

TRATAMENTO DE EFLUENTE GERADO PELA ATIVIDADE LEITEIRA NA OPERAÇÃO DE UMA ORDENHA MECÂNICA

Jacqueline Silva Nogueira¹; Carlos Henrique Maia².

¹ Acadêmica, Faculdade de Engenharia Ambiental, UNIRV, Rio Verde – GO, jacqueline-nogueira-93@hotmail.com

² Professor, Faculdade de Engenharia Ambiental, UNIRV, Rio Verde – GO, chmaia@hotmail.com

Resumo: O Brasil vem se destacando no cenário da bovinocultura no que diz questão à produção de leite alcançando um patamar de mais de 30 bilhões de litros em 2011. Essa produção acarreta na geração de um grande volume de águas residuárias que apresentam potencial para poluição ao solo e aos corpos hídricos. O objetivo deste estudo é implantar e ativar um sistema de tratamento para o efluente gerado pela atividade leiteira na operação de uma ordenha mecânica. O sistema de tratamento implantado foi composto por três unidades: tanque de mistura para correção de pH, tanque de decantação e *wetland* construído de fluxo horizontal. As condições e dimensões aderidas não apontaram problemas na condução hidráulica. Os resultados de partida apontaram atividade no sistema e eficiência na correção de quase todos os parâmetros analisados, atendendo as especificações da normativa brasileira Resolução CONAMA 430/2011 e possibilitando a disposição desse efluente pioneiro no ambiente lótico mais próximo. Para o efluente tratado sugere-se monitoramento, avaliação da eficiência do sistema de tratamento e análise das possibilidades de reuso para fins não potáveis.

Palavras-Chaves: Bovinocultura de leite, Wetland Construído, Fluxo Horizontal.

Abstract: Brazil has been standing out in the setting of cattle in question says milk production reaching a level of over 30 billion liters in 2011. This production involves the generation of a large volume of wastewater that have the potential for pollution to soil and to water bodies. The objective of this study is to deploy and activate a treatment system for wastewater generated by dairy farming in the operation of a mechanical milking. The implanted treatment system was composed of three units: mixing tank for pH correction, settling tank and constructed wetland for horizontal flow. The conditions and adhered dimensions showed no problems in the hydraulic driving. Starting the results showed activity in the system and efficiency in removing almost all parameters, meeting the specifications of the Brazilian rules CONAMA 430 and enabling the provision of that pioneering effluent into the nearest lotic environment. To the treated effluent is suggested monitoring, evaluation of the treatment system efficiency and analysis of reuse opportunities for non-potable uses.

Key Words: Constructed Wetland, Dairy cattle, Horizontal Flow.

Introdução

O Brasil vem se destacando no cenário da bovinocultura no que se refere à produção de leite. Segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE), o país saiu do patamar de 7,1 bilhões de litros de leite produzidos no ano de 1974, alcançando o de 32,1 bilhões de litros de leite em 2011, crescimento superior a 350% no período (MAIA et. Al. 2014).

Segundo Decezaro (2013) esta produção acarreta na geração de grande volume de águas residuárias que apresentam potencial para a poluição, e a simples disposição dessas águas no solo sem tratamento adequado - prática muito utilizada devido a disponibilidade de

área nas zonas rurais - pode causar grande impacto por sobrecarga de nutrientes no solo, podendo até mesmo ocasionar a eutrofização dos cursos de água.

A geração do efluente numa ordenha mecânica ocorre principalmente durante a higienização dos animais e limpeza dos equipamentos de ordenha. Segundo Vitko (1999) *apud*. Batista et al. (2014) somente para estas operações de lavagem ocorre um consumo diário de água de aproximadamente 200 L por animal.

Dentre as alternativas atuais para tratamento dessas águas, destaca-se o sistema de *wetlands* construídos que de acordo com Begosso (2009) são cópias artificiais, feitas pelo homem, dos *wetlands* naturais, explorando os ciclos biogeoquímicos que ocorrem normalmente nesses sistemas para fins de tratamento de águas residuárias. Essas *wetlands artificiais* utilizam variadas tecnologias com os mesmos princípios básicos das *wetlands* naturais para modificação da qualidade da água (SALATI, 2009).

Para Salati (2009) o que diferem principalmente as *wetlands* construídas das *wetlands* naturais é o seu regime hidrológico controlado; seu substrato, o qual é projetado para otimizar a condutividade hidráulica do sistema; e a biodiversidade diferente encontrada nos dois sistemas (construídos e naturais). As porcentagens de remoção são dependentes principalmente da temperatura, tempo de detenção hidráulico (TDH) e a carga aplicada, e são muito diferentes entre si (Rousseau et al., 2008).

