

II-239 – DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE UMA EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: UM ESTUDO DE CASO

Maria Aparecida Cerqueira Pacheco⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Estadual de Maringá. Especialista em Gestão e Química do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás. Gestora Ambiental da Embrapa Arroz e Feijão - GO.

Renata Bueno Miranda Junqueira⁽²⁾

Engenheira de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Lavras. Supervisora do Núcleo de Desenvolvimento Institucional da Embrapa Arroz e Feijão – GO.

Fernanda Posch Rios⁽³⁾

Engenheira Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Doutoranda em Ciências Ambientais na UFG.

Endereço⁽¹⁾: Rodovia Goiânia/Nova Veneza, GO 462, km 12 – Fazenda Capivara – Zona Rural – Caixa Postal: 179 - Santo Antônio de Goiás - GO - CEP: 75375-000 - Brasil - Tel: (62) 3533-2105 - e-mail: maria.pacheco@embrapa.br

RESUMO

O trabalho apresenta o projeto de tratamento de esgoto da Embrapa Arroz e Feijão, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), uma das 47 Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), dentro do desafio de manter suas diversas e complexas atividades de pesquisa, numa fazenda sem atendimento de rede pública de esgoto sanitário. Neste intuito, é apresentado o sistema utilizado para tratamento de esgoto: a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) construída *in loco*. São apresentados alguns resultados de eficiência, disponíveis nesta fase de implementação do sistema e compartilhados alguns desafios que surgiram ao longo da instalação e manutenção dos projetos. Pode-se observar que o sistema da lagoa facultativa com reator anaeróbio de fluxo ascendente incorporado obteve resultado inicial de eficiência 88% na remoção de DBO. São também apresentados dados técnicos dos projetos e mostrada a importância de cada etapa para os resultados finais. Conclui-se que, embora o sistema na ETE ainda tenha pouco tempo de operação, os resultados obtidos demonstram que o conjunto UASB/lagoa facultativa está cumprindo com sucesso a função do tratamento do esgoto.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Esgotos, Lagoa Facultativa, Reator Anaeróbio, Zona Rural, *Wetland*.

INTRODUÇÃO

Transformação é a palavra-chave para resumir todas as operações e conceitos que envolvem o tratamento de efluentes. O tratamento de efluentes é um conjunto de atividades com capacidade de transformar a composição química do material, os conceitos ou pré-conceitos que o envolve, o ambiente em que está inserido e as empresas e pessoas a sua volta, ou seja, transforma um passivo ambiental em um ativo ambiental, um problema em solução, resíduos poluidores em fonte de nutrientes e uma empresa e pessoas negligentes em uma sociedade responsável.

Este é o padrão de atuação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Arroz e Feijão na gestão de resíduos, ou seja, não somente tratar efluentes, mas conhecê-lo, atuar para redução da sua geração e na minimização de seus riscos, tratá-lo e, se possível, aproveitá-lo num sistema sustentável.

O desafio é grande por se tratar de uma empresa de pesquisa com mais de 1000 hectares, localizada na zona rural, e que não é atendida pela rede de esgotos municipal. O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP) apresenta um quadro com mais de trezentos colaboradores, que conduzem experimentações multidisciplinares na área agropecuária, gerando diferentes tipos de esgoto. De maneira bem simplificada, este cenário, no mínimo, apresenta um esgoto sanitário composto por efluentes de diferentes origens, tais como,

laboratórios de diversas especialidades, domésticos, agrícolas e de oficinas mecânicas, situados em diferentes pontos de uma grande fazenda, que inviabiliza a estratégia de uma rede única de esgotos. Com isso, são necessários estudos para identificação e avaliação de soluções tecnológicas que sejam eficientes no tratamento destes efluentes de diferentes composições e em ambiente rural.

Até o início de 2011 todo o esgoto produzido na Embrapa Arroz e Feijão era destinado a diversos sistemas antigos compostos de tanques sépticos de alvenaria e sumidouro dispostos próximos aos prédios, uma solução técnica muito utilizada em áreas rurais. No entanto, este sistema havia sido implantado há mais de 30 anos e não apresentava condições de monitoramento e melhoria.

