

II-454 - ASPECTOS OPERACIONAIS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL E A IMPLICAÇÃO NA CREDIBILIDADE E EFICIÊNCIA

Thiago Emanuel Possmoser Figueiredo Nascimento⁽¹⁾

Mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais e Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia.

João Paulo Papaleo Costa Moreira⁽²⁾

Pós-graduação em Gestão e Perícia Ambiental, Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia e Professor do Instituto Federal de Rondônia.

Nara Luisa Reis Andrade⁽³⁾

Mestre em Física Ambiental e Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso, Professora do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia.

Marcelo Melo Barroso⁽⁴⁾

Doutor e Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo, Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e Professor do Instituto Superior de Inovação e Tecnologia – ISITEC.

Gunther Brucha⁽⁵⁾

Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos, Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo, Biólogo pela Universidade Federal de São Carlos e Professor Adjunto II do Instituto de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL).

Endereço⁽³⁾: Rua Rio Amazonas, 351. B. Jardim dos Migrantes - Ji-Paraná - RO - CEP: 76900-726 - Brasil - Tel: +55 (69) 3421-3595 - e-mail: naraluisar@gmail.com.

RESUMO

As lagoas de estabilização constituem sistemas vantajosos para a reversão de um quadro de defasagem do saneamento na Região Norte, pois são sistemas simples e eficientes, quanto à construção e operação. No entanto, a baixa necessidade de manutenção muitas vezes contribui para o desmazelo com os sistemas. A falta de manutenção adequada poderá reduzir a eficiência ocasionando impactos à sociedade, o que pode servir para o descrédito do sistema, tornando-o culturalmente rejeitável. Torna-se mais agravante quando se trata de um sistema precursor no estado servindo de modelo para outros municípios. Uma avaliação perceptiva dos problemas observados *in loco* em uma ETE precursora no estado de Rondônia, localizada no município de Cacoal, ao longo dos anos de 2009 a 2011 é realizada nesse trabalho. Como resultado foram observados ocorrências de odor, crescimento generalizado da vegetação, presença de escumas, remoção do lodo e ineficiência do sistema preliminar, que constituem problemas que podem além de reduzir a eficiência, causar danos à saúde pública e desmoralizar o sistema, o qual ao invés de servir como exemplo para expansão dessa alternativa no estado de Rondônia, tem sugerido a reprovação social do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção de ETE, Odor, Proliferação de vetores, estado de Rondônia.

INTRODUÇÃO

O Brasil, tratado no cenário mundial como um país privilegiado na disponibilidade hídrica, não está livre de problemas ambientais, uma vez que a má gestão dos recursos hídricos pode gerar problemas pertinentes à qualidade de água, gerando uma escassez qualitativa. Por ser um país emergente, apresenta um quadro de saneamento ainda em expansão e com muitos investimentos a serem realizados.

As consequências desse quadro tardio na regulação do sistema de saneamento básico podem ser percebidas na desequilibrada forma em que se concebeu a colonização de múltiplos estados dessa federação.

O estado de Rondônia, localizado na Amazônia Legal, pode ser citado como exemplo, onde sua colonização se deu por meio de um processo acelerado de crescimento desordenado, em meados dos anos 70 e 80. Essa

estratégia de “desenvolvimento” mostrou-se inadequada, promoveu inúmeras consequências negativas ao meio ambiente, problemas de infraestrutura urbana e rural (BARROSO; CHERUBINI; CORDEIRO, 2005).

Entre os problemas de infraestrutura, vale mencionar a deficiência na oferta de serviços de saneamento básico. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), Rondônia possui apenas 1,6% de domicílios com rede coleta de esgoto, bem abaixo da média nacional de 44%. O IBGE (2009) apresenta também informações médico-sanitárias do período entre 1998 a 2008, onde o estado de Rondônia ao longo desse período esteve entre os líderes de pior quadro de internações, sendo que no ano de 2008 obteve a situação mais depreciativa do quadro nacional (19 internações por 100 habitantes), apresentando um quadro bem acima do Estado do Pernambuco que teve a melhor situação, com 7,5 internações por 100 habitantes e a média nacional foi de 12 internações por 100 habitantes.

