

ISSN 1806-7093

Setembro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Leite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 25

Avaliação físico-química e bioquímica de efluente infiltrado de laticínio

Luciana Cadioli Panchoni

Marcelo Henrique Otenio

Natália Maria Maciel Guerra

Gabriela Correia Araújo da Cruz

Valdecir dos Santos

Embrapa Gado de Leite
Juiz de Fora, MG
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Leite

Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom Bosco

36038-330 Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 3249-4700

Fax: (32) 3249-4751

Home page: <http://www.cnppl.embrapa.br>

E-mail: sac@cnppl.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Gado de Leite

Presidente: *Pedro Braga Arcuri*

Secretária-Executiva: *Inês Maria Rodrigues*

Membros: *Alexandre Magno Brighenti dos Santos, Aloísio Torres de Campos, Carlos Eugênio Martins, Carlos Renato Tavares de Castro, Edna Froeder Arcuri, Francisco José da Silva Léo, Jackson Silva e Oliveira, Juliana de Almeida Leite, Luiz Sérgio de Almeida Camargo, Marcelo Dias Müller, Marcelo Henrique Otênio, Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto, Marlice Teixeira Ribeiro, Wadson Sebastião Duarte da Rocha*

Supervisão editorial, tratamento de ilustrações e editoração eletrônica:

Angela de Fátima Araújo Oliveira

Normalização bibliográfica: *Inês Maria Rodrigues*

Ilustração da capa: Xênia Nascimento Leite (estagiária)

1ª edição

1ª impressão (2008): 100 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Gado de Leite

Avaliação físico-química e bioquímica de efluente infiltrado de laticínio / Luciana Cadioli Panchoni... [et al.]. – Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2008.

18 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa, 25).

ISSN 1806-7093

1. Resíduo agroindustrial. 2. Efluente. 3. Laticínio. 4. Infiltração. I. Panchoni, Luciana Cadioli. II. Otênio, Marcelo Henrique. III. Guerra, Natália Maria Maciel. III. Cruz, Gabriela Correia Araújo. IV. Santos, Valdecir dos. V. Série

CDD 542

© Embrapa 2008

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e métodos	10
Local de estudo	10
Preparação e instalação dos coletores de água infiltrada	10
Coleta das amostras e análises	11
Resultados e discussão	12
Conclusões	15
Agradecimentos	16
Referências bibliográficas	16

Avaliação físico-química e bioquímica de efluente infiltrado de laticínio

Luciana Cadioli Panchoni¹

Marcelo Henrique Otenio²

Natália Maria Maciel Guerra³

Gabriela Correia Araújo da Cruz⁴

Valdecir dos Santos⁵

Resumo

Processos industriais podem produzir danos ao meio ambiente e ao homem quando lançam efluentes sem tratamento aos cursos naturais. A disposição de efluentes no solo é um método de tratamento que busca minimizar a destinação de efluentes agroindustriais nos cursos hídricos. O presente trabalho busca avaliar as variáveis físico-químicas e bioquímicas do efluente de um laticínio e do infiltrado no solo. Estudou-se um laticínio localizado em Bandeirantes/PR. Com coletores construídos em PVC de 100 mm de diâmetro e 80 cm de altura, procedeu-se a coleta. Foram demarcados quatro pontos de coleta por uma distância percorrida de 24 m e realizadas análises físico-químicas e bioquímicas como condutividade, turbidez, cor, pH, alcalinidade, dureza, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total e nitrogênio

¹ Bióloga – Universidade Estadual do Norte do Paraná/Faculdades Luiz Meneghel, BR 369, km 54 – Vila Maria, 86360-000 Bandeirantes/PR – lupanchoni@hotmail.com

² Farmacêutico Bioquímico, D.Sc. – Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom Bosco, 36038-330 Juiz de Fora/MG – otenio@cnppl.embrapa.br

³ Farmacêutica Bioquímica, Especialista – Faculdades Luiz Meneghel, Depto. de Saúde e Educação – BR 369, km 54 – Vila Maria, 86360-000 Bandeirantes/PR – natyguerra@msn.com

⁴ Estudante de biologia – Universidade Estadual do Norte do Paraná – Faculdades Luiz Meneghel, BR 369, km 54 – Vila Maria, 86360-000 Bandeirantes/PR – gabrielaaraujo_@hotmail.com