Sistemas tipo *wetlands* apresentam demanda de área superficial superiores a outras formas de tratamento convencionais, porém trata-se de um sistema economicamente viável e é possível obter um efluente com características necessárias sem o uso de energia elétrica, compostos químicos, geração de um alto volume de lodo, além da possibilidade de compor o paisagismo local (MONTEIRO, 2009).

Conhecida a necessidade de se buscar o equilíbrio entre produção intensiva e sustentabilidade ambiental, firma-se o objetivo deste estudo em implantar e ativar um sistema de tratamento para o efluente gerado em uma ordenha mecânica.

Materiais e Métodos

A área de estudo compreende as instalações de uma ordenha situada no Sítio Nova Canaã, município de Itarumã, sudoeste do Estado de Goiás (18°45'19.25"S; 51°20'55.68"O). A bovinocultura de leite do sítio possui 44 vacas em lactação, as quais produzem um total 120 litros de leite por dia em uma única sala de ordenha. A sala é construída em alvenaria, semienterrada e está situada no centro do curral da propriedade. A retirada do leite ocorre duas vezes ao dia, pela manhã (7h00 as 8h30) e pela tarde (16h00 as 17h00).



Figura 1 – a) Operação de retirada de leite; b) Sala de ordenha após retirada do leite.

O efluente é gerado por meio da lavagem dos equipamentos da ordenha mecânica além das paredes e pisos da sala. As águas residuárias provenientes destas atividades são captadas por um único ralo, segue por gravidade em uma tubulação de 100 mm e são dispostas sem qualquer tratamento prévio em um piquete de pastagem localizado a 200 m de um manancial. A quantidade de efluente gerado é estimada pela quantidade exata de água requerida na limpeza interna do maquinário (200 L – valor fixo) mais a quantidade aproximada gasta na higienização externa da ordenha e limpeza de paredes e piso da sala (50 L), ou seja, 250 L por retirada do leite que resulta em 500 L/d (Litros/dia).

Verificou-se a necessidade de realizar a análise físico-química do efluente bruto para fins de posteriores comparações ao efluente tratado. A coleta das amostras do efluente bruto foi realizada no mês de setembro. Para se coletar uma amostra do efluente gerado tapou-se a entrada do ralo com plástico para vedar e realizou todo serviço de ordenha e limpeza nessas condições. O efluente foi coletado em recipientes plásticos e de vidro distintos conforme especificações do laboratório Aqua Rio Meio Ambiente e Alimentos LTDA situado no perímetro urbano na cidade de Rio Verde – GO então responsável pela análise do efluente.

Com base na composição do efluente, foram estipulados os seguintes parâmetros a serem analisados: Potencial Hidrogeniônico (pH), Matéria Orgânica Carbonácea (DBO e DQO), Turbidez, Série de Sólidos, Surfactantes, Óleos e Graxas, Nitrogênio Total e Fósforo.

Para o tratamento desse efluente foi projetado um sistema composto por três unidades: Tanque de mistura para correção de pH, tanque de decantação e wetland construído de fluxo horizontal (WCFH), as quais foram denominadas unidades 1, 2 e 3 respectivamente, sendo as duas primeiras destinadas ao tratamento primário, e a última ao tratamento secundário.

O dimensionamento da *unidade 1* foi realizado visando exclusivamente a necessidade de se corrigir o pH do efluente. Em projeto, o tanque apresenta dimensões em formato retangular, bastante estreito, para dar regime hidráulico de movimento ao efluente enquanto permanece nessa unidade. O básico utilizado para correção do pH deve ser o Óxido de Cálcio – a Cal, devido à facilidade de obtenção, e a quantidade utilizada deve ser determinada pelo método de titulometria. O efluente deve ficar contido no tanque até o fim das atividades para que todo o efluente gerado tenha o pH corrigido. Dessa forma o tanque deve possuir capacidade mínima de 250 L.

Na *unidade 2* o dimensionamento foi baseado no TDH (Tempo de Detenção Hidráulico). Foi determinado o tempo de detenção hidráulico (TDH) de 02 dias. Foi estendido o TDH para que este tanque funcionasse também como um filtro biológico facultativo e anaeróbio. Dessa forma, deve ocorrer além da sedimentação de sólidos, a degradação da matéria orgânica e sedimentada por meio da atuação das bactérias reduzindo a quantidade de lodo gerado. O tanque foi projetado em formato retangular com 60% de sua estrutura enterrada e repartição vertical na área superficial. A tubulação de saída deve estar interligada a unidade 3, e a liberação do efluente deve ocorrer de forma controlada, por meio de registro calibrado numa vazão de 350 ml por minuto ou (21 L/hora), para que a alimentação do wetland ocorra 24 h/d.