Se por um lado há problemas de gestão, quanto ao planejamento e investimento dedicado a minimizar esses impactos. Por outro lado, há desafios tecnológicos na implementação de soluções que busquem reverter esse quadro defasado. Por conseguinte, na busca por tecnologia de baixo custo, o emprego de lagoas de estabilização tem sido uma alternativa muito viável, uma vez que são sistemas simples, eficientes, flexível e prosaico se comparado a outros sistemas, tanto na etapa de construção quanto de operação (JORDÃO; PESSOA, 2011; VON SPERLING, 2002; WICHERNA; GEHRING; LÜBKENA, 2011).

A disponibilidade de área que é o principal fator limitante para o emprego desses sistemas, não é necessariamente uma limitação para cidades de médio a pequeno porte na Região Norte. Ademais os fatores climáticos nessa localidade também são favoráveis a esse tipo de sistema, como destaca Saraiva (2007) e Mayo (1995). A despeito da simplicidade de operação desses sistemas, do clima favorável e sua difusão na região norte, ainda sim, para garantir que esses sistemas sejam eficientes e gerem o mínimo de impacto para a sociedade devem-se observar alguns aspectos operacionais e garantir a manutenção básica do sistema. Por se tratar de um sistema com baixa manutenção, essa mínima manutenção exigida é muitas vezes desprezada.

No estado de Rondônia poucos sistemas de coleta e tratamento de esgotos foram implantados e percebe-se pouca pressão sobre as entidades públicas para uma solução coletiva para o problema. Muitos optam por um sistema unitário, principalmente fossas absorventes, segundo IBGE (2010a), 93,4% dos domicílios dispõe seu esgoto doméstico neste sistema. Contudo, por estar incorporado na Planície Amazônica, o lençol freático é raso, pode aflorar e entrar em contato com as fossas, contaminando assim, as águas subterrâneas. Outro hábito observado em uma parcela da população é a preferência por água de poços, onde 46% dos domicílios do estado de Rondônia utilizam esta fonte como alternativa para seu abastecimento (IBGE, 2010a).

Esse cenário agrava em muito os problemas de saúde da população. Por outro lado, se os sistemas precursores como o das lagoas de estabilização de Cacoal não proporcionarem a satisfação da população, incentiva-se um circuito vicioso, onde a população desacreditada não irá exigir da entidade pública uma resolução coletiva, e permanecerá nas alternativas individuais que podem perpetuar um problema ambiental e social.

Diante do exposto esse trabalho tem por objetivo apresentar uma avaliação qualitativa das características operacionais e de manutenção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Cacoal que poderão endossar o descrédito da população, e indicar boas práticas operacionais que poderão atuar como medidas auxiliadoras para a reversão desse quadro.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) estudada localiza-se na cidade de Cacoal (FIGURA 1), estado de Rondônia, Brasil, coordenadas 11°26'19"S e 61°26'50"O. O município de Cacoal fica localizado estrategicamente ao centro do estado, sendo cortado pela BR-364 que liga o Centro-oeste do Brasil ao Norte (Acre e Amazonas).

A topografia do município é caracterizada por um relevo com elevação média de 200 metros. Segundo a Sedam (2011), o clima da região é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso (classificação de Köppen), isto é, com

estações secas e chuvosas bem definidas. A direção predominante dos ventos é ao Norte. A média anual da precipitação pluvial varia entre 1.400 e 2.500 mm/ano, e mais de 90% dessa ocorre na estação chuvosa (o período chuvoso ocorre de outubro a abril e, o período mais seco em junho, julho e agosto). A média anual da temperatura do ar está entre 24 e 26 °C. Em conformidade com o censo (IBGE, 2011), a população de Cacoal é de 77.982 habitantes.

