY-WORDS: bovine manure, free stall, dairy production, pollutes, environment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ASPECTO GERAL DO <i>FREE STALL</i> DO SISTEMA DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE DA EMBRAPA, LOCALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CORONEL PACHECO EMBRAPA GADO DE LEITE.	14
FIGURA 2.	ASPECTO GERAL DA LIMPEZA DO <i>FREE STALL</i> DO SISTEMA DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE DA EMBRAPA.....	15
FIGURA 3.	CANALETAS DE CONCRETO PARA COLETA DE RESÍDUOS. ...	15
FIGURA 4.	CAIXAS DE AREIA.....	16
FIGURA 5.	TANQUE DE AERADOR I.....	16
FIGURA 6.	TANQUE DE AERADOR II.	17
FIGURA 7.	ASPECTO DAS SAÍDAS DA REDE HIDRÁULICA PARA AS ÁREAS DE CULTIVO E EFLUENTES.....	18
FIGURA 8.	ASPECTO DAS ÁREAS DE PASTAGEM COM TUBULAÇÃO DOS EFLUENTES.....	18
FIGURA 9.	ASPECTO DAS ÁREAS DE CULTIVO DO MILHO PARA SILAGEM.	19
FIGURA 10.	CONCENTRAÇÃO DE N NOS ESTADOS UNIDOS. FONTE: NILLES, 2002.....	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1 A ATIVIDADE LEITEIRA.....	12
1.1 Manejo de dejetos	12
1.2 Higiene e risco	12
1.3 Conforto animal.....	12
2 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE DA EMBRAPA	14
2.1 Sistema de tratamento de dejetos.....	14
2.2 Sistema de escoamento	15
2.3 Tanques de aeração	16
2.4 Distribuição.....	17
2.5 Análise de eficiência.....	19
3 RECICLAGEM	21
3.1 Formas de tratamento	22
3.1.1 Tratamento preliminar	22
3.1.2 Tratamento primário	23
3.1.3 Tratamento secundário	23
3.1.4 Tratamento aeróbico.....	24
3.1.5 Sistema de filtragem.....	24
3.1.6 Lona plástica	25
3.2 Uso como fertilizante	25
3.3 Integração, diversificação e agricultura orgânica	25
4 O MEIO AMBIENTE.....	27
4.1 Biomassa	27

4.2	Poluição do ar	28
4.2.1	Fontes de poluição	28
4.3	Água e saúde pública	28
4.4	Biodiversidade.....	29
4.5	Redução da poluição.....	30
4.5.1	Concentração de Fósforo	30
4.5.2	Redução de perdas	31
4.6	Quem paga a conta?	31
	CONCLUSÃO.....	33
	BIBLIOGRAFIA	35

INTRODUÇÃO

A questão ambiental não passa por prever um desastre, mas por educar as pessoas sobre os problemas acarretados pelo tamanho da população mundial, os níveis de consumo e o desenvolvimento e escolha de tecnologias para produção de alimentos e proteção da saúde e do ambiente.

A chave passa pela busca de consensos que permitam efetuar mudanças concretas para que a humanidade se adapte e reduza a degradação do meio ambiente. Em termos globais, o protocolo de Kyoto, prevista para o início de 2005, é apenas um primeiro passo que procura modificar uma tendência crescente de emissões dos gases na atmosfera que provocam o efeito estufa. A América Latina tem 35% dos recursos hídricos do planeta e os está destruindo.

Com a crescente industrialização, urbanização e a tecnificação da agricultura, os recursos hídricos de superfície estão rareando em vista do elevado consumo e pela contaminação de mananciais, suscitada pela expansão não planejada da população. Desta forma, as atenções vêm-se convergindo para essa outra fonte de abastecimento, não tão visível, mas igualmente importante: as águas subterrâneas.

Cada vez mais, sistemas de produção de leite estão presentes perto de centros urbanos e em maior escala. Com o surgimento de modelos de sistemas de produção mais intensivos, a concentração de poluentes, no processo de produção, pode trazer conseqüências à saúde humana e danos ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho é o descrever sucintamente os processos de tratamento de dejetos animais em uso na Embrapa Gado de Leite e realizar uma revisão de literatura sobre o assunto, no âmbito da atividade leiteira, abordando aspectos econômicos, técnicos, de manejo, formas de reciclagem, sanitários e ambientais do dejetos animais.

1 A ATIVIDADE LEITEIRA

A produção animal, no mundo, ocorre principalmente em função de dois sistemas: produção intensiva e sistemas utilizando pouca tecnologia ou produção de subsistência.

Na atividade leiteira, a produção de dejetos é um dos problemas com que se defronta o produtor. Vários estudos têm sido realizados nos últimos anos, especialmente na Europa, onde essa questão tem recebido mais atenção por ambientalistas. Além da questão ambiental, o manejo e tratamento dos dejetos está relacionado com a tecnologia de produção, em termos do manejo dos animais, higiene da ordenha e sanidade animal.

1.1 Manejo de dejetos

Ao mesmo tempo que o produtor de leite se defronta com a necessidade de tratar os dejetos animais, se for um processo bem conduzido, pode transformar dejetos em uma fonte de nutriente, como fertilizante na agricultura. Por isso, essa é uma das formas mais conhecidas, principalmente porque, antes de tratar de um problema ambiental o produtor está de olho no lucro.

1.2 Higiene e risco

O risco de patologias também está associado ao manejo dos dejetos de animais na atividade leiteira. Doenças, como a tuberculose, estão relacionadas ao manejo animal (WELLS, 2000).

1.3 Conforto animal

Nos sistemas de produção intensiva, o produtor está lidando com produção em massa e a questão do conforto animal não é levada em conta. Entre esses dois extremos estão os

modelos de produção semi-tecnificados e presentes em Países subdesenvolvidos. As questões do conforto animal vêm sendo levantadas por ambientalistas e atualmente vêm sendo tratadas também pela Legislação em Países da União Européia. O foco principal tem sido a criação de porcos, aves e confinamento de bovinos.

Esse é o caso, por exemplo, de Argger e Alban analisaram a rotinas de manejo, saúde e conforto animal de uma amostra de 152 rebanhos dinamarqueses (AGGER e ALBAN, 1996). Os autores concluíram que o tempo de ordenha reduziu em 43% nos últimos 11 anos. Como nessa região os animais ficam estabulados boa parte do ano, no inverno, capim foi o tipo de cama mais apropriado.