A Embrapa implementou um Programa de Gestão Ambiental em que a empresa posicionou sua atuação institucional em termos de adoção de responsabilidade e ética para o desenvolvimento sustentável e sinalizou à todas as suas Unidades a necessidade de considerar em seu cotidiano e em suas linhas de atuação o componente ambiental, de forma a tornar coerente o seu discurso e a prática (TOMÉ JÚNIOR, 2010).

No que diz respeito às ações no âmbito de suas Unidades, diversos procedimentos e mecanismos voltados ao desenvolvimento e consolidação da gestão ambiental foram implementados, muitos dos quais destinados a sanar passivos ambientais existentes. Entre as ações consideradas, destacaram-se a coleta seletiva de lixo, reciclagem e reutilização de materiais, como papel, papelão, copos; uso racional de água e energia elétrica; tratamento e disposição de efluentes; disposição de resíduos laboratoriais e de campos experimentais; recuperação de áreas protegidas (áreas de preservação permanente e reserva legal), entre outros (TOMÉ JÚNIOR, 2010).

Portanto, este trabalho teve o objetivo de apresentar o sistema de tratamento de esgotos em implantação na Embrapa Arroz e Feijão em busca de redução de riscos ambientais para a área, identificar as principais restrições e dificuldades para melhoria do sistema e também comprovar o compromisso da empresa com suas atividades e com o meio ambiente.

O PROJETO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO

A sede da Embrapa Arroz e Feijão está localizada na fazenda Capivara, com área de 1027 hectares, a aproximadamente 20 km de Goiânia e a 6 km de Santo Antônio de Goiás, possui dezenas de prédios com rotinas de pesquisa e administrativa e não é atendida por rede pública de saneamento.

O projeto de tratamento de esgotos da Embrapa Arroz e Feijão foi dividido em dois sistemas: uma rede de esgoto que contempla o maior número possível de prédios e atende os laboratórios, área administrativa, oficinas mecânicas da Fazenda Capivara, destinando os efluentes para uma estação de tratamento de esgotos (ETE) e, para as áreas mais afastadas, foram utilizados sistemas individuais compostos por fossas de fibra de vidro chamadas de fossas ecológicas e valas de infiltração para a disposição final dos seus efluentes.

O sistema obedece às diretrizes recomendadas pela organização (Diretrizes para Implantação de Gestão Ambiental nas Unidades da Embrapa, 2010) no que diz respeito à separação, pré-tratamento e monitoramento dos esgotos dos laboratórios; escolha de processos biológicos seguindo princípios de tecnologia avançada, economia e simplicidade; facilidade de manutenção; baixo consumo de energia elétrica; elevada capacidade de redução da carga orgânica e disposição adequada, optando pela não devolução dos efluentes aos corpos d'água, mas pelo uso de infiltração no solo.

O sistema de coleta e a unidade de tratamento de esgotos da Embrapa Arroz e Feijão teve sua obra finalizada em Fevereiro de 2011. Os esgotos coletados são conduzidos por gravidade para uma unidade de tratamento localizada em clareiras (já previamente abertas) dentro de uma área de remanescente florestal. As clareiras foram abertas na década de 1980, onde eram conduzidos experimentos agrícolas, que foram encerrados em 2007.

As fossas e sumidouros existentes foram desativados e reaterrados após a colocação em operação do novo sistema de esgotamento.

REDE COLETORA E SEUS DISPOSITIVOS

A rede de esgoto, construída com tubos de PVC de diâmetro 100 mm, contempla poços de visita que possibilitam ao operador fazer inspeção e limpeza, sem o risco de ser atingido por lançamento de esgotos e possuem também a finalidade de realizar a junção de coletores e de mudança de declividade. A declividade acompanhou o caimento natural do terreno até a estação de tratamento de esgoto, dispensando o uso de energia elétrica.