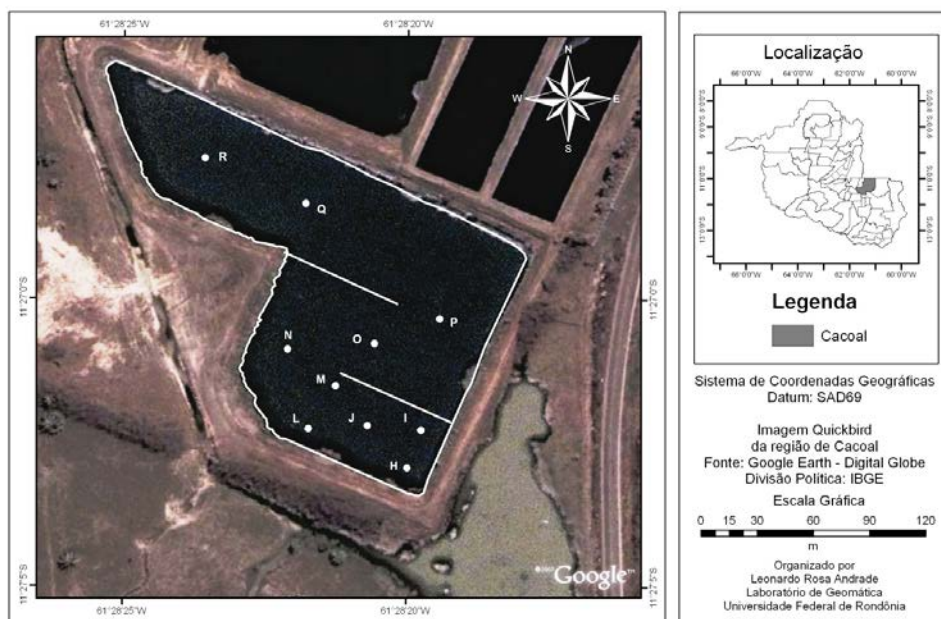


Figura 1: Localização da ETE em estudo e pontos amostrados na primeira coleta.

A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE CACOAL

A ETE de Cacoal é um dos primeiros sistemas construídos no estado de Rondônia para o tratamento coletivo de esgotos. É dotada por um sistema principal composto por duas lagoas anaeróbias funcionando em paralelo seguido de uma lagoa facultativa, inicialmente projetadas para atender a uma população de 22.500 habitantes. Segundo Brasil (2011), no ano de 2008 havia 4595 ligações ativas, o que atendia uma população de 19.180 habitantes. No ano de 2009 uma nova lagoa foi construída devido à necessidade de remoção do lodo da lagoa anaeróbia principal. Portanto, o sistema antigo foi desviado para essa nova lagoa com 21596 m². No ano de 2010 ocorreu a ampliação do sistema de coleta de esgotos do município, de modo que no ano 2011 o sistema contava com 9.149 ligações, segundo dados fornecidos pela empresa gestora.

ANÁLISE QUALITATIVA

A discussão a ser alçada foi baseada em observações sensoriais feitas em campo ao longo dos anos de 2009 a 2011, e registros fotográficos. A análise qualitativa visa apresentar uma avaliação das unidades de pré-tratamento (grades e caixa de areia), lagoa primária e secundária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SISTEMA PRELIMINAR

Na Figura 2 pode-se observar a etapa preliminar do sistema de tratamento, composto de duas caixas de areia e da calha parshall para medição da vazão. Foi observado que o sistema de gradeamento estava ausente.



Figura 2. Sistema preliminar de tratamento, Cacoal, Rondônia, maio de 2010. Em que, a) caixa de areia e b) Calha parshall.

O gradeamento estava ausente no tratamento preliminar. Devido à inexistência da grade foi constatada uma grande quantidade de material na superfície de entrada das lagoas primárias. O material observado era proveniente do sistema de coleta de esgoto. A entrada desse material é indesejável, principalmente porque uma das unidades trata-se de uma lagoa facultativa primária e esses materiais neutralizam um dos principais mecanismos de tratamento de esgoto nessa lagoa, a incidência luminosa, necessária às algas.

Os canais de remoção da areia estavam sempre preenchidos e aparentemente não era realizada a remoção desta. Nascimento *et al.* (2011) estudando o mesmo sistema observou um grande entrada de material inorgânico e propôs que uma das possíveis causas é que a caixa de retenção de areia não está sendo eficiente, possivelmente devido a ausência de manutenção (remoção da areia no fundo).