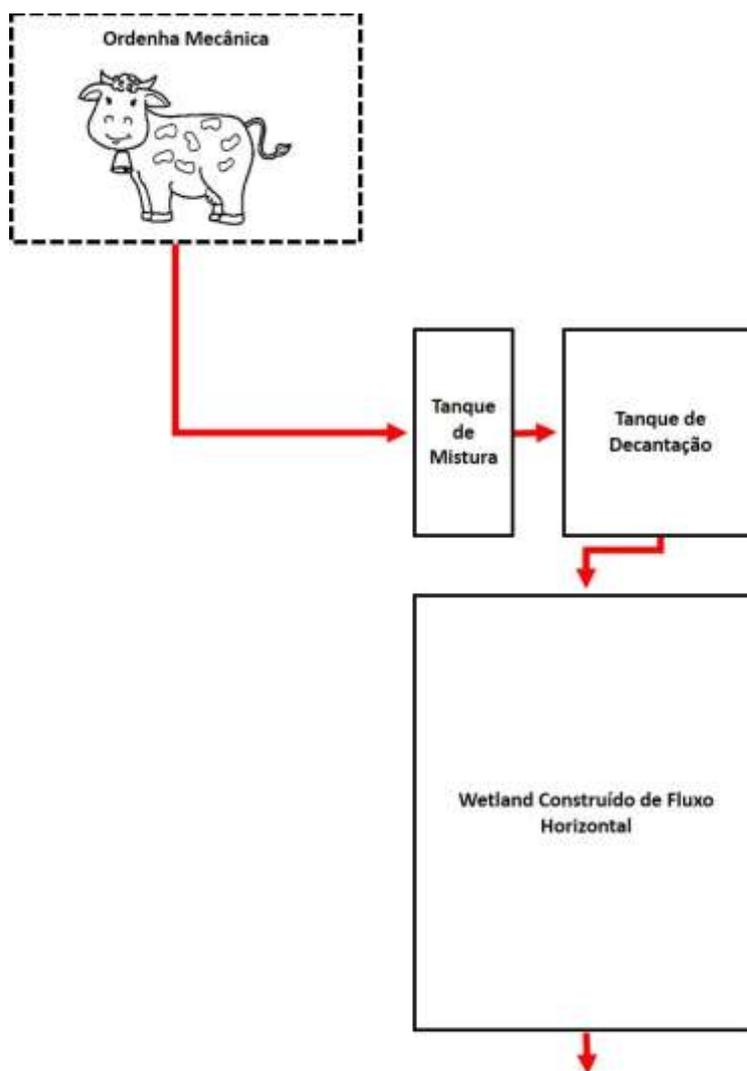
Quanto a *unidade 3* o dimensionamento foi realizado levando em consideração uma carga de $7,0 \text{ g DBO} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ segundo a recomendação da *Natural Resources Conservation Service - NRCS* (1991) apud. Decezaro (2013), para uma DBO total de 90 mg/L pós tratamento facultativo mais anaeróbio citado por Sperling (2013). O tanque foi projetado em formato retangular com 36% de sua estrutura enterrada e declividade de 6,6%. Para este tanque estipulou-se que a liberação do efluente seria exclusivamente por gravidade.

O tanque deverá ser preenchido por areia grossa lavada como substrato e brita nº 1, nas zonas de distribuição e captação do efluente. A macrófita estabelecida para vegetar o

wetland foi a *Typha domingensis* Pers., popularmente conhecida como taboa, devido à predominância na região, facilidade de obtenção e já estar habituada ao clima local.

Fluxograma do Projeto

O fluxograma demonstra o fluxo hidráulico do efluente de acordo com o projeto do sistema a ser implantado.



Resultados e Discussão

Construção do sistema de tratamento

A construção do sistema experimental iniciou-se em setembro de 2015. A tubulação de alimentação da *unidade 1* é uma continuidade da já existente. Foram acrescentados 12 m de cano PVC 100 mm até uma área de depressão no terreno que oferecia as condições necessárias à construção: declividade e facilidade de subterrâneos os tanques.

A *unidade 1* foi construída ao nível da tubulação de alimentação. O tanque possui capacidade para 327 L e as dimensões estão contidas na tabela 1. A tubulação de saída é

composta por um único cano PVC 40 mm interligado ao tanque de decantação particionado por um registro.

Tabela 1 - Dimensões do tanque de mistura: unidade 1.