A rede coletora contempla também caixas de retenção de óleos e graxas que têm função, como o próprio nome diz, de separar os óleos e graxas do restante do despejo. A remoção dos óleos e graxas é imprescindível, uma vez que aderem facilmente às tubulações, coletores e equipamentos, provocando obstruções e entupimentos. Outro aspecto importante é que a gordura desestabiliza os processos anaeróbios e contribui para o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

UNIDADE DE NEUTRALIZAÇÃO

Os efluentes laboratoriais possuem rede exclusiva que os conduz para um tanque de neutralização com volume de 1 m³. Pretende-se, com isso, manter o pH na faixa de 6 a 8 para não prejudicar o processo biológico de tratamento de efluentes.

Para garantir a neutralização deste efluente são necessárias várias ações além da obra em si. É indispensável a identificação da natureza dos resíduos líquidos dos laboratórios e orientar continuamente as equipes para que dispensem nas pias somente água de lavagem e soluções já neutralizadas. Desta forma, a casa de neutralização, como é chamada, passa a ser um local para monitoramento das condições de neutralização dos efluentes de laboratório.

Existe a possibilidade de instalar equipamento para automatizar o processo de monitoramento do pH no local, mas na ausência deste dispositivo, a empresa definiu um procedimento de monitoramento registrado e ações corretivas em caso de desvio. Ou seja, como a vazão dos efluentes é contínua e esta etapa não visa reter os esgotos, não há como corrigir o pH neste local e nem é o objetivo. O que se pretende é separar os efluentes dos laboratórios para que estes possam ser monitorados de acordo com procedimento interno de gestão de resíduos de laboratório.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Ao chegar à ETE, o esgoto sanitário passa por duas etapas de tratamento preliminar: um desarenador de fluxo horizontal para remoção de areia (caixa de areia), pelo processo de sedimentação, acoplado a um sistema de gradeamento (grade de retenção) que remove sólidos grosseiros.

Na sequência do tratamento, o esgoto é encaminhado para uma lagoa facultativa com reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) interno à lagoa, como mostrado na Figura 1. A lagoa é seguida de três banhados artificiais para polimento e disposição do efluente tratado no solo. O sistema foi concebido para atender uma população de até 600 pessoas. Opera sem energia elétrica, não produz maus odores e apresenta baixa produção de lodos. No projeto foi considerada DBO final < 20 mg.L⁻¹ para o esgoto tratado distribuído no solo após ter passado pelo banhado de infiltração. Outra vantagem do sistema adotado é a simplicidade operacional.

O sistema de lagoa facultativa e banhados artificiais requer uma grande área, mas essa desvantagem foi superada com o aproveitamento das clareiras já existentes no local de implantação da ETE.



Figura 1: Lagoa facultativa com UASB incorporado – ETE Embrapa Arroz e Feijão.

LAGOA FACULTATIVA COM UASB INCORPORADO

As principais características consideradas para o sistema da lagoa facultativa podem ser resumidas como seguem (MKMBR, 2011):

➤ **Afluente:**

População de contribuição equivalente total = 600 habitantes

Vazão média adotada = $0,54 \text{ L.s}^{-1}$

$\text{DBO}_5 = 514 \text{ mg/L}$

Sólidos em suspensão = 450 mg.L^{-1}

➤ **Reator Anaeróbio:**

Área = 103 m^2

Profundidade total = 5,5 m

Volume útil = 260 m^3

Paredes laterais formadas pelo talude da lagoa em ângulo de 45 graus

Remoção da matéria orgânica prevista = 60%

➤ **Lagoa facultativa:**

Área total de superfície = 520 m^2

Volume útil = 780 m^3

Profundidade total = 3,0 m a 1,5 m

DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA LAGOA FACULTATIVA COM UASB INCORPORADO

Após passar pelo tratamento preliminar, o esgoto é conduzido por uma tubulação para o fundo do reator UASB. Esse reator consiste em um tanque, onde em sua parte mais baixa forma-se um leito de lodo e logo acima uma manta de lodo, caracterizando o compartimento de digestão. No topo há um decantador que é precedido por um separador trifásico para os gases, líquidos e sólidos. A idade do lodo é bastante elevada devido a grande retenção de biomassa no sistema.