PROBLEMAS COM O ODORE

Conforme Belli Filho *et al.* (2001) os maus odores são provenientes de uma mistura complexa de moléculas com enxofre (H_2S e mercaptanas), nitrogenadas (NH_3 e aminas), fenóis, aldeídos, álcoois, ácidos orgânicos etc. Nas estações de tratamento de efluentes líquidos estes compostos estão presentes em diversos níveis operacionais.

Em todas as coletas efetuadas foi possível constatar a presença de odores na região próxima a ETE, fator corroborado pelo depoimento de moradores locais. O odor peculiar nesse sistema é similar a ovo podre, que é característico de desprendimento do gás sulfídrico.

Esse odor parecia ser mais presente no sistema preliminar, sendo forte indicativo de que o turbilhonamento provocado na entrada faz com que os gases se desprendam.

Segundo Luduvise, Pinto e Neder (1997) a afirmação tradicionalmente utilizada por alguns profissionais -“A ETE estava aqui primeiro”-, é politicamente incorreta e não mais se justifica. Não servindo, portanto, de defesa

para possíveis inconvenientes provocados por ETE's já existentes. Geração de odores desagradáveis, barulho, tráfego pesado e sujeira na pista, são as principais queixas da população contra unidades de tratamento ou recalque de esgotos.

Esses mesmos autores retratam o “efeito Nimby” do inglês “*not in my backyard*” ou seja, não no meu quintal, é uma expressão muito comum em países em desenvolvimentos, e, está cada vez mais presente na sociedade brasileira devendo influenciar sobremaneira ações do setor nos próximos anos. Pois, a mesma população que exige esgotamento sanitário, não poluição dos corpos d'água, eficiência na prestação do serviço, probidade no gerenciamento dos recursos públicos, emprego e outras medidas, é a mesma que não admite ter próximo a sua residência uma ETE, mesmo que os estudos técnicos e econômicos indiquem aquele local como o mais adequado.

Chernicharo (2007) cita duas estratégias para o controle da emissão de maus odores, uma estratégia é favorecer o fluxo laminar, evitando ocorrência de pontos de queda livre e de turbilhonamento excessivo. Caixas de areia e de distribuição da vazão são unidades que geralmente apresentam essas características. A outra é a implantação de caixas de queda livre, rampas com degraus, que favorecem ao turbilhonamento e desprendimento de gases conjuntamente com sistemas de coleta e tratamento dos gases desprendidos.

Para a Luduvic, Pinto e Neder (1997) as unidades de tratamento preliminar são fontes geradoras de odores em potencial, devido a grande concentração de material putrescível e sólidos grosseiros. O acúmulo de material orgânico em canais, grades, esteiras transportadoras etc., deve ser evitada através da limpeza e lavagem regular destas unidades e equipamentos.

Apesar de ter sido possível maior percepção desse odor próximo a entrada não se pode desprezar que o odor possa ser proveniente também das lagoas anaeróbias (principalmente) e facultativas. Von Sperling (2002) indica que sistemas anaeróbios devem ser evitados quando existe população nas proximidades. No entanto, quando a população se aproxima das dependências da ETE após sua implantação, essa não pode ser utilizada como desculpa pelos gestores para a não criarem metas progressivas para um sistema de operação mais eficiente, que evite impactos a população e derredor (LUDUVIC; PINTO; NEIDER, 1997).

Chernicharo (2007) sugere que uma das estratégias para minimizar esse problema, principalmente com sistemas anaeróbios, é a aquisição de áreas maiores, que garantam distanciamentos das populações e de benfeitorias existentes (ou que venham a existir). No arranjo das unidades deve ser observada sempre a direção predominante do vento a ETE, com o intuito de alocar as unidades potencialmente geradoras de odor em posições que gerem o menor impacto a população.

Luduvic, Pinto e Neder (1997) e Chernicharo (2007) apontam para realização de projetos paisagísticos que empreguem vegetações que contribuam para a formação de uma cortina verde nos limites da área da ETE. Belli Filho *et al.* (2001) e Liliams e Mancuso (2003) citam diversos processos que podem ser utilizados para redução de odores, cabe a avaliação pelos gestores do processo que produzirá melhores resultados, e se encaixe em suas possibilidades operacionais.