Um problema comum de conforto animal refere-se a infestação de moscas, bernes e carrapatos. Por exemplo, Araújo, mostrou que uma infestação de moscas nos bezerros pode acarretar uma perda de peso de mais de 10%. Segundo o autor, a simples remoção do esterco do estábulo poderia reduzir a incidência para níveis aceitáveis (ARAUJO *et al.*, 1998).

2 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE DA EMBRAPA

Um sistema de produção intensiva de leite foi implantado na Embrapa Gado de Leite em 1990, conforme Figura 1. Em suas instalações foi construído um sistema de tratamento de dejetos.

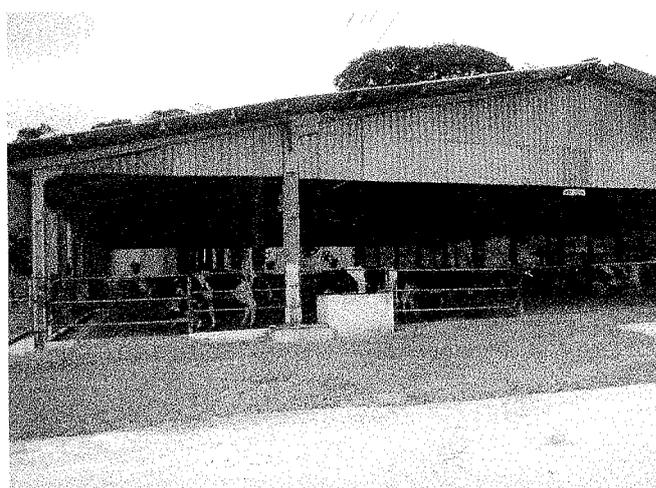


FIGURA 1. Aspecto geral do *free stall* do Sistema de Produção Intensiva de Leite da Embrapa, localizado na Estação Experimental de Coronel Pacheco Embrapa gado de Leite.

2.1 Sistema de tratamento de dejetos

Trata-se do tratamento biológico aeróbio de dejetos de bovinos confinados em sistema *free stall*, com reciclagem do efluente na limpeza das instalações e posterior utilização nas áreas de produção de forragem.

Os galpões do tipo *free stall* são limpos diariamente, após cada ordenha, pela circulação do esterco líquido estabilizado (fezes + urina + águas de limpeza e diluição), com bombeamento sobre o piso, conforme FIGURA 2. Os pisos dos galpões de confinamento são formados por corredores de concreto, frisados no sentido longitudinal dando acesso a canaletas.

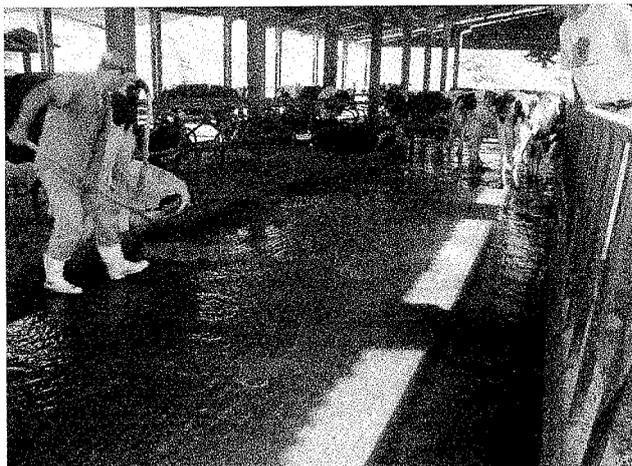


FIGURA 2. Aspecto geral da limpeza do *free stall* do Sistema de Produção Intensiva de Leite da Embrapa.

2.2 Sistema de escoamento

Canaletas foram construídas em concreto, enterradas com fundo abaulado com grades de ferro para coletar o esterco conduzindo o esterco líquido até os tanques, conforme FIGURA 3.

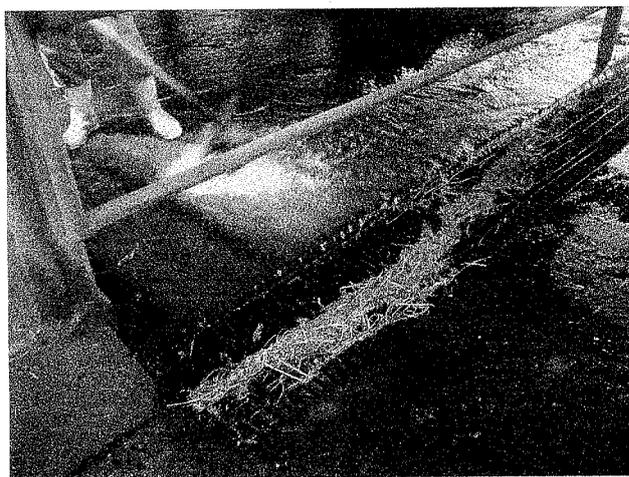


FIGURA 3. Canaletas de concreto para coleta de resíduos.

Antes dos tanques há uma caixa de areia (inoperante, funcionando como uma caixa de passagem) e após, uma bifurcação da canaleta ligando os dois tanques, por meio de uma comporta de partição em tábua, de modo a controlar o fluxo para cada um dos tanques de aeração, conforme FIGURA 4.

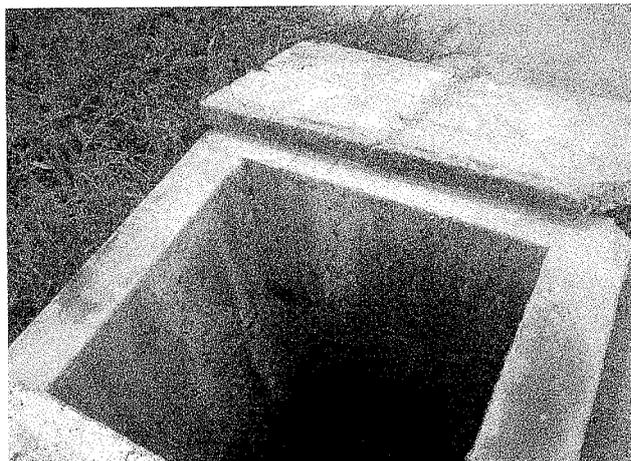


FIGURA 4. Caixas de areia.