Dimensões Internas	Metros (m)
Comprimento	1,10
Largura	0,30
Altura	0,90

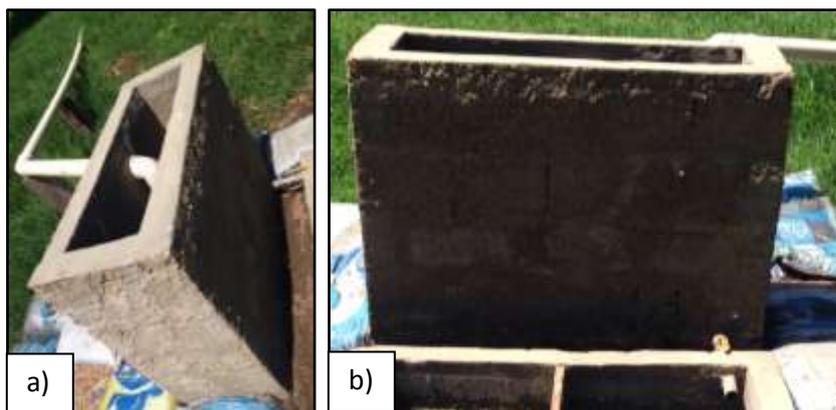


Figura 2 – a) vista transversal do tanque de mistura; b) registro de saída do tanque de mistura;

A configuração semienterrada da *unidade 2* demandou escavação no solo que foi realizada de forma manual com o auxílio de enxadas e pás. O tanque tem capacidade para 1.337L e as dimensões constam na tabela 3. A tubulação de saída é única e foi colocada no centro do tanque a 1,13 m do fundo, é constituída por cano PCV 25 mm particionado por um registro e segue até o WCFH.

Tabela 2 - Dimensões do tanque de decantação: unidade 2.

Dimensões Internas	Metros (m)
Comprimento	1,10
Largura	0,81
Altura	1,50



Figura 3 - Vista superior do tanque de decantação antes da ativação do sistema.

Na *unidade 3*, a escavação para a construção também foi realizada de forma manual com o auxílio de enxadas e pás. As dimensões deste tanque estão apresentadas na tabela 3. A tubulação chega a uma altura de 70 cm do fundo ao qual é direcionada até alcançar outro cano perfurado disposto em posição horizontal. Os furos foram feitos com broca 04 espaçados a cada 5 cm voltados para cima possibilitando a distribuição uniforme do efluente. Na parede oposta, a tubulação de saída foi composta por um único cano PVC 40 mm fixado numa altura de 92 cm, esta altura está abaixo do nível da tubulação de entrada, possibilitando a liberação do efluente por gravidade sem comprometer a alimentação do WCFH.

Tabela 3 - Dimensões do wetland construído de fluxo horizontal.

Dimensões Internas	Metros (m)
Comprimento	3,00
Largura	1,50
Altura	1,10
Altura do Substrato	0,90

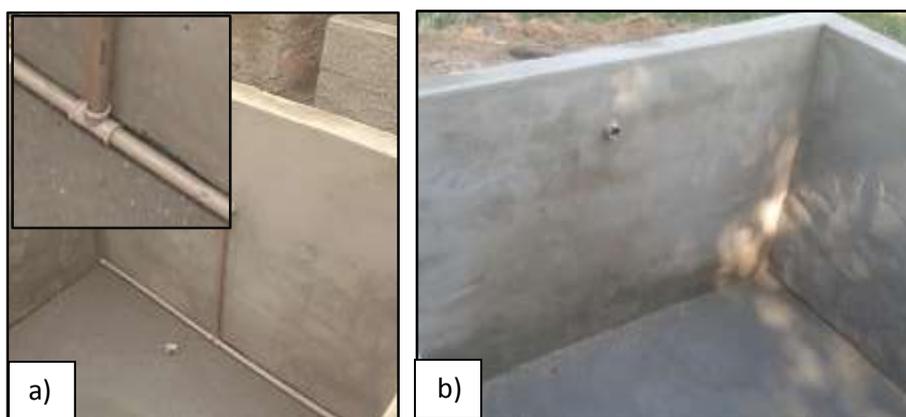
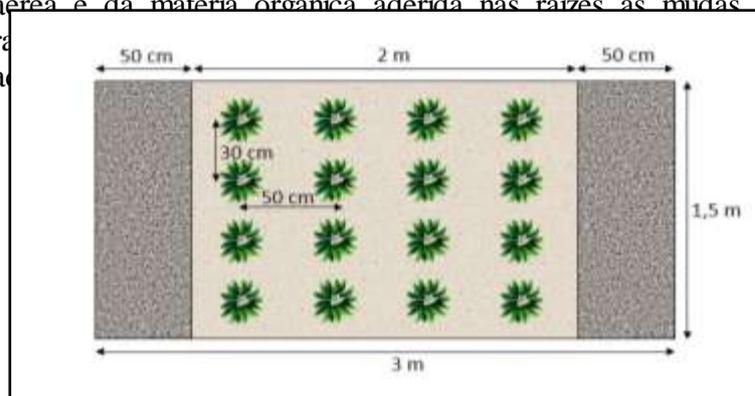