Uma das preocupações da presente pesquisa é que os odores podem ser dispersos por uma vasta região a depender da intensidade e direção do vento. Devido à localização estratégica da cidade os odores emanados atingem vias de grande fluxo de acesso para outros municípios, como a rodovia federal BR-364 e também da rodovia estadual RO-383, desta forma, moradores de municípios vizinhos também são recebidos com o odor proveniente desse sistema.

Assim, esse problema exige a devida atenção pelos gestores, a fim de evitar o descrédito da ETE e do sistema que a compõe junto à população local e regional, evitando que sirva de mau exemplo também para outros municípios.

CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO

O crescimento de vegetação na parte terrestre foi observado de forma generalizada em todo o sistema (FIGURA 3). Esse crescimento pode ser distinto em: aquático e terrestre. Os vegetais aquáticos internos aos

taludes de lagoas podem gerar problemas, atraindo mosquitos e ratos. Esses ratos podem gerar túneis nos taludes, provocando, ao longo do tempo, vazamentos.

Apesar de não ter sido identificada a presença de ratos, em uma das coletas foi relatado pelos trabalhadores que realizavam a poda da vegetação que foi encontrado um ninho de cobras. Jordão e Pessoa (2011) associa que as cobras são atraídas pelos ratos. E nesse caso, cobras presente no sistema obviamente comprometem a segurança e saúde de operadores. E podem conferir riscos a outros, como crianças que atraída por pássaros ou outra distração podem entrar para brincar no local. Esse pode ainda ser um risco, uma vez que a cerca de isolamento da ETE estava rompida.



Figura 2: Aspectos da operação do sistema e a presença de vegetação no sistema. Cacoal, Rondônia, maio de 2011.

Foi observada a presença de ilhas flutuantes (FIGURA 4). O aparecimento dessas ilhas pode estar associado ao desenvolvimento de macrofitas, sendo indesejado em sistemas facultativos por impedir a incidência luminosa necessária aos processos.

Para prevenção e recuperação desse tipo de problema podem ser tomadas as seguintes medidas: para vegetais aquáticos a remoção com cautela (jateamento, rastelagem, etc.) de forma a não deixar o vegetal em contato com o líquido; e, para a vegetação terrestre, isto é, arbustos, ervas e capins, que crescem externamente aos taludes, a poda através de roçadeiras ou o processo manual de capina.



Figura 4 - Aspectos de operação do sistema e a presença de vegetais no interior da lagoa (ilhas móveis). Cacoal, Rondônia, janeiro de 2011.

A presença de vegetação de forma generalizada no sistema também corrobora para o descrédito do sistema junto à população, pois confere ao sistema um aspecto de abandono.

PROLIFERAÇÃO DE VETORES

A proliferação de insetos em lagoas de estabilização ocorre devido à presença generalizada de vegetação, tanto na parte externa quanto interna da lagoa (ilhas flutuantes), promovendo a proliferação de larvas de *Culex* e Anófeles (comuns em algumas regiões), sendo um indicativo de desequilíbrio operacional (JORDÃO; PESSÔA, 2011). Um estudo no Paquistão realizado por Mukhtar *et al.* (2006) apontou que as lagoas de estabilização acomodavam um número substancial de espécies de mosquitos Anófeles e *Culex*, aumentando a possibilidade de ocorrência de doenças transmitidas por esses vetores a população urbana.

Assim, como consequência da presença generalizada de vegetação, incluindo que uma parte desta estava em contato com a lâmina d'água, foi observado que essa abrigava larvas de insetos, e grande quantidade de insetos foram observados nos arredores das lagoas. A presença de insetos também pode estar associada à exposição do material removido das grades ou caixas de areia expostos sem qualquer isolamento ou cobertura.