2.3 Tanques de aeração

Em cada tanque foi instalado um *aerador-misturador submersível* para promover a oxidação e homogeneização da massa líquida, conforme FIGURA 5. A homogeneização se processa pela ação do misturador, por impulsos transmitidos pela hélice e com pouca turbulência. A aeração se verifica com acentuada turbulência e cavitação, gerando a difusão dos gases que são introduzidas na massa líquida.

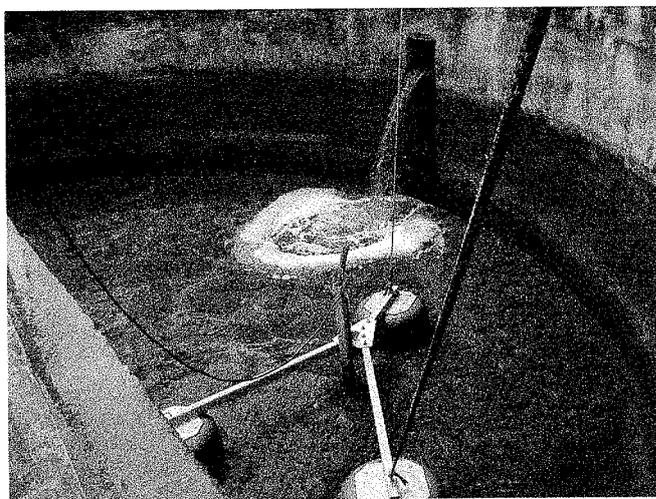


FIGURA 5. Tanque de aerador I.

O sistema de tratamento aeróbio, implantado no Sistema Intensivo de Produção de Leite da Embrapa, caracteriza-se como um processo de Lodo Ativado por Batelada (LAB), com aeração prolongada e intermitente, conforme mostrado na FIGURA 6. Descrito por

Campos, o LAB é formado por reator biológico, com um ou mais tanques, o qual funciona também como decantador secundário (CAMPOS, 1997). Esse ciclo pode se repetido várias vezes por dia, conforme a vazão afluyente do esgoto, compreendendo cinco fases: enchimento, reação, decantação, drenagem e repouso.

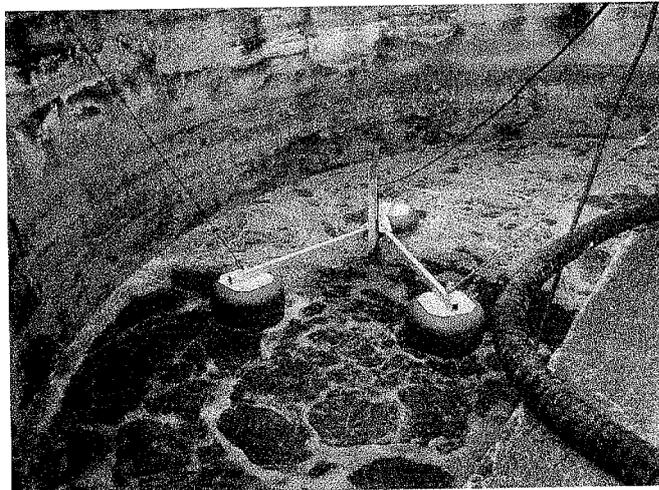


FIGURA 6. Tanque de aerador II.

2.4 Distribuição

O sistema de bombeamento consta de uma motobomba submersível, locada no interior do tanque, com dispositivo triturado montado na entrada de um propulsor aberto de quatro aletas. A rede hidráulica dos tanques, ate as áreas de cultivo, consta de tubulação de PVC com junta elástica, com diâmetro de 2", enterrada a 0,30m de profundidade. Ao longo da tubulação foram instaladas luvas de união a cada 125m de rede para facilitar a conexão e desconexão, em caixas de alvenaria, com saídas de liquido para dreno e tampa removível, conforme FIGURA 7.

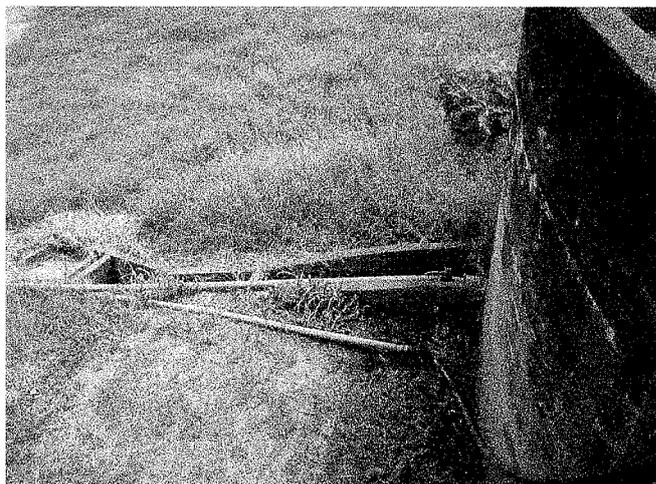


FIGURA 7. Aspecto das saídas da rede hidráulica para as áreas de cultivo e efluentes.

Segundo Campos, “a disposição do esterco tratado no solo é feita por tubulações de engate rápido, de alumínio ou PVC, cobrindo toda área de cultivo. A agricultura biológica ou orgânica funciona em direção de uma agricultura permanentemente sustentável, isto é, um sistema que mantém ou melhora a fertilidade do solo”, conforme FIGURA 8. Uma das vantagens qualitativas desta prática é o baixo nível de doenças e problemas metabólicos de suas culturas e dos animais que delas dependem.



FIGURA 8. Aspecto das áreas de pastagem com tubulação dos efluentes.

O efluente básico do Sistema de Produção de Leite é constituído de dejetos dos bovinos (fezes + urinas), água de limpeza de instalações, derrame dos bebedouros, restos de

alimentação e material utilizado para cama dos animais no *free stall* e água de diluição do esterco. A diluição total do sistema de tratamento é da ordem de 1:1, ou seja, uma parte de água para uma parte de resíduos totais.



FIGURA 9. Aspecto das áreas de cultivo do milho para silagem.