⁵ Biólogo – Serviço Autônomo de Água e Esgoto, CP 151, 86360-000 Bandeirantes/PR – valsantos_36@hotmail.com

total, conforme Standard Methods, em triplicata. No decorrer dos pontos houve uma diminuição de 51,7% para DBO e de 13,3% para DQO, isto referente ao ponto dois que localizado a 16 metros do ponto zero, que é o ponto de lançamento do efluente. O perfil de dureza no decorrer dos pontos de coleta pode indicar uma retenção de cátions Ca^{++} e Mg^{++} . As variáveis físicas, cor e turbidez, parecem ter sofrido grande influência da dissolução de solo, ocorrência comum no processo de lixiviação. A infiltração do efluente avaliado neste trabalho pode ser considerada para esta categoria de efluente. Deve ser mantido o isolamento da área evitando o acesso de animais de grande porte, para evitar a comatação (entupimento) do solo, que dificultaria a infiltração no local.

Termos para indexação: resíduo agroindustrial; efluente; laticínio; infiltração.

Physical chemistry and biochemistry of infiltration of effluent from a dairy plant

Luciana Cadioli Panchoni¹

Marcelo Henrique Otenio²

Natália Maria Maciel Guerra³

Gabriela Correia Araújo da Cruz⁴

Valdecir dos Santos⁵

Abstract

Industrial processes can produce damage to the environment and to humans if untreated effluents launch the natural courses. The disposal in the ground is a method to effluent treatment that it searches to minimize the destination of dairy effluent. This work aim to evaluate the variable physicist-chemistries and biochemists of the water in a dairy plant effluent and infiltrated in the ground, for a distance of 24 meters. Studied a Dairy Plant located in Bandeirantes/Paraná/Brazil. With collectors constructed in PVC of 100mm of diameter and 80cm of height, it was proceeded collects it. Four points of collection had been demarcated and carried through analyses: turbid, color, pH, alkalinity, hardness, DQO, DBO, conductivity, total phosphorus and total nitrogen, as Standard Methods, in third edition. The profile of hardness in elapsing of the collection points can indicate a retention of positive ions Ca^{++} and Mg^{++} . The physical variable, color and turbid, seem to have suffered great influence of the dissolution ground, common occurrence in the leaching process. The evaluated infiltration of the effluent one in this work is indicated as final destination for this type of effluent. The access of animals must be kept the isolation of the area preventing, to prevent the compact of the soil that would make it difficult infiltration in the place.

Index terms: agroindustrial residue, effluent, dairy plant, infiltration.

Introdução

Um dos problemas mais graves deste século é a crescente escassez de água. Além do aspecto quantitativo, há também o problema da qualidade da água disponível, verificando-se uma constante deterioração dos mananciais, devido, entre outros fatores, ao lançamento de esgotos, nos corpos d'água (Mota, 1997).

Os processos industriais são os principais responsáveis pela contaminação das águas, quando lançam efluentes sem tratamento aos cursos naturais, produzindo uma série de danos ao meio ambiente e ao homem.

O uso racional da água é algo que vem ganhando destaque nos últimos anos. A criação da Agência Nacional de Água (ANA), a formação das comissões das bacias hidrográficas e a cobrança sobre o uso da água são ações nesta direção. Além disso, a legislação ambiental tem aumentado às restrições com relação ao lançamento de efluentes nos corpos receptores (Sautchúk et al., 2006). Muitas empresas já racionalizam o uso da água por meio do emprego de técnicas de reuso, reaproveitamento e/ou reciclagem. As ações devem ter início com a adequação de procedimentos para a redução do consumo, utilização de equipamentos e dispositivos mais eficientes, bem como a adoção de soluções de tratamento adequado das águas residuárias geradas, a fim de possibilitar a sua recirculação e/ou reutilização (Pohlmann, 2004).

Nos últimos anos, as empresas têm buscado implantar técnicas preventivas, que evitam a geração de resíduos e quando isto não é possível, preciniza processos de reciclagem e reuso, retornando-os para o ciclo econômico (Pereira; Tocchetto, 2005). Uma tendência atual na indústria de alimentos, entre elas o segmento de laticínios, é a busca de novas tecnologias visando o aproveitamento de resíduos e o reuso de água (Silva, et al., 2007).