Assim como ocorre com a lagoa facultativa da ETE Samambaia do Distrito Federal (DF) (Neder; Pinto, 1993), o efluente sai do reator através do decantador e encontra na parte superior a lagoa facultativa com a camada superior oxigenada pelas algas, evitando assim o surgimento de odores desagradáveis.

O tempo de detenção hidráulica adotado na lagoa foi de 15 dias (MKMBR, 2011), o que juntamente com a incidência de luz solar e dos nutrientes presentes no esgoto, garante a produção de algas. O processo de fotossíntese das algas é a principal fonte de oxigênio dissolvido para os microrganismos heterotróficos

realizarem a digestão predominantemente aeróbia da matéria orgânica solúvel que não foi transformada em gás no UASB.

Von Sperling (2002) relata que os sólidos em suspensão presentes no efluente das lagoas facultativas são constituídos principalmente por algas e que devido à incerteza relacionada à sobrevivência das mesmas no corpo receptor, uma forma prática de se avaliar a DBO no efluente final é desconsiderar a DBO das algas, ou dos sólidos em suspensão. A Resolução Conama 430/2011 estabeleceu que na determinação da eficiência de remoção de DBO em sistemas com lagoas de estabilização, a amostra do efluente deverá ser filtrada. A eficiência esperada na remoção da DBO em lagoas facultativas segundo Jordão e Pessoa (2005) situa-se entre 75-85%.

O efluente das lagoas facultativas é conduzido por gravidade para a última etapa de tratamento constituída pelos banhados artificiais.

BANHADOS ARTIFICIAIS (WETLANDS)

Os banhados artificiais ou *wetlands* são sistemas projetados que abrigam plantas aquáticas (macrófitas) em substratos como areia, solo, cascalho ou outro material inerte, onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos, os quais, por meio de processos biológicos, químicos e físicos, tratam águas residuárias (SOUSA et al., 2000).

Os três wetlands construídos no CNPAF, um dos quais está ilustrado na Figura 2, possuem fluxo horizontal subsuperficial no enchimento e fluxo subsuperficial vertical no esvaziamento. Foram construídos em terreno natural e sem compactação do solo. Contêm um leito de brita de 0,3 m de altura que dará suporte ao crescimento de uma planta aquática (*Typha latifolia*) ou outra espécie que obedeça aos critérios mencionados por Chernicharo (2001): tolerância ao ambiente eutrofizado, crescimento rápido e fácil propagação, absorção de nutrientes e outros constituintes, fácil colheita e manejo.

O afluente será distribuído por uma canaleta situada na região de entrada do banhado uniformemente por toda a extensão de sua largura. O líquido a ser tratado fluirá no sentido horizontal em contato com as raízes e os rizomas das plantas (onde se desenvolverá o biofilme bacteriano). Quando o banhado estiver cheio, a unidade será colocada em descanso para que o efluente tratado infiltre no solo. O efluente da lagoa facultativa será então desviado para outro banhado.



Figura 2: Banhado artificial (wetland) – ETE Embrapa Arroz e Feijão.

RESULTADOS DAS ANÁLISES REALIZADAS

Para o monitoramento do sistema foram coletadas amostras do afluente após a grade de detritos, e do efluente no vertedor da lagoa facultativa, ambas as coletas foram realizadas em maio/2012.

Os dados obtidos mostrados na Tabela 1 permitiram algumas observações.

Comparando os resultados da ETE CNPAF (Tabela 1) com os obtidos por Pinto *et al.* (1997) para o sistema reator/facultativa da ETE Samambaia do DF após a fase de estabilização do processo (Tabela 2), verificou-se que os resultados de remoção de DBO total, DQO total, DQO filtrada, SST e coliformes termotolerantes ficaram próximos entre as duas ETEs.