Em lagoas de estabilização o ideal é a remoção da vegetação logo após seu surgimento, não permitindo que o material podado atinja o corpo d'água; ou pode ser mitigada na fase de projeto inserindo uma camada de cimento ou asfáltica na região de contato entre o líquido e o talude. E também caso a presença de insetos seja observada nos materiais sobre a superfície da lagoa, deve-se removê-los, através de processos com rastelos e/ou jatos d'água (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Ensink *et al.* (2007) avaliando um sistema no Paquistão verificaram que a combinação de intervenções simples como, reduzir a quantidade de material flutuante nas lagoas, eliminação da vegetação emergente e reparação de fissuras na estrutura de cimento dos taludes reduziu o número de amostras positivas de mosquitos para quase zero. Os autores sugerem que essas intervenções são fundamentais para controlar os vetores em áreas onde os mosquitos tem importância para a saúde.

PRESENÇA DE ESPUMAS

Como pode ser observada na Figura 5, a jusante da lagoa de facultativa está a lagoa de maturação, que teve presença de uma espuma branca, o que por se tratar de um material muito leve, pode ser conduzido pelo vento depreciando a paisagem.

A origem da espuma pode ser explicada devido ao fato de, entre os poluentes presentes no esgoto, estarem os detergentes sintéticos, que em sua formulação são compostos basicamente de surfactantes e aditivos, sendo amplamente utilizados em diversos processos industriais, assim como, nas indústrias de papel, galvanoplastia, cosméticos, alimentos, lavanderias, lavagem de veículos, nos efluentes domésticos, esgotos municipais e nas estações de tratamento de água (TAFFAREL *et al.*, 2010).

Os detergentes sintéticos atualmente têm se apresentado como grande empecilho em muitos sistemas de tratamento, já que em condições anaeróbias os surfactantes não são biodegradados, dificultando a transferência de oxigênio para a fase líquida, reduzindo a capacidade do sistema em biodegradar os surfactantes em um círculo vicioso (BIGARDI *et al.*, 2003). Dessa forma, tais compostos, modificam as características de sedimentação dos sólidos em suspensão, além de, na baixa eficiência de sua remoção, provocarem a formação de espuma no sistema, e/ou em corpos d'água, que além do efeito estético, pode causar riscos ambientais para organismos aquáticos e trazer problemas à saúde (RAMOS e SOBRINHO, 2002).



Figura 5 - Lagoa de maturação (a jusante da lagoa facultativa) e a presença de escumas/espumas. Cacoal, Rondônia, janeiro de 2011.

Desta forma sugere-se que análises do efluente devem ser efetuadas para verificar a presença de surfactantes, e a implantação de um sistema eficiente para a degradação desses compostos devem ser avaliada para evitar descrédito da população, riscos a saúde e ao ambiente.

GERENCIAMENTO E REMOÇÃO DO LODO

Nas lagoas que recebem o afluente bruto (lagoas primárias) é comum a formação de uma camada de lodo no fundo. O lodo sedimentado é formado devido à porção não biodegradável dos sólidos sedimentáveis que entram no sistema, à atividade biológica de microrganismos e algas, além das reações de precipitação, principalmente de fosfatos (NELSON *et al.*, 2004; SARAIVA, 2007; VON SPERLING, 2002).

A necessidade de remoção do lodo é um processo natural, apesar disso os prazos dilatados previstos para a remoção do lodo das lagoas, geralmente de 5 a 10 anos, contribuem para que os gestores das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's) tratem o gerenciamento do lodo com certa negligência e os projetistas não

esboçam um sistema de remoção e tratamento para o lodo (GONÇALVES *et al.*, 1999; NELSON *et al.*, 2004; VON SPERLING, 1996).

A remoção do lodo sem previsão implica em transtornos financeiros e comprometimento ambiental, uma vez que, com o sistema inativo, os gestores terão que optar pelo lançamento in natura dos efluentes provenientes do sistema de coleta e também do lodo removido. O processo de inativação para remoção do lodo é moroso, pode gerar um desgaste ambiental e segundo Gonçalves *et al.* (1999), tem um custo considerável se comparado com as manutenções pontuais da lagoa.

A remoção do lodo não é um processo simples e requer planejamento. A remoção do lodo no sistema em estudo parece ter causado desconforto para os gestores, pois não havia unidades adequadas para disposição projetadas, e teve que ser adaptadas valas para que o lodo removido fosse disposto.

Na Figura 6 verifica-se o banco de lodo formado na lagoa anaeróbia do sistema principal de tratamento.