Figura 4 – a) tubulação de alimentação do WCFH; b) tubulação de saída do WCFH;

O substrato é contido de brita N° 01 em 50 cm de comprimento nas extremidades e areia grossa lavada (sem adição de pedras) em todo espaço central. Este material foi colocado dentro do leito de forma manual utilizando enxadas e pás.

O plantio das macrófitas ocorreu após duas semanas após o início do funcionamento do sistema de tratamento. As mudas foram retiradas de um córrego nas proximidades da propriedade. A parte aérea foi cortada numa altura média de 30 cm. Após a retirada da parte aérea e da matéria orgânica aderida nas raízes as mudas foram plantadas direto na areia na caso for observada dificuldade de



a)

b)

Figura 5 - Macrófitas *Typha Domingensis*, conhecida popularmente como taboa: a) imagens ilustrativa das dimensões de plantio. b) Plantas devidamente empregadas no wetland.

Antes do início das atividades na ordenha, 500 g de cal são diluídos em água e colocado no tanque de mistura. Quase todo o efluente é gerado na lavagem da ordenha mecânica, logo, nesse momento o efluente chega ao tanque com bastante velocidade, e se mantem em movimento devido ao formato estreito do tanque, o que ocasiona a mistura do básico ao efluente. Até o final da operação da ordenha o efluente fica retido no tanque e logo depois é liberado, de forma manual, para o tanque de decantação.

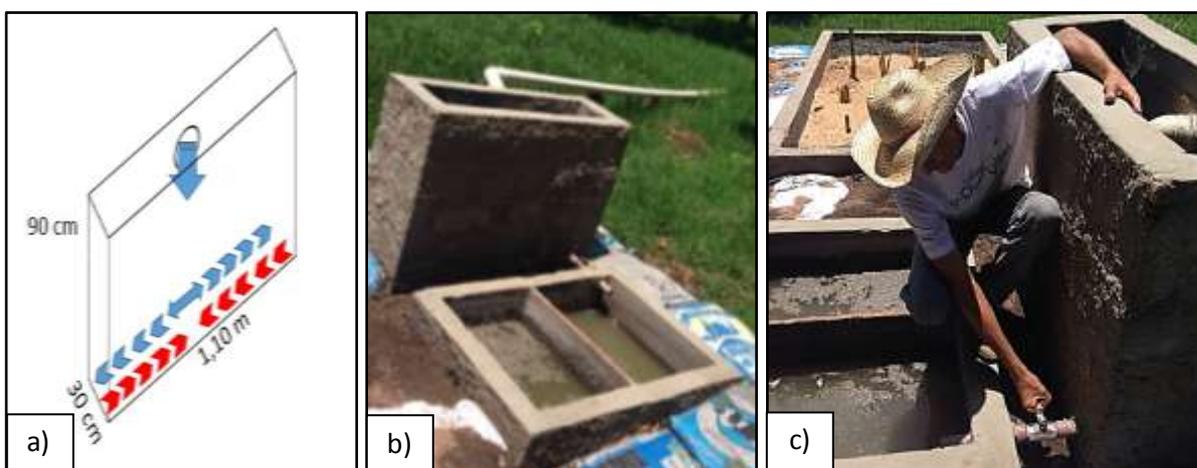


Figura 6 – a) regime hidráulico do efluente no tanque de mistura; b) vista da tubulação de alimentação e saída do tanque de mistura; c) Operação do registro de forma manual;

O efluente chega instantaneamente ao tanque de decantação e segue para o wetland durante todo o dia numa vazão de 21 L/h o que resulta em 500 L/d. Nestas condições, pela manhã, nível de efluente no tanque está exatamente na borda inferior da tubulação de saída. Após primeira retirada o tanque está preenchido com 1.250 L (1.000 L que estavam retidos abaixo da tubulação de saída mais 250 L gastos nas operações de lavagem), até a ordenha da tarde 189 L de efluentes são liberados por meio do registro controlado. Quando o efluente da segunda ordenha chega, ainda restam 61 L acima do nível da tubulação de saída, que resulta num volume de 1.311 L de efluente. Esse excedente será liberado durante toda a noite.