A eficiência de DBO obtida com a amostra filtrada do efluente da lagoa facultativa na ETE CNPAF ficou em 88%. O cálculo foi realizado de acordo com o parágrafo 3º, do artigo 21, da Resolução Conama 430/2011, o qual determina que a amostra do efluente para sistemas de tratamento com lagoas de estabilização seja filtrada.

Tabela 1: Resultados ETE CNPAF Maio/2012.

Parâmetros	Afluente	Reator/Facultativa	Remoção (%)
DBO total (mg.L ⁻¹)	565	84	85
DBO filtrada (mg.L ⁻¹)		65	88
DQO total (mg.L ⁻¹)	693	239	66
DQO filtrada (mg.L ⁻¹)		100	86
SST (mg.L ⁻¹)	605	177	71
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	3,3 x 10 ⁶	5,4 x 10 ³	99,8

Tabela 2: ETE Samambaia Jan/Fev 1997.

Parâmetros	Afluente	Reator/Facultativa	Remoção (%)
DBO total (mg/L)	235	31	87
DBO filtrada (mg/L)			
DQO total (mg/L)	590	170	71
DQO filtrada (mg/L)		68	88
SST (mg/L)	410	99	76
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	5 x 10 ⁷	4 x 10 ⁵	99,2

Fonte: Pinto *et al.*, 1997

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O sistema implantado na ETE da Embrapa Arroz e Feijão, com a etapa final sendo a infiltração do efluente dos banhados artificiais no solo, mostrou ser a melhor opção por não incidir em risco de contaminação de cursos d'água, a facilidade operacional, não utilizar energia elétrica e produtos químicos.

Embora o sistema ainda tenha pouco tempo de operação e o efluente da lagoa facultativa ainda não tenha atingido o leito de brita do primeiro *wetland*, os resultados obtidos demonstraram que o conjunto UASB/lagoa facultativa está cumprindo com sucesso a função do tratamento do esgoto.

Alguns ajustes precisam ser feitos: o gerenciamento dos gases produzidos pelo UASB a fim de evitar o lançamento de metano na atmosfera, se possível com o seu aproveitamento energético; melhoria do sistema de limpeza do desarenador e grade de detritos na ETE por meio da automação dessa etapa ou da instalação de um segundo sistema em stand-by para utilização quando da limpeza do primeiro.

Estudos futuros para aproveitamento do lodo gerado na ETE deverão ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 30 abr. 2012.
2. CERNICHARO, C. A. L (Coord.). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. 1. ed. Belo Horizonte: Projeto PROSAB. 2001. 544 p.
3. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. 4.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 932p.
4. MKMBr ENGENHARIA AMBIENTAL. Manual de operações da estação de tratamento de esgotos. Santo Antônio de Goiás, 2011. 33p.
5. NEDER, K.D.; PINTO, M.A.T. Lagoa de estabilização de Samambaia novas tecnologias no processo de tratamento de esgotos domésticos por lagoas de estabilização. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1993. Anais. Natal RN, 1993.
6. PINTO, M.T.; NEDER, K. D.; FELIZZATO, M. R.; LUDUVICE, M.L. ETE Samambaia – dos projetos à prática dos novos conceitos no processo de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização. XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1997. Anais. Foz do Iguaçu PR, 1997.
7. SOUSA, J.T.; van HAANDEL, A. C.; COSENTINO, P. R. S.; GUIMARÃES, A. V. A. Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “wetlands” construídos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 4, n.1, p. 87-91, jan./abr. 2000.
8. TOMÉ JÚNIOR, J.B. Sistema de gestão ambiental – uma proposta corporativa para a Embrapa. In: PENHA, E.M. *et al.* Diretrizes para implantação de gestão ambiental nas unidades da Embrapa. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010.
9. Von SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFGM, 2002. v. 3, 196 p.