Descrito por Campos, o LAB é formado por reator biológico, com um ou mais tanques, o qual funciona também o decantador secundário. O esquema operacional é simples; o esgoto é admitido até o nível pré-estabelecido no reator, é tratado e depois decantado. O sobrenadante tratado (efluente) é retirado do reator, deixando a massa de lodo biológico no reator. Esse ciclo pode ser repetido várias vezes por daí, conforme a vazão afluyente do esgoto. O autor enfatiza que a maior vantagem do processo de LAB, sobre o processo contínuo esta na operação, melhor controle de processos biológicos, equalização na qualidade e vazão do efluente, melhorando também a qualidade do efluente tratado.

2.5 Análise de eficiência

Em 1997, a eficiência desse sistema de tratamento foi avaliado por Campos, . em uma pesquisa, para a qual foram utilizados dois reatores, pelo processo de lodo ativado por batelada (LAB), com sistemas de aeração prolongada e intermitente, dimensionados para um tempo de retenção hidráulico de 24 dias, com diluição dos dejetos (fezes + urina) em água na

proporção de 1:1. Foram realizadas amostragens na entrada e no interior dos tanques de aeração, na saída da tubulação de irrigação e dos dejetos puros dos animais (CAMPOS, 1997).

Campos analisou os seguintes parâmetros: pH, temperatura, óleos e graxas, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) totais e solúveis, sólidos totais fixos e voláteis, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos fixos e voláteis, nitrogênio kjeldahl total e amoniacal, potássio, fósforo total, magnésio e sódio. Os resultados foram de que o tratamento biológico aeróbio foi eficiente para reduzir e estabilizar a matéria orgânica do efluente líquido. Altas reduções de DBO (94,36 e 95,15%) e DQO (77,92 e 85,00%) foram alcançadas para os efluentes de irrigação e decantadas, respectivamente (CAMPOS et al., 2002).

O processo de tratamento proporcionou economia considerável de água, energia e mão-de-obra, caracterizado pelo sistema operacional, automação e reciclagem do efluente na limpeza das instalações, redução de mau-cheiro e de moscas (CAMPOS et al., 2002).

3 RECICLAGEM

À medida que o tamanho das fazendas tem expandido, o problema do resíduo tem se agravado. Dentre as alternativas, a mais conhecida trata da utilização do resíduo na agricultura.

Johnson *et al.* mediu a remoção de N e P pelas plantas. Em seu experimento, utilizou a aplicação sucessiva de esterco líquido por quatro anos e, depois, monitorando a concentração de P até a profundidade de 180 cm. Os resultados foram de que menos de 13% do P aplicado foi recuperado pela forragem. Concluiu que grande quantidade de esterco e aplicada repetidamente pode exceder a adsorção de P do solo e aumentar a sua lixiviação até ao lençol freático (JOHNSON *et al.*, 2004).

Tendo em vista a prática comum de aplicação de esterco, Gupta *et al.*, no Noroeste dos Estados Unidos, analisou o efeito dessa prática na qualidade de água do subsolo, especialmente quando aplicado durante o inverno sobre o solo gelado ou com gelo, comparando diferentes épocas de aplicação no ano, com dois tipos de preparo do solo (com e sem aração). Constataram que a percolação e lixiviação de N foi de 72% e 78% respectivamente, mostrando que não houve significativa diferença entre os tratamentos (GUPTA *et al.*, 2004).

No Brasil, o fertilizante que pode ser obtido do dejetos bovino ainda é muito útil para a agricultura. Em muitos outros Países, o acúmulo de Fósforo (P) e o Nitrogênio (N) no solo e na água subterrânea é indesejável. Por isso, estudos buscam reduzir a eliminação desses elementos nos dejetos, para evitar, assim, a poluição. Por exemplo, Crosetti *et al.*, conduziu estudo em quatro fazendas em no Estado de Nova York, utilizando quatro dietas diferentes, com redução de 25% no requerimento animal de Fósforo. A previsão de ingestão de Fósforo

era da ordem de 11.8 kg/vaca por ano. Após a imposição da dieta, a concentração de Fósforo foi reduzida em 33%, não afetando a produção de leite. O balanço de P pode ser reduzido em 49% (CEROSALETTI, FOX, e CHASE, 2004).

Similarmente, Salazar *et al.* conduziu experimento em solo arenoso, na Inglaterra, com a finalidade de determinar a eficiência no uso do N em diferentes culturas e tipos de esterco bovino. Os resultados obtidos indicaram que o tipo de esterco tinha significativo efeito sobre a utilização do N no milho, comparado com capim, onde o manejo agrônômico do solo pareceu ser o ponto chave para o aproveitamento do N pela lavoura (SALAZAR *et al.*, 2005).

A demanda por produtos animais nos centros urbanos em crescimento tem provocado mudanças para a utilização de tecnologias mais intensivas de produção, especialmente no Sul, Leste e Sudeste da Ásia. Segundo Gerber *et al.*, estas mudanças tem provocado impactos na saúde pública e no desenvolvimento rural, devido ao mau manejo dos dejetos e a poluição das águas de superfície e do lençol freático por nutrientes, matéria orgânica e metais pesados. Os resultados mostraram uma maior concentração de P_2O_5 ao redor de áreas urbanas e da criação de animais monogástricos. Na China, por exemplo, 40% do P_2O_5 tem o esterco animal como fonte (GERBER *et al.*, 2005).

3.1 Formas de tratamento

Estudos de Osei (OSEI *et al.*, 2003), em 93.000 ha numa região de atividade leiteira no Texas, sugere que a incorporação de esterco resulta reduz a perda de fósforo se incorporado imediatamente após ser espalhado.

3.1.1 Tratamento preliminar

Objetiva remover as partículas sólidas grosseiras (granulometria maiores que 0,25mm), em suspensão nos dejetos através de processos físico ou químicos. Através de equipamentos com tempo de retenção maior que o dos tratamentos preliminares (decantação primária, flotação, filtração), ou de precipitantes químicos.

O processo consiste em tratar águas residuárias ou efluentes (dejetos e restos de alimentação) provenientes das instalações dos bovinos, arrastada em meio líquido, por um sistema de separação de sólidos.