Figura 6 - Lagoa Anaeróbia do sistema principal desativada. Cacoal, maio de 2010.

Para efetuar a remoção do lodo uma nova lagoa foi construída e o esgoto desviado, pois as duas lagoas anaeróbias operadas em paralelo tiveram que ter a remoção do lodo efetuada. O lodo removido dessas unidades foi lançado em valas escavadas, não apropriadas para a disposição do lodo.

Um estudo efetuado nesse sistema por Francener (2011) encontrou uma maior velocidade de formação de metano ($5,40 \cdot 10^{-4}$ gDQOCH₄/gSTV.dia) no lodo de uma das lagoas primárias quando foi fornecido acetato como fonte de carbono do que em uma das lagoas primárias da cidade Franca no estado de São Paulo ($4,64 \cdot 10^{-5}$ g DQOCH₄/gSTV.dia). Neste estudo também foi constatado que o sedimento da lagoa de Franca apresentava um perfil hidrogenotrófico e da lagoa desse sistema o perfil era acetoclásticas. Este estudo aponta que a diferença do clima amazônico para outras regiões do Brasil resulta em uma maior atividade microbiana e consequentemente em uma maior produção do lodo, sendo necessário desta forma um planejamento diferenciado com relação à remoção do lodo. Desta forma incentivam-se estudos semelhantes para promover melhores critérios para projeto de sistemas de esgoto no Estado de Rondônia, assim como na Região Norte do Brasil.

Esses estudos apontam que devido à diferenciação do clima amazônico para outras regiões do Brasil a produção do lodo pode ter taxas diferenciadas, e assim, ser necessário um planejamento específico. Desta forma incentivam-se estudos que promovam melhores critérios para projeto de sistemas de esgoto no estado de Rondônia.

A remoção do lodo está vinculada também ao problema de geração de odor. Luduvise, Pinto e Neider (1997) estimam que cerca de 50% das reclamações contra ETE's sejam referente ao odor oriundo dos processos de manejo e tratamento de lodo. Desta maneira o gerenciamento do lodo deve receber a devida atenção para maiores eficiências das ETE's e para que a credibilidade do sistema não seja comprometida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito de ser um sistema de operação simples, as lagoas de estabilização mostram-se como alternativa promissora para o estado de Rondônia. No entanto, a negligência de manutenção e de aspectos operacionais, não somente dessa alternativa, como de qualquer outra para o tratamento de esgoto, acarretará em desvalorização das propostas coletivas para o tratamento de esgotos.

Por se tratar de um dos sistemas precursores e estar localizado em um município de boa visibilidade, esse sistema constitui um sistema modelo, desta forma acredita-se que boas práticas operacionais serão bons exemplos para disseminação como alternativa coletiva para o tratamento de esgotos.

No entanto, para tal, devem-se ser sanados os problemas percebidos de odor, presença de vegetação, da gestão do lodo, controle de vetores e espumas. Esses problemas geram descrédito para o sistema junto à população local e regional, podem ocasionar problemas de segurança e saúde, a população vizinha e a operadores, ainda mais comprometem a eficiência, e assim, a qualidade ambiental.

A fim de esclarecer para a população sobre a importância coletiva dos sistemas de esgotos, incentiva-se que se realizem visitas ao sistema, e que haja um diálogo entre a comunidade e a empresa de saneamento que pode ser mediado pela universidade. Parcerias com universidades poderão favorecer também a melhoria nas eficiências do processo e na capacitação dos gestores e operadores.