Devido a suas características essencialmente orgânicas das águas residuárias de laticínios e pelo fato da maioria das indústrias se localizam fora da área urbana e distante da rede coletora de esgotos municipais, é obrigatório que as indústrias instalem, no próprio terreno, uma estação de

tratamento de efluentes com a finalidade de controlar e minimizar as fontes poluidoras como solução efetiva para assegurar a qualidade ambiental. O efluente de ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) de laticínios pode conter elevadas concentrações de nutrientes eutrofizantes e seu lançamento em corpos receptores contribui com o processo de eutrofização degradando o corpo aquático e assim restringindo seu uso (Konig, et al., 2000).

A aplicação de resíduos orgânicos no solo tem sido comum desde muitos anos como um processo de tratamento e meio de disposição. Nos tratamentos convencionais, a energia contida nos esgotos é dissipada mediante a mineralização da matéria orgânica e lançando-se os nutrientes nos corpos receptores. Porém, através da disposição de esgotos no solo, a energia é canalizada e utilizada para produção de alimentos, recarga de aquíferos, irrigação e outros fins. A disposição no solo é considerado o método mais favorável para o controle do aumento de volume de águas residuárias das atividades da vida urbana e industrial. Ao mesmo tempo, a aplicação no solo e a reutilização de águas residuárias tratadas tem sido uma solução efetiva do custo potencial para o problema de disposição dos efluentes no ambiente (Fonseca, 2001).

Segundo Sampaio et al. (2001) de acordo com os operadores de ETEs analisadas o sistema de disposição no solo é elogiado como forma de tratamento, não causando maiores transtornos ou gastos excessivos. A redução da poluição e de vazão nesta etapa de tratamento contribui para a proteção dos córregos e pequenos riachos a jusante das ETEs. Em todos os sistemas de disposição no solo é observado um aumento da biodiversidade local, constituindo-se em um fator relevante para o crescimento de vegetação herbácea e aparecimento de pássaros, insetos e pequenos animais.

Tendo em vista o impacto ambiental que o descarte do resíduo resultante do processamento industrial do leite promove, é importante avaliar um sistema implantado de lançamento no solo, para que se possa fortalecer a destinação ambientalmente correta.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as variáveis físico-químicas e bioquímicas do efluente de um laticínio e do infiltrado no solo.

Material e métodos

Local de estudo

O trabalho foi realizado em um laticínio localizado na zona rural do Município de Bandeirantes que fica no Norte Pioneiro do Paraná, especificamente na Microrregião Norte Velho de Jacarezinho, tendo uma população de 33.732 habitantes (IBGE, 2000), 27.220 habitantes na zona urbana e 6.012 habitantes na zona rural. A cidade possui uma área de 444,3 km² de extensão territorial, sendo 12 km² perímetro urbano. O solo é argiloferruginoso de composição basáltica, conhecido como terra-roxa. Os solos predominantes são o latossolo vermelho escuro (LVE) e o terra roxa estruturada (LRE). As precipitações pluviométricas ocorrem com volume variando 1.300 a 1.400 mm ano. Cerca de 150 a 200 mm no mês de janeiro e cerca de 50 a 75 mm nos meses de junho e julho. Os ventos dominantes são do Sudoeste para o Noroeste, com uma velocidade média de 2,5 m/s. O clima é subtropical, com verões quentes, geadas, no inverno, nas regiões mais baixas, pouco freqüentes, concentrações de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A temperatura média anual é de 21°C, no verão é de 22° a 28°C e no inverno de 14° a 18°C, (Prefeitura Municipal de Bandeirantes, 2005).

O laticínio estudado processa diariamente cerca de 3.000 L de leite como matéria-prima, tendo como produtos principais leite e iogurte. A cada 24 h, é descartada uma média de 9.000 L de efluente líquido. Este efluente passa por uma caixa de gordura com 6 compartimentos de separação, medindo 0,8 m de largura, 2 m de profundidade e 6 m de comprimento, a gordura é removida periodicamente e o efluente resultante é descartado em uma área de pastagem com predominância da gramínea *Brachiaria decumbens*.

Preparação e instalação dos coletores de água infiltrada

Os coletores de água infiltrada foram construídos em PVC de 100 mm de diâmetro e 80 cm de altura. A base do tubo foi vedada com um “cap”, dentro do tubo foi colocada uma garrafa plástica acoplada a um funil de

aproximadamente 30 cm, estas garrafas possuem um sistema que favorece sua retirada, e posterior acondicionamento em frascos de 1 L para encaminhamento ao laboratório. Acima desta foram feitos furos por uma extensão de 30 cm, para coletar a água do solo. Os tubos foram revestidos externamente por uma tela filtrante para evitar a entrada de terra.