Este sistema é constituído de um tanque de equalização de fluxo seguido de um equipamento separador de sólido/líquido com peneiras rotativas. A fração líquida, com carga orgânica (DBO) reduzida, é armazenada em um tanque de argamassa armada, enterrado, de pequena profundidade, por um período de detenção hidráulica de 10 dias, a qual pode então ser reciclada por meio de moto-bomba para limpeza dos pisos dos galpões de confinamento. Após esse período, o efluente pode ser lançado nas áreas adjacentes para fertirrigação de pastagens, completando, assim, a segunda etapa do tratamento de efluentes pelo processo de disposição sobre o terreno.

A parte sólida, com DBO alta, é removida periodicamente para um sistema de compostagem. O composto produzido em um período de 60 a 90 dias pode ser utilizado para adubação orgânica dos solos destinados à produção de forragem (silagem e feno) conforme esquema apresentado.

3.1.2 Tratamento primário

Objetiva a remoção de sólidos em suspensão através de equipamentos com tempo de retenção maior que o dos tratamentos preliminares (decantação primária, flotação, filtração), ou de precipitantes químicos.

3.1.3 Tratamento secundário

Objetiva a remoção de sólidos dissolvidos a exemplo da matéria orgânica e sólidos suspensos muito finos. Os processos biológicos de remoção utilizados classificam-se em: aeróbio e anaeróbio.

3.1.4 Tratamento aeróbico

Segundo Hunt e Poach (HUNT e POACH, 2001), barragens normalmente apresentam suficiente população de microorganismos que, em condições aeróbicas, possam fazer a nitrificação. Contudo, segundo o autor, os sedimentos, na condição aeróbica, pode limitar a taxa de nitrificação. Esses tanques são também importantes para redução de microorganismos patogênicos. Por outro lado, a remoção de fósforo é de certa forma limitada sob condições anaeróbicas das barragens. Portanto, quando grande quantidade de nitrogênio e fósforo estão presentes, então grande demanda de oxigênio é necessário para que o processo tenha eficiência.

No Japão, por exemplo, Shima *et al.* relatam a experiência em utilizar um sistema aeróbico para tratamento de efluente líquido da atividade leiteira para irrigação. Esses métodos, segundo o autor, começaram a resolver alguns dos problemas de manejo de dejetos, desde 1967, em áreas de pastagem na região de Hokkaido. O sistema de irrigação fornece material orgânico para a agricultura, aumentando a fertilidade, ao mesmo tempo que tem racionalizado a administração das fazendas (SHIMA *et al.*, 2002).

Similarmente, Kebede-Westhead, *et al.* estudaram uma alternativa de cultivo de algas com efluente da atividade leiteira na aplicação na agricultura. Contudo, o uso da biomassa, tanto para alimentação quanto para uso na agricultura, depende em parte da concentração de componentes tóxicos (metais pesados). Concluiu que àquelas concentrações estudadas de diferentes componentes químicos, a expectativa e a de que a biomassa de algas não altera significativamente a composição do solo, devido a sua utilização (KEBEDE-WESTHEAD, PIZARRO, e MULBRY, 2004).

3.1.5 Sistema de filtragem

Um processo de filtragem intermitente foi o método estudado por Healy *et al.*, na Irlanda, com a intenção de reduzir a contaminação do lençol freático. Contudo, a simples

passagem pela areia teve problemas de limitação do processo de nitrificação e de fonte de carbono, tendo em vista baixa redução de N um efluente com alta concentração de Nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$). O experimento consistiu em duas colunas de areia, respectivamente 90 e 42,5 cm de altura e, ambos, com 30 cm de diâmetro. Os cilindros foram intermitentemente carregados com resíduos de lavagem de esterco líquido de estábulo. O resultado foi que a melhoria para a remoção de material orgânico e N foi mínima. Mas, em recirculando os filtros de areia o método poderia configurar como de uma forma mecânica de melhorar a remoção de partes do sólido (HEALY, RODGERS, e MULQUEEN, 2004).

3.1.6 Lona plástica

Vários processos de tratamento de dejetos tem sido pesquisados. Miner sugeriu a cobertura da lagoa de tratamento com lona de polyuoretano, como forma de minimizar o problema de odores, na Carolina do Norte. Após o uso essa lona poderia ser reciclada para servir de cama para as vacas, para não se machucarem no concreto. Os resultados foram de que o odor foi significativamente reduzido (MINER, 2002).

3.2 Uso como fertilizante

O confinamento animal, tanto de suínos quanto de vacas, produz uma enorme quantidade de dejetos e água com dejetos por unidade de área. A opção por barragens de decantação tem sido usada. Contudo, o processo de prévia separação de sólidos é essencial numa perspectiva de longo prazo.

3.3 Integração, diversificação e agricultura orgânica

Outra forma de reaproveitamento de nutrientes é a integração de várias atividades na forma de diversificação. Esta é uma forma de atividade agropecuária defendida por muitos estudiosos, especialmente para o aproveitamento da mão-de-obra familiar.

Oenema, da Universidade de Wageningen, na Holanda, argumenta que no futuro continuarão existindo *commodities* mas haverá aumento de demanda por produtos com maior valor agregado. Segundo o autor, as mudanças seriam no sentido da multi-funcionalidade de fazendas, cuja sustentabilidade seria dada pela exigência do consumidor e pela necessidade de maior conforto animal, biodiversidade e conservação da paisagem. Assim, o autor defende que os sistemas deveriam ser integrados, tal como o aproveitamento de dejetos animais na fertilização de água para criação de peixes e outras formas orgânicas de produção (OENEMA, 2002).

4 O MEIO AMBIENTE

4.1 Biomassa

Mulbry *et al.* relatam experiência com a utilização da biomassa seca de algas, na agricultura. A biomassa foi produzida por um processo digestão anaeróbico de esterco da atividade leiteira. O trabalho mostrou que cerca de 3% do total de Nitrogênio (N) estava disponível para a planta no primeiro dia. Os autores constataram que, no 21º dia, aproximadamente 33% do total de N presente na alga fora convertido pela planta, a temperatura de 25º C. Utilizando culturas em casas de vegetação os autores concluíram que a biomassa de algas foi capaz de substituir 15-20% do N aplicado, 46-60% do N disponível, e 38-60% do Fósforo (P) aplicado (MULBRY *et al.*, 2005).

A concentração de N no Nordeste dos Estado Unidos vem aumentando mais do que no restante do País, conforme ilustração de Nilles reproduzida na FIGURA 10. Analisando dados de um monitoramento em 149 pontos, durante 17 anos, constatou que a deposição de N aumentou em 19% no período (NILLES, 2002).