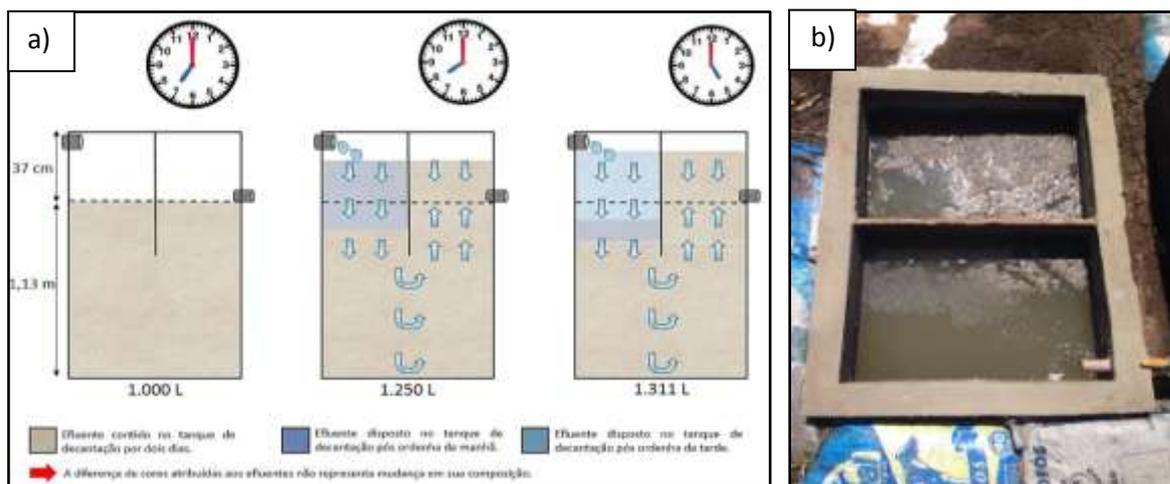


Figura 7 – a) regime hidráulico do efluente no tanque de decantação; b) vista superior do tanque de decantação.

No WCFH a liberação do efluente tratado acontece por gravidade, sempre que a lâmina d'água afere a tubulação de saída. Devido a alimentação do tanque ocorrer constantemente, a lâmina d'água é normalmente estável e a liberação do efluente ocorre da mesma forma.

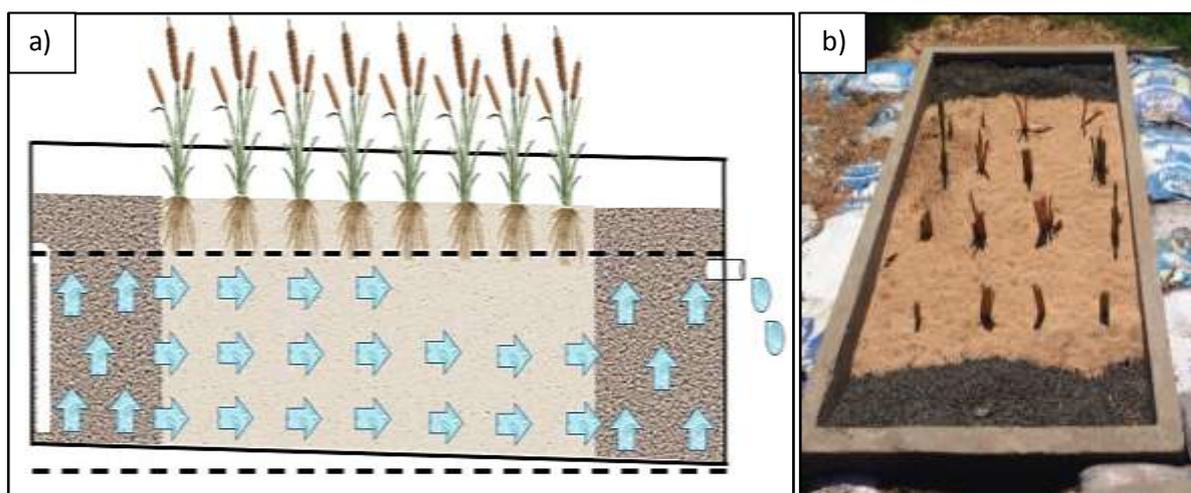


Figura 8 – a) regime hidráulico do efluente no WCFH; b) vista superior do WCFH;

Parâmetros de construção para projetos futuros

A tabela 4 dispõe os valores alcançados em parâmetros que apresentam influência direta no funcionamento do sistema *wetland* construído de fluxo horizontal. Esses dados servirão de base para o dimensionamento de futuros WCFH.