Três coletores foram instalados no dia 30 de março de 2007, em direção ao rio, seguindo a declividade do terreno e acompanhando o curso do rio, a uma distância de 8 m um do outro. Cada coletor foi enterrado a 70 cm de profundidade, na instalação foram deixados 10 cm acima do solo, sua parte superior foi coberta para evitar possíveis influências ambientais.

Foram demarcados quatro pontos de coleta, sendo o ponto zero efluente bruto (efluente do laticínio) coletado em um cano antes da infiltração no solo e os pontos 1, 2 e 3 os coletores de água infiltrada (Fig. 1).

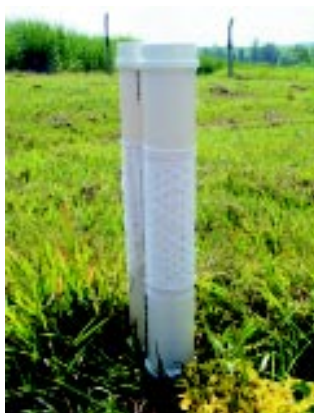


Fig. 1. Coletor de água infiltrada.

Foto: Valdecir dos Santos (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Bandeirantes/PR).

Coleta das amostras e análises

Quatro coletas foram realizadas nos dias 10/04/2007, 17/04/2007, 24/04/2007 e 15/05/2007, pela manhã (09h00min) que corresponde ao período de funcionamento do laticínio (07h00min às 12h00min). Foram realizadas análises físico-químicas e bioquímicas como turbidez, cor, pH, alcalinidade, dureza, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de

oxigênio (DBO), condutividade, fósforo total e nitrogênio total, conforme Standard Methods, em triplicata (Clesceri et al., 2000), Tabela 1.

Tabela 1. Análises, equipamentos (marca) e métodos utilizados.

Tipo de análise	Equipamento	Marca	Método
Turbidez (uT)	Turbidímetro	Hach® 2100P	
Cor (uH)	Hach® DR2010	APHA Pt/Co	Espectrofotometria
pH	pHmetro	MV – 10 Marte	
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	Titulometria H ₂ SO ₄		Metil orange
Dureza (mg/L CaCO ₃)	Titulometria EDTA 0,01		Indicador negro de eriocromo
DQO (mg/L)	COD Reactor® Espectrofotômetro		Espectrofotometria
DBO (mg/L)	Estufa para DBO; Agitador; DBO Track		
Condutividade (µS)	Condutímetro	Oriom® L'05	
Fósforo Total (mg/L)	COD Reactor® Espectrofotômetro		Espectrofotometria
Nitrogênio Total (mg/L)	COD Reactor® Espectrofotômetro		Espectrofotometria

Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físicas, químicas e bioquímicas.

Tabela 2. Resultado médio das análises físico-químicas e bioquímicas.

Análises/Pontos	Ponto Zero	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Condutividade (µS)	272,6	1.170,5	965	–
pH	6,4	7,0	7,2	–
Cor (uH)	1.738	22.115	6.033,3	–
Turbidez (uT)	1.136,25	2.319	833	–
Alcalinidade (mg de CaCO ₃ /L)	139,5	289,5	231,3	–
Dureza (mg de CaCO ₃ /L)	367	167	98	–
DBO mg/L	580,6	300,5	366,33	–
DQO mg/L	8.815	975	1.171,3	–
Nitrogênio Total mg/L	105	105	100	–
Fósforo Total mg/L	2,7	0,975	0,44	–

O ponto 3 não apresentou água no tubo coletor em nenhuma das coletas realizadas, isso mostra que a água já havia infiltrado completamente no solo antes de chegar a este ponto, localizado a 24 m de onde o efluente é lançado. Na coleta realizada no dia 17/04/2007, o ponto 2 não apresentou água, provavelmente porque o período de uma semana da primeira coleta para a segunda não foi suficiente para que ocorresse a infiltração da quantidade de água necessária para as análises.

As concentrações de nitrogênio total e fósforo total no ponto 2 foram relativamente menores que os valores encontrados no efluente (ponto zero), indicando sua retenção no solo e absorção pelas plantas.