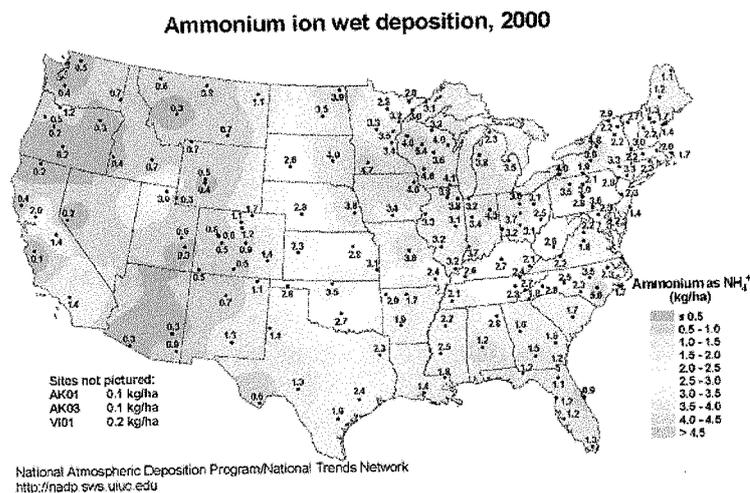


FIGURA 10. Concentração de N nos Estados Unidos. Fonte: NILLES, 2002.

4.2 Poluição do ar

As operações da atividade leiteira proporcionam numerosas fontes de poluição do ar, incluindo gases, odor, poeira e microorganismos.

Gases e cheiro são gerados pelos animais, excrementos e urina. Particularmente, a poeira é principalmente composta de alimentos. Além disso, microorganismos que habitam os sistemas gastrintestinais dos animais também habitam as instalações e estão presentes nos excrementos frescos dos animais. Outros tipos de microorganismos habitam os excrementos durante o processo de armazenamento e tratamento dos dejetos. A geração de gases e odor, microorganismos, partículas e constituintes de alimentos pode variar com o clima, tipo de instalação, sistemas de alimentação dos animais e sistema de manejo dos animais.

O efeito da ventilação foi um dos aspectos estudados por Sevi *et al.* No que se refere ao conforto e saúde animal e sua produção, devido a concentração de NH_3 e CO_2 no ar, os autores concluíram que uma ventilação em regime intermitente, numa velocidade de 2m/s e $47\text{m}^3/\text{h}$ seria requerida para sustentabilidade da produtividade de leite das vacas no inverno (SEVI *et al.*, 2003).

4.2.1 Fontes de poluição

Várias são, também, as formas de poluição, decorrentes da agropecuária. Asman estimou que os animais são responsáveis por cerca de 40% da poluição atmosférica. A atividade leiteira responde por 8% (ASMAN, 2002).

4.3 Água e saúde pública

Água é sinônimo de vida. A ingestão de água nos garante a boa qualidade de vida. Contudo, quase 4,6 milhões de crianças com menos de cinco anos, em países pobres, morrem anualmente de doenças decorrentes de veiculação hídrica. O abastecimento com água potável e o saneamento ambiental poderiam reduzir em 75% as taxas de mortalidade e enfermidades

no mundo. Mesmo no Brasil, 50.000 bebês/ano morrem de diarreia e as doenças associadas à água de baixa qualidade correspondem a 65% dos casos de internações hospitalares.

No mundo, 1,5 bilhões de pessoas dependem das águas subterrâneas. Estima-se que, na América Latina, 150 milhões utilizam o recurso, sendo o Brasil, detentor de 8%.

Os esforços empreendidos na melhoria das condições sanitárias dos países pobres têm se mostrado insuficientes para amenizar esse cenário social, agravado por séculos de descaso dos governantes, e que piora em função do crescimento populacional. Por volta de 2008, 60% da humanidade não disporá mais de água potável, uma vez que o ritmo de consumo dobra a cada 25 anos.

Parece uma incoerência especular-se sobre a falta de água num planeta cuja superfície é constituída por 75% dela. Entretanto, apenas 3% da água disponível é adequada ao consumo humano (não salgada), sendo que 2% estão sob a forma das calotas polares. Deste 1% apenas 3% concentra-se nos rios e lagos, sendo o Brasil um dos países com maior riqueza hídrica no mundo. O restante 97% encontra-se em sub-superfície.

4.4 Biodiversidade

Vários estudos mencionam a redução da biodiversidade global, decorrente da poluição.

Na Holanda, Allen o maior nível medido foi de 90kg/ha por ano, principalmente amônia. No Sul da Califórnia foram feitas medições de até 50kg/ha de deposição em vegetação nativa, especialmente em regiões próximas aos centros urbanos, devido também à outras fontes de contaminação do ar, como automóveis. O autor chegou à conclusão de que o aumento de deposição de N era causa de aumento de biomassa de capins exóticos e que isso, por sua vez, era causa de: (a) aumento da ocorrência de fogo causando queimadas; e (b) de diminuição de vegetação nativa (ALLEN, 2002).

4.5 Redução da poluição

Pesquisas na área da nutrição têm sido realizadas, com o objetivo de encontrar formas de reduzir a geração de poluentes, através da manipulação de dietas para os animais.

Tedeschi et al. estudou a volatilização do NH_3 do esterco animal e do CH_4 produzido pela fermentação que ocorre no rumem animal. A preocupação deste pesquisador brasileiro em seus estudos na Cornell University, é a de que o excesso de N no ambiente tem sido associado com diversas doenças humanas. Concluíram que a inclusão de monensina na dieta de animais de corte e de leite poderá beneficiar a redução na emissão de CH_4 e de N, por causa da lixiviação, melhorando a qualidade da água no subsolo, inclusive (TEDESCHI, FOX, e TYLUTKI, 2003; TEDESCHI *et al.*, 2000).

Mudanças na dieta de animais também é sugerida por Erickson e Klopfenstein, estudando a emissão de N em confinamentos. Para os autores, as dietas tem sido formuladas com largas margens de segurança principalmente porque não existe aparentemente restrição de custo. Direta correlação tem sido observada em termos de ingestão e excreção de N. Essencialmente, qualquer forma de proteína tende a ser potencialmente fonte de N. Todavia, todo o excesso é excretado na forma de uréia. Apenas cerca de 10 a 25% é retido pelo animal. Por isso, dietas deveriam ser formuladas no sentido de otimizar o máximo de aproveitamento animal com o mínimo de excreção. Os autores concluíram que grande redução de perda de N ainda pode ser reduzida por meio de tecnologias de manejo, como frequência de limpeza, tipo de cama e tempo de armazenagem (ERICKSON e KLOPFENSTEIN, 2002).