Tabela 4 - Parâmetros de projeto do *wetland* construído de fluxo horizontal (área superficial: 4,5 m²).

Parâmetros	Resultados
Taxa de aplicação superficial – TAS	111m ³ /m ² .d
Tempo de detenção hidráulico – TDH	12 dias

Carga orgânica volumétrica	17,7mgO ₂ /m ² .d
Sistema de distribuição do efluente	Vazão controlada constante
Profundidade do filtro	90 cm
Razão do plantio das macrófita	04 plantas/m ²

Vista Geral do sistema implantado

A Figura 9 está demonstrando todo o sistema implantado logo após o plantio das macrófitas. O sistema já estava em funcionamento, porém o efluente tratado ainda não havia alcançado o nível da tubulação de saída do WCFH. As setas correspondem ao fluxo do efluente desde a geração até o descarte final.



Figura 9 – Vista geral do sistema de tratamento implantado.

Custos de implantação

Todos os tanques foram construídos em alvenaria sob custódio financeiro do dono da propriedade. A implantação de todo o sistema de tratamento demandou 08 sacos de cimento, 560 blocos de Tijolão (20x30cm), 300 blocos de Tijolinho, 02 m de brita nº 1, 02 m de areia fina, 02 m de areia grossa, 01 balde (3.600 L) de aditivo impermeabilizante, 02 L de aditivo

plastificante, 02 barras de fio de aço 2/3, meia barra de cano PVC 25 mm, meia barra de cano PVC 40 mm, 02 barras de cano PVC 100 mm e 02 registros de aço somando um valor de 1.281,00 reais mais mão de obra (construção) com valor de 480,00 reais. Sendo que partes da mão de obra como encanamento e disposição do substrato no wetland foram realizados pelo próprio autor, portando não consta na listagem a remuneração para estes serviços.

Eficiência do tratamento do efluente: valores de partida

Os valores atribuídos ao efluente tratado são referentes a primeira alíquota captada na tubulação de saída do *wetland* construído de fluxo horizontal. Ressalta para esses valores a influência de possíveis resíduos contidos na areia e brita usados como substrato.

Tabela 1 - Eficiência no tratamento do efluente de bovinocultura leiteira: valores de partida.

Parâmetros	Resultados		Eficiência de Remoção (%)
	Efluente Bruto	Efluente Tratado	
pH	2,8	8,0	NA*
Temperatura (°C)	25,0	25,0	NA*
Nitrogênio total (mg/L)	32,5	0,66	97,97
Óleos e graxas (mg óleos e graxas/L)	61,6	22,67	63,20
Surfactantes (mg/L)	0,17	-	-
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5 dias a 20°C) (mgO ₂ /L)	433,5	164,5	62,05
Demanda química de oxigênio (DQO) (mgO ₂ /L)	582,0	555,5	4,55
Fósforo total (mgP/L)	6,8	20,5	NR**
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	726,0	522,0	28,09
Sólidos sedimentáveis (ml/L)	< 0,1	0,7	NR**
Sólidos suspensos totais (mg/L)	208,0	62,0	70,19
Sólidos totais (mg/L)	934,0	584,0	37,47
Turbidez (NTU)	287,0	-	-
Oxigênio dissolvido (mg O ₂ /L)	6,18	2,87	53,56

* Não aplicado. ** Não houve remoção.

Considerando apenas a análise da primeira amostra do efluente tratado não é possível afirmar a eficiência do sistema, no entanto valores iniciais positivos indicam que o efluente flui de forma regular, resultado de um dimensionamento satisfatório.

É importante salientar que os resultados são referentes a eficiência de todo o sistema, ou seja, do conjunto da operação nos três tanques. Para tanto, a influencia na remoção dos parâmetros pode ter advindo de qualquer um dos três tratamentos. No entanto alguns

princípios presentes no sistema podem ter contribuído de forma mais direta na remoção de cada parâmetro.

A alta remoção do nitrogênio no efluente pode ser atribuída as macrófitas presentes no sistema, já que esse nutriente é insumo necessário ao cultivo de plantas aquáticas. Assim como a remoção de DBO é atribuída principalmente a atuação das bactérias durante o TDH de todos os tanques, e a remoção de sólidos suspensos ao processo de decantação. A remoção dos demais sólidos pode ser atribuída ao filtro de areia do WCFH.

Apesar da ausência de resultados para o parâmetro de turbidez, o efluente tratado se apresenta menos turvo.