A retenção de fósforo é um fator bastante considerável quando se pensa neste composto como um elemento eutrofizante de corpos d'água, isso valoriza a disposição de efluentes no solo. McDowell e Koopmans (2006) relacionam diferentes teores de nitrogênio com a bioavaliabilidade de fósforo em pastagem e solos cultivados e consideram a perda de fósforo do solo para a água como potencial de risco para a qualidade das águas superficiais.

Os maiores teores de fósforo total encontrados na água residuária foram de 2,7 mg/L no ponto zero (efluente bruto), sendo inferiores aos verificados por Miranda (1995), que observou valor médio de 9,4 mg/L em efluente doméstico com tratamento secundário. Esses teores de acordo com a CONAMA (2005), estão acima do permitido para a classe 3, indicada para irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, a qual permite um valor máximo de fósforo total de 0,075 mg/L (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, tributários diretos de ambientes lênticos).

Os valores de nitrogênio total não apresentaram variação significativa, porém podem estar influenciando a utilização de fósforo pelas gramíneas do local. McDowell e Monaghan (2002) mostram que o fósforo aumenta lentamente na pastagem com o aumento do nitrogênio causando uma diminuição do fósforo encontrado nas amostras.

De acordo com Sandri et al. (2006), o nitrogênio é facilmente assimilável pelas plantas, o maior problema é com relação a lixiviação, quando a água que passa pelo solo arrasta nitrato, que pode levar à contaminação de fontes de águas subterrâneas.

Devido a grande dificuldade na determinação dos diversos componentes da matéria orgânica nas águas residuárias, face à multiplicidade de formas e compostos em que a mesma pode se apresentar, utilizam-se normalmente métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica ou do seu potencial poluidor que são a DBO e a DQO para medição do consumo de oxigênio (VON SPERLING, 1996). Estes parâmetros no decorrer dos pontos sofreram uma diminuição de 51,7% para DBO e de 13,3% para DQO, isto referente ao ponto 2 que se localiza a 16 metros do ponto zero, que é o ponto de lançamento do efluente.

Matlou e Haynes (2006) consideram que a matéria orgânica é o fator primário na mineralização de nitrogênio, enxofre e fósforo e pode ser um importante contribuinte para a avaliabilidade e ciclagem dos nutrientes, o que valoriza as taxas de DQO e DBO encontradas em todos os pontos e justifica de certa forma a redução destes parâmetros nos pontos 1 e 2 em relação ao ponto zero. A DQO elevada no ponto zero é característica de efluentes industriais.

Quanto às variáveis físico-químicas pH e alcalinidade, a Tabela 3 mostra uma variação com tendência à neutralização.

O perfil de dureza no decorrer dos pontos de coleta pode indicar uma retenção de cátions Ca^{++} e Mg^{++} , pelo solo. Esta retenção pode colaborar com o que foi discutido anteriormente em relação a pH e alcalinidade.

As variáveis físicas, cor e turbidez parecem ter sofrido grande influência da dissolução de solo, ocorrência comum no processo de lixiviação. Porém a turbidez no ponto 2 decaiu em 73,3% em relação ao ponto zero, o que possivelmente ocorre devido ao processo de filtragem pelo solo 16 m após o lançamento. Segundo Derísio 2000, a turbidez pode afetar esteticamente

os corpos d'água ou ainda encarecer os processos de tratamento para fins de abastecimento público e industrial, além de poder reduzir a penetração da luz prejudicando a fotossíntese, o que fortalece a disposição do efluente no solo.

Observou-se uma tendência no aumento da condutividade em relação ao ponto zero, como mostra a Tabela 1.

De acordo com a USEPA (1981), onde o tratamento de esgotos é o maior objetivo em um sistema de infiltração no solo, uma cobertura vegetal perene é desejável. Ela prolonga a vida e aumenta a eficiência do sistema, por causa da retirada de nutrientes do solo e do aumento de água evapotranspirada; portanto, a comunidade vegetal estabelecida na área certamente está cumprindo um importante papel na reciclagem de nutrientes e aumentando a eficiência e o tempo de vida desse sistema.

Conclusões

A infiltração do efluente avaliado neste trabalho parece não causar impacto negativo no local, pela vegetação ainda presente. Para avaliar a sua efetividade quanto a fertilização é preciso mensurar o crescimento vegetativo da pastagem.