4.5.1 Concentração de Fósforo

Chapuis-Lardy *et al.*, também demonstraram que a concentração de P nos dejetos é afetado pela concentração de P na dieta das vacas e que a sua redução pode ser obtida com a manipulação da dieta. Este autor procurou elucidar fatores que pudessem afetar a concentração e solubilidade de P, analisando amostras de 30 fazendas comerciais de leite no

Nordeste dos Estados Unidos. Ele constatou que a concentração de P variou de 3,45 a 5,78 g/kg de matéria seca (MS). Em média, 50% do Fósforo total (FT) era solúvel em água e, da parte insolúvel, 83% foi inorgânico (CHAPUIS-LARDY *et al.*, 2004).

4.5.2 Redução de perdas

A perda de nutrientes está associada a forma de tratamento e armazenamento dos dejetos. Muitos fazendeiros usam lagoas para armazenamento. O armazenamento do esterco na forma líquida provoca a perda por volatilização.

Para Zhang, contribuem para a volatilização: pH, temperatura, superfície de exposição, fatores climáticos e velocidade dos ventos. A volatilização é proporcional à sua concentração e largamente influenciado pelo pH, se estiver acima de 7.

Algumas práticas para a conservação de N: (a) cobrir o esterco; (b) usar locais profundos para reduzir a área de exposição; (c) aeração do esterco para provocar nitrificação (d) precipitação da amônia por processo químico; e (e) acidificação do esterco para redução do pH (ZHANG, 2002).

Russelle adverte que, pelo fato de ser escura, a temperatura do esterco pode esquentar muito mais que o solo em vários graus (°C) ao ser exposta à radiação solar. Quanto maior a temperatura maior é a perda de N. A melhor maneira de evitar perda de amônia é a sua total e imediata incorporação ao solo (RUSSELLE, 2002).

Obviamente, qualquer forma de tratamento terá aumento de custo e, nem sempre, é compensador, ainda que consequência ambientais existam.

4.6 Quem paga a conta?

Uma solução tecnológica para o continuo aumento da produção de alimento no mundo e, ao mesmo tempo, a redução de poluentes tem, obviamente, um custo.

Para Doering, tanto é possível contrastar quanto comparar o assunto dos dejetos. Do ponto de vista estratégico tem-se procurado usar de meios tecnológicos para minimizar os efeitos adversos sem prejudicar sobremaneira a lucratividade da atividade agropecuária.

A abordagem tática, a que se refere o autor, é o fato de que o setor produtivo está em constante clima de bombardeamento, numa visão de futuro. Para tanto, simplesmente o argumento de que "...tudo que podemos fazer é..." e focar no problema presente. Nesse ponto, o problema do dejetos animal assume, muitas vezes, aspectos estruturais: da indústria, da sociedade local, perdas de comunidade rurais, integração e verticalização da produção e outros.

Na Europa, a questão animal tem sido forçada numa visão mais holística. Isto é, como integrar a atividade rural de modo a atender o requerimento básico vigente? No processo estratégico, o que os Europeus tem feito é, de alguma forma, atender aos requisitos básicos ambientais buscando soluções para a atividade em termos de um caráter mais extensivo, do que propriamente intensivo. Isso, em parte, porque a agricultura europeia tem sido sempre geograficamente integrada à sociedade local.

Ao invés de uma abordagem anti-truste, os europeus estão mais propensos a permitir que os produtores internalizem o custo ambiental repassando-os ao consumidor, via preço, protegendo assim sua agricultura. Assim europeus, tanto consumidores (via preço mais alto), quanto contribuintes (via maiores impostos) contribuem fortemente para bancar o ajustamento ambiental e outras preocupações com a agricultura (DOERING, 2002).

CONCLUSÃO

Cada vez mais, sistemas de produção de leite estão presentes perto de centros urbanos e em maior escala. Com o surgimento de modelos de sistemas de produção mais intensivos, a concentração de poluentes, no processo de produção, pode trazer conseqüências à saúde humana e danos ao meio ambiente.

A produção de dejetos é um dos problemas com que se defronta o produtor. Na Europa, onde essa questão tem recebido mais atenção por ambientalistas e legisladores, para aspectos do conforto animal inclusive.

Os dejetos de bovinos podem constituir fertilizantes eficientes e seguros na produção de grãos e pastagem, desde que precedidos dos ativos ambientais que assegurem a proteção do meio ambiente, antes de sua reciclagem.

O confinamento animal, tanto de suínos quanto de vacas, produz uma enorme quantidade de dejetos e água com dejetos por unidade de área. A opção por barragens de decantação tem sido usada. Contudo, o processo de prévia separação de sólidos é essencial numa perspectiva de longo prazo.

O processo de tratamento de dejetos instalado na Embrapa Gado de Leite vem proporcionando economia considerável de água, energia e mão-de-obra, caracterizado pelo sistema operacional, automação e reciclagem do efluente na limpeza das instalações, redução de mau-cheiro e de moscas. Além disso, os benefícios econômicos oriundos de sua utilização na produção de grãos seguramente superam seus custos.

No Brasil, o fertilizante que pode ser obtido do dejetos bovino ainda é muito útil para a agricultura. Em regiões como a União Européia, o acúmulo de Fósforo (P) e o Nitrogênio (N) no solo e na água subterrânea é indesejável.

A questão ambiental passa por educar as pessoas sobre os problemas acarretados pelo tamanho da população mundial, os níveis de consumo e o desenvolvimento e escolha de tecnologias para produção de alimentos e proteção da saúde e do ambiente.

Por fim, resolver tecnologicamente aumentar a produção de alimento e reduzir a poluição tem, certamente, um custo. Quem vai pagar por ele? Por certo não será, novamente, o produtor, mas toda a sociedade.