Disposição do efluente conforme a Resolução Conama 430

Realizou-se a comparação dos resultados obtidos com os valores adotados pela Resolução CONAMA N° 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluente. Diante da comparação avaliou-se a possibilidade da disposição dos efluentes bruto e tratado no curso hídrico mais próximo.

Tabela 2 - Qualidade do efluente bruto e tratado em comparação à Resolução Conama 430.

Parâmetros	Efluente Bruto	Efluente Tratado	Resolução Conama 430
pH	2,8	8,0	5 a 9
Temperatura (°C)	25,0	25,0	Inferior a 40 °C
Materiais sedimentáveis (ml/L)	<0,1	0,7	Até 1 ml/L
Óleos e graxas (mg/L)	61,60	22,67	Óleos e gorduras vegetais: até 50 mg/L
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5 dias a 20 °C) (mgO ₂ /L)	433,50	164,5	Remoção mínima de 60%
Nitrogênio Total (mg/L N)	32,50	0,66	20 mg/L N

Os resultados da análise do efluente bruto mostraram que o pH não atingiu valor mínimo de aceitação, e os parâmetros óleos e graxas e Nitrogênio Total ultrapassaram o valor máximo de aceitação pela legislação federal. Quanto a DBO, consta na resolução que qualquer efluente disposto num curso hídrico precisa ter remoção mínima de 60%, independente de sua carga.

E já os resultados de partida obtidos sobre o efluente tratado apontaram que os parâmetros satisfazem os limites permitidos pela legislação federal, incluindo a remoção de mais de 60% do parâmetro DBO. Sendo assim há possibilidade legal de disposição dessa primeira amostra no ambiente lótico mais próximo.

Conclusão

Pode se verificar que o sistema de tratamento implantado foi dimensionado de forma satisfatória, pois apresenta fluxo hidráulico estável, não demanda energia elétrica e as macrófitas adaptaram-se ao WCFH.

A análise do efluente tratado apresenta resultados de partida positivos. Recomenda-se o monitoramento do sistema, a fim de comprovar a eficiência do tratamento. Caso a eficiência de remoção dos parâmetros avaliados seja mantida, o efluente estará apto a ser disposto no curso hídrico de água doce mais próximo conforme a Resolução CONAMA 430.

No entanto, sugere- analisar também as possibilidades de reuso do efluente tratado para fins não potáveis.

Ante isso, o efluente está sendo disposto em solo. Parte do efluente sofre processo de infiltração e parte segue por gravidade até o curso hídrico.

Referências Bibliográficas

BATISTA R.O.; BATISTA R.O.; FIA Ronaldo; DOMINGUES R.R.; **Manejo de águas residuárias da bovinocultura de leite para uso em cultivo de plantas**. Boletim Técnico - n.º 100 - p. 1-29 ano 2014. Lavras/MG. GOVERNO DO BRASIL.

BEGOSSO, LARISSA. **Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construídas para o tratamento de águas cinzas**. Centro de ciências exatas e tecnologia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2009.

DECEZARO, Samara Terezinha. **Tratamento de águas residuárias de bovinocultura de leite no Brasil – situação atual e possibilidades**. Departamento de ciências agrônômicas e ambientais / curso de engenharia ambiental. Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen – RS, 2013. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/cesnors/images/TCC_Samara_Decezaro.pdf>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: /, <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: setembro de 2015.

MAIA G.B.S.; PINTO A.R.C.; MARQUES Y. T.; ROITMAN F.B.; LYRA D.D.; **Inovação na indústria de alimentos: importância e dinâmica no complexo agroindustrial brasileiro**. Agropecuária. BNDES Setorial 37, p. 371-398, 2014. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3708.pdf>.

MONTEIRO R.C.M.; **Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo “wetlands” para tratamento de água cinza visando o reuso não potável** / R.C.M. Monteiro. – São Paulo 2009.

SALATI E.; FILHO E. S.; SALATI E. **Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas**. Instituto Terramax - Consultoria e Projetos Ambientais LTDA. End: Rua Sta. Cruz, 40 – CEP:13419-020 – Piracicaba/SP Tel.(019) 3434.0800 –(019) 34331637. Piracicaba / SP 04/04/2009. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/pactodasaguas/files/2011/12/sistema-wetlands.pdf>>.

SILVA E. M.; ROSTON D.M. **Tratamento de efluentes de sala de ordenha de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado**. Eng. Agríc. Jaboticabal, v.30, n.1, p.67-73, jan./fev. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n1/a07v30n1.pdf>>.

SPERLING, M.V. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. **Lagoas de estabilização**. Volume 3. 2ª Edição. p. 1-296. UFMG, 2013.