AGRADECIMENTOS

Registram-se os agradecimentos ao CNPq pelo financiamento do projeto, ao PICIC/UNIR pelo aporte financeiro da bolsa e também a contribuição para a formação científica. A Universidade Federal de Rondônia – UNIR pelo espaço formador do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROSO, M. M.; CHERUBINI, K. V.; CORDEIRO, J. S. Análise crítica da sustentabilidade ambiental, saneamento e saúde pública no município de Porto Velho. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saneamento ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade? Campo Grande: 2005.
2. BIGARDI, T. A. R.; NUNES, A. J. T.; CARRA, L. P.; FADINI, P. S. Destino de surfactantes aniônicos em ETE do tipo lagoa aerada seguida de lagoa de decantação. Nota Técnica – ABES, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.45-48, jan-mar, 2003 e n.2, abr-jun 2003.
3. BELLI FILHO, P.; et al. Tratamento de Odores em Sistemas de Esgotos Sanitários. In: CHERNICHARO, C. A. L. (coord.). Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte : FINEP/PROSAB, 2001, cap. 8, p. 455-490.
4. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2009. Brasília: 2011.
5. CHERNICHARO, C. A. L. Reatores Anaeróbios. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG: 2007, 380 p, vol. 5. (Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias).
6. ENSINK, J. H. J; *et al.* Simple intervention to reduce mosquito breeding in waste stabilisation ponds. Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, v. 101, p. 1143-1146, 2007.
7. FRANCENER, S. F. **Potencial Metanogênico de Lagoas Anaeróbias de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: comparativo entre a Região Sudeste e a Amazônia Ocidental.** Ji-Paraná: Universidade Federal de Rondônia, 2011. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), - Universidade Federal de Rondônia. Ji-Paraná, 2011

8. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Análise de alguns indicadores da pesquisa. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 20 ago. 2011.
9. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 20 ago. 2011.
10. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 mar. 2011.
11. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2010. Rio de Janeiro, 2010a.
12. GONÇALVES, Ricardo Franci (coord). et al. Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas. [S.I.]: UFES, 1999. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, 1999.
13. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
14. KELLNER, E.; PIRES, E. C.; Lagoas de Estabilização: projeto e operação. Rio de Janeiro: ABES, 1998.
15. LILIAMTIS, T. B.; MANCUSO, P. C. S. A geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto: um problema de saúde pública. Saúde e Sociedade, São Paulo, v.12, n.2, p.86-93, jul-dez, 2003.
16. LUDUVICE, M. L.; PINTO, M. A. T.; NEDER, K. D. Controle de Odores em Estações de Tratamento de Esgotos. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. Anais... Rio de Janeiro, 2011, p. 107-118.
17. MAYO, A.W. Modeling Coliform Mortality in Waste Stabilization Ponds. Journal of Environmental Engineering, v.121, p. 140-53, 1995.
18. MUKHTAR, M.; *et al.* Importance of waste stabilization ponds and wastewater irrigation in the generation of vector mosquitoes in Pakistan. J. Med. Entomol. v. 43, p. 996-1003, 2006.
19. NASCIMENTO, T. E. P. F. et al. Taxa de Sedimentação de Lodo na Lagoa de Estabilização de Esgoto Doméstico na Amazônia: estudo de caso em Cacoal – RO. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, Maceió. Anais... Rio de Janeiro, 2011.
20. NELSON, K. L. et al. Sludge accumulation, characteristics, and pathogen inactivation in four primary waste stabilization ponds in central Mexico. Water Research, v. 38, p. 111-127, 2004.
21. RAMOS, R. G.; SOBRINHO, P. A. Remoção de surfactantes no pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando filtro biológico percolador. In: XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Cancun, México. Anais... AIDIS, 2002.
22. SARAIVA, L. B. Dinâmica de sedimentação de lodo em lagoas de estabilização. Natal: UFRGN, 2007. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.
23. SEDAM, SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. Climatologia. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/index.php/meteorologia/climatologia.html>> Acesso em: 15 mar. 2011.
24. SEDAM, SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. Boletim Climatológico. Disponível em: < <http://www.sedam.ro.gov.br/images/boletim2010.pdf>> Acesso em: 01 abr. 2013.
25. TAFFAREL, S. R; GOMES, C. S.; RUBIO, J. Remoção de surfactante aniônico de soluções aquosas por organo-zeólita. In: XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2010, Foz do Iguaçu. Anais... São Paulo, 2010.
26. VON SPERLING, M. Lagoas de Estabilização. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG: 2002.
27. VON SPERLING, M. Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.
28. WICHERNA, M.; GEHRING, T.; LÜBKENA, M. Modeling of Biological Systems. Treatise on Water Science. v..4, p. 231-63, 2011.