BIBLIOGRAFIA

- AGGER, J. F. e ALBAN, L. Welfare in Danish dairy herds 3. Health management and general routines in 1983 and 1994. **Acta Vet. Scand.**, v. 37, n.1, p.79-97, 1996.
- ALLEN, E. B. Impacts of Atmospheric Deposition of N on Fragile Environments: A Case Study from Southern California Shrublands. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- ARAUJO, F. R.; SILVA, M. P.; LOPES, A. A.; RIBEIRO, O. C.; PIRES, P. P.; CARVALHO, C. M.; BALBUENA, C. B.; VILLAS, A. A.; e RAMOS, J. K. Severe cat flea infestation of dairy calves in Brazil. **Vet. Parasitol.**, v. 80, n.1, p.83-86, December 1998.
- ASMAN, W. A. H. Global Emission Inventory for Ammonia, with Emphasis on Livestock and Poultry. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- CAMPOS, A. T. d. **Análise da Viabilidade da Reciclagem de Dejetos de Bovinos com Tratamento Biológico, em Sistema Intensivo de Produção de Leite**. 1997. 141f. Ph.D. Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.
- CAMPOS, A. T. d.; FERREIRA, W. A.; PACCOLA, A. A.; LÚCAS JÚNIOR, J. d.; ULBANERE, R. C.; CARDOSO, R. M.; e CAMPOS, A. T. **Tratamento Biológico Aeróbico e Reciclagem de Dejetos de Bovinos em Sistema Intensivo de Produção de Leite**. **Ciências Agrotécnicas**. Lavras, MG, v. 26, n.2, p.426-438, 2002.
- CEROSALETTI, P. E.; FOX, D. G.; e CHASE, L. E. Phosphorus reduction through precision feeding of dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 87, n.7, p.2314-2323, July 2004.
- CHAPUIS-LARDY, L.; FIORINI, J.; TOTH, J.; e DOU, Z. Phosphorus Concentration and Solubility in Dairy Feces: Variability and Affecting Factors. **J. Dairy Sci.**, v. 87, n.12, p.4334-4341, December 2004.
- DOERING, O. Summary Comments on Strategy and Tactics for Animal Waste Issues. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- ERICKSON, G. e KLOPFENSTEIN, T. Reducing nitrogen emissions through diet modification: Beef feedlot cattle. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.

- GERBER, P.; CHILONDA, P.; FRANCESCHINI, G.; e MENZI, H. Geographical determinants and environmental implications of livestock production intensification in Asia. **Bioresour. Technol.**, v. 96, n.2, p.263-276, January 2005.
- GUPTA, S.; MUNYANKUSI, E.; MONCRIEF, J.; ZVOMUYA, F.; e HANEWALL, M. Tillage and manure application effects on mineral nitrogen leaching from seasonally frozen soils. **J. Environ. Qual.**, v. 33, n.4, p.1238-1246, July 2004.
- HEALY, M. G.; RODGERS, M.; e MULQUEEN, J. Recirculating sand filters for treatment of synthetic dairy parlor washings. **J. Environ. Qual.**, v. 33, n.2, p.713-718, March 2004.
- HUNT, P. G. e POACH, M. E. State of the art for animal wastewater treatment in constructed wetlands. **Water Sci. Technol.**, v. 44, n.11-12, p.19-25, 2001.
- JOHNSON, A. F.; VIETOR, D. M.; ROUQUETTE, F. M., Jr.; e HABY, V. A. Fate of phosphorus in dairy wastewater and poultry litter applied on grassland. **J. Environ. Qual.**, v. 33, n.2, p.735-739, March 2004.
- KEBEDE-WESTHEAD, E.; PIZARRO, C.; e MULBRY, W. W. Treatment of dairy manure effluent using freshwater algae: elemental composition of algal biomass at different manure loading rates. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, n.24, p.7293-7296, December 2004.
- MINER, J. R. Evaluation of a Permeable 2-inch Polyethylene Foam Lagoon Cover. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- MULBRY, W.; WESTHEAD, E. K.; PIZARRO, C.; e SIKORA, L. Recycling of manure nutrients: use of algal biomass from dairy manure treatment as a slow release fertilizer. **Bioresour. Technol.**, v. 96, n.4, p.451-458, March 2005.
- NILLES, M. Trends in wet deposition of Nitrogen in the United States, 1985-2001. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- OENEMA, O. Outlook of Future Livestock Farming Systems. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- OSEI, E.; GASSMAN, P. W.; HAUCK, L. M.; JONES, R.; BERAN, L.; DYKE, P. T.; GOSS, D. W.; FLOWERS, J. D.; MCFARLAND, A. M.; e SALEH, A. Environmental benefits and economic costs of manure incorporation on dairy waste application fields. **J. Environ. Manage.**, v. 68, n.1, p.1-11, May 2003.
- RUSSELLE, M. Season of manure application and role of the receiving crop. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.
- SALAZAR, F. J.; CHADWICK, D.; PAIN, B. F.; HATCH, D.; e OWEN, E. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. **Bioresour. Technol.**, v. 96, n.2, p.235-245, January 2005.

- SEVI, A.; TAIBI, L.; ALBENZIO, M.; CAROPRESE, M.; MARINO, R.; e MUSCIO, A. Ventilation Effects on Air Quality and on the Yield and Quality of Ewe Milk in Winter. **J. Dairy Sci.**, v. 86, n.12, p.3881-3890, December 2003.
- SHIMA, E.; SVOBODA, I. F.; TSUTSUMI, S.; e OHKUBO, H. Waste management systems of dairy cattle farms in Japan. **Water Sci. Technol.**, v. 45, n.12, p.63-69, 2002.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; CHASE, L. E.; e WANG, S. J. Whole-Herd Optimization with the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. I. Predicting Feed Biological Values for Diet Optimization with Linear Programming. **J. Dairy Sci.**, v. 83, n.9, p.2139-2148, September 2000.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; e TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **J. Environ. Qual.**, v. 32, n.5, p.1591-1602, September 2003.
- WELLS, S. J. Biosecurity on dairy operations: hazards and risks. **J. Dairy Sci.**, v. 83, n.10, p.2380-2386, October 2000.
- ZHANG, R. Reducing Nitrogen Losses with Improved Liquid Mnure Storage and Treatment Systems. DISCOVER Conference on Food Animal Agriculture: Nitrogen Losses to the Atmosphere from Livestock and Poultry Operations. [Sixth], 1. 2002. Nashville, Indiana, ADSA. 20020.