A análise de solo do local de infiltração do efluente é de vital importância na elucidação dos processos envolvidos, assim podendo relacionar teores de nitrogênio e fósforo encontrados no solo com aumento ou diminuição destes parâmetros na água infiltrada. Os valores de pH e condutividade elétrica também podem ser melhor compreendidos se for feita uma análise do solo. A continuidade de estudos neste sentido irá valorizar e completar as discussões e conclusões.

A ausência de água no ponto 3 denota a total infiltração do efluente lançado, assim conclui-se que o solo no local não está saturado e pode comportar o processo avaliado sem que haja escoamento superficial e

conseqüente contaminação das águas superficiais. É necessário ainda o constante acompanhamento das características do local, porque uma saturação pode levar a um processo erosivo.

Este processo de infiltração tem sido eficiente por permitir a disposição sem necessidade ou risco de lançamento deste no curso d'água.

É importante destacar que no sistema de manutenção deve ser valorizado o isolamento da área evitando o acesso de animais ou seu pastejo, pois isto poderia causar comatação do solo, dificultando a infiltração.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências bibliográficas

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; TRUSSELL, R. R.; FRASON, M. A. H. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington [DC]: American Public Health Association, 2000.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. **Estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. DOU, Brasília – DF, de 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 09 ago. 2007.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus Editora, 2000.

FONSECA, A. F. da. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. (Dissertação Mestrado). 110p.

MATLOU, M.C.; HAYNES, R.J. Soluble organic matter and microbial biomass end in soils under pasture and arable management and the leaching of organic, and nitrate in lysimeter study. **Applied Soil Ecology**, n.34, p.160-167. 2006.

McDOWELL, R.W.; KOOPMARS, G.F. Assessing the bioavailability of dissolved organic phosphorus in pasture and cultivated soils treated with different rates of nitrogen fertilizer. **Soil Biology Biochemistry**, n.38, p.61-70. 2006.

McDOWELL, R. W.; MONAGHAN, R.M. The potential for phosphorus loss in relation to nitrogen fertilizer application and cultivation. **Journal of Agricultural Research**, n.45, p.245-253. 2002.

MIRANDA, T. L. G. **Reuso de efluente de esgoto doméstico na irrigação da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995. (Dissertação Mestrado). 109p.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

PEREIRA, L. C.; TOCCHETTO, M. R. L. **Sistema de Gestão e Proteção Ambiental**. 2005. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/~>>. Acessado em: 03 set. 2007.

PMB. Prefeitura Municipal de Bandeirantes, Estado do Paraná, Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo. **Inventário Turístico**. 2005.

POHLMANN, M. Água e efluentes na indústria frigorífica. **Revista Nacional da Carne**. 2004. Disponível em: <<http://www.dipemar.com.br/carne/329~>>. Acessado em: 03 set. 2007.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres: Potafos, 1991. 343p.

SAMPAIO, P. S.; SCÁRDUA, F. P.; BERNARDES, R. S. Avaliação do desempenho de sistemas de tratamento de esgotos domésticos no Distrito Federal que utilizam processo de disposição no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, João Pessoa, PB. **Anais**. Rio de Janeiro: Abes, 2001.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. **Engenharia agrícola**, v. 23, n. 1, 2006.

SAUTCHÚK, C. A.; LANDI, F. del N.; MIERWA, J. C.; VIVACQUA, M. C. R.; SILVA, M. C. da; LANDI, P. del N.; SCHMIDT, W. **Manual de conservação e reuso de água para a indústria**. v. 1. 2006. Disponível em: <<http://>

www.fiesp.com.br/download/publicacoesmeioambiente/reuso.pdf > . Acessado em: 03 set. 2007.

SILVA, D. J. P.; CASTRO, V. C.; GUIMARÃES, C. F.; OLIVEIRA, D. S.; PASSOS, F. J. V. Manual para implantação de sistema de gestão ambiental e reuso de água na indústria de laticínios. In: WORKSHOP USO E REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIA E SALINAS, 2007, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Process design manual for land treatment of municipal wastewater**. Cincinnati. 1981.

KONIG, A.; LIMA, L. M. M.; CEBALLOS, B. S. O. de. Comportamento das águas residuárias brutas e tratadas provenientes de uma indústria de laticínios durante um dia de funcionamento. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre, RS. **Anais**. Rio de Janeiro: Abes, 2000.