

II-524 – FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO NA ZONA RURAL: ESTUDO DE CASO BACIA DE CAPTAÇÃO IGARAPÉ BOA VISTA - OURO PRETO DO OESTE - RO

João Paulo Papaleo Costa Moreira⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia *campus* de Ji-Paraná.

Leonardo Rosa Andrade

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia *campus* de Ji-Paraná. Assistente de Alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRO.

Thiago Emanuel Possmoser Figueiredo Nascimento

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia *campus* de Ji-Paraná.

Gunther Brucha

Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (2007). Professor Adjunto I do Departamento de Engenharia Ambiental, coordenador do Laboratório de Microbiologia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia e membro Permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (UNIR).

João Gilberto de Souza Ribeiro

Geógrafo pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SMARH) - Escola de Engenharia (EE) da UFMG. Professor da Universidade Federal de Rondônia/UNIR.

Endereço⁽¹⁾: Av. 07 de Setembro, 1506 – Centro – Presidente Médici - RO - CEP: 76916-000 -Brasil - Tel: +55 (69) 9257-8125 - e-mail: jppcm_4@hotmail.com

RESUMO

A ocupação do estado de Rondônia iniciada principalmente na década de 70, foi intensa e desordenada, não havendo preocupações com as questões ambientais. O igarapé Boa Vista localizado no município de Ouro Preto do Oeste – RO encontra-se em um local altamente antropizado e fornece água para o abastecimento público do município. No período de estiagem o igarapé tem dificuldades em suprir a demanda para o abastecimento. Para melhorar as condições hídricas do igarapé, o Ministério Público de Rondônia emitiu um Termo de Ajustamento de Conduta, onde várias ações foram tomadas para sanar os problemas. O Departamento de Engenharia Ambiental DEA/UNIR sugeriu para a melhoria sanitária nas propriedades rurais inseridas na bacia, o tratamento do esgoto pelo sistema de Fossa Séptica Biodigestora desenvolvido pela Embrapa. Neste contexto, o objetivo deste estudo é a implantação do sistema e apresentar dados preliminares para avaliar os efeitos que esse sistema está proporcionando na melhoria da qualidade de água da bacia. Foi delimitado como área de estudo a bacia de captação do igarapé Boa Vista. O sistema foi implantado em uma propriedade próxima a nascente do igarapé, sendo coletado o efluente após alguns dias de operação para análise do parâmetro microbiológico. O resultado preliminar do número de unidades formadoras de colônias de *Escherichia coli* foi de 2390/100 ml e de coliformes totais foi de 4180/100 ml. Com isso, quando comparados a valores de esgoto bruto determinados na literatura, foi verificada uma remoção acima de 99% desses organismos pelo sistema de fossa séptica biodigestora. No entanto, quando observado resultados obtidos em outros trabalhos, constatou que estes resultados estão elevados. Contudo estes resultados ainda não podem ser levados em consideração para determinar ineficiência do sistema, uma vez que o curto intervalo de tempo de operação pode estar exercendo alguma influência (devido à adaptação dos microorganismos responsáveis pela eliminação dos agentes patogênicos). Outras análises serão feitas, podendo assim, verificar a importância do sistema de Fossa Séptica Biodigestora na melhora da qualidade da água na bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes domésticos, organismos patogênicos, poluição de mananciais, depuração de águas residuárias.

INTRODUÇÃO

Atualmente um dos problemas ambientais que vem preocupando a sociedade civil organizada, organizações ambientais e órgãos de controle ambiental, é quanto ao lançamento de esgoto doméstico e/ou industrial sem tratamento nos cursos d'água. O lançamento *in natura* de esgoto pode acarretar na contaminação dos mananciais superficiais, sendo este um meio propício para propagar contaminações por grandes regiões e gerar problemas de saúde pública.

Para Pimenta et al. (2002) as doenças veiculadas pela água têm origem, principalmente, a partir de dejetos. Muitos microrganismos patogênicos são parasitas do intestino humano e são eliminados juntamente com as fezes. Na falta de adequados sistemas de esgotamento sanitário, os despejos de origem humana atingem facilmente os corpos d'água superficiais ou subterrâneos. Ao se utilizar dessa água para consumo, resulta na entrada desses microrganismos no organismo de uma pessoa, causando-lhe doenças como hepatite, cólera, salmonelose e outras. Estimativas feitas pela Organização Mundial de Saúde – OMS (1984), indicam que cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água.

A coleta de esgoto em áreas urbanas no Brasil ainda não é suficiente para atender a crescente demanda da população, no entanto, apresentam-se em um estágio avançado quando comparado com a situação da população na área rural. Segundo dados do IBGE (2010), na zona urbana 41,1% dos domicílios brasileiros não são contemplados com rede de coleta de esgoto sanitário. Na zona rural o déficit é ainda mais preocupante 94,2 % dos domicílios não são apreciados com rede de coleta de esgoto.

Desde a década de 60 as regiões Centro Oeste e Norte do país vêm sofrendo uma intensa política de ocupação, com intuito de integrá-las ao restante do país. Para alcançar tal objetivo, o Governo Federal incentivou a ocupação através de abertura de estradas e criação de projetos de assentamento. Contudo a premissa era “ocupar a área”, isto é “derrubar a mata, queimar, abrir estradas, preparar a terra, semear e colher”. Apesar dos incentivos de ocupação, infraestruturas básicas não foram realizadas. Redes de energia, água e esgoto eram escassas ou inexistentes. Essa ocupação ocorreu de forma intensa e dessa maneira sem muitos cuidados. Áreas de preservação permanente (APP's) em muitos lotes foram totalmente desmatadas.

A intervenção humana através de atividades agropecuárias e florestais foi precursora do desmatamento de áreas de mata nativa, propiciando a redução da infiltração de água no solo e no aumento do fluxo superficial. Segundo Checchia (2005) os fluxos superficiais favorecem ao processo de erosão do solo que desestabilizam encostas e isso confere maior carga sedimentar ao corpo hídrico.

Como resultado deste processo tem-se a degradação ambiental das bacias observada através dos seguintes impactos: redução da qualidade da água pela presença de sedimentos e suas associações com agrotóxicos e nutrientes; assoreamento; enchentes; e inundações provocadas por alterações no regime fluvial. Todos estes impactos afetam a fauna, a flora e as atividades humanas. Sendo as matas ciliares importantíssimas como zona de amortecimento desses impactos.

Este panorama pode ser observado na cidade de Ouro Preto do Oeste, fruto da ocupação desordenada. Neste aspecto os recursos hídricos presentes nessa região sofreram as implicações desse modelo de ocupação. Como exemplo disso, tem-se a bacia do igarapé Boa Vista, que serve de captação de água para abastecimento público do município. Esta bacia de captação apresenta problemas quanto à baixa disponibilidade hídrica no período da estiagem, cada vez mais frequente e intensa. Comprometendo o abastecimento de água da população urbana e causando conflitos na zona rural.

A microbacia do Igarapé Boa Vista é constituída por poucos cursos d'água de pequeno porte, sendo tributário da bacia do rio Ji-Paraná que, segundo o SIPAM (2008), apresenta 39% de sua área total antropizada. É a bacia com maior grau de antropização no estado de Rondônia.

Frente ao problema de abastecimento público, o Ministério Público Estadual (MPE) emitiu o Termo de Ajustamento de Conduta – TAC atuando os proprietários de terras situadas às margens do curso principal do igarapé, com o objetivo de recuperar as matas ciliares e aumentar a disponibilidade hídrica. Segundo o acordo os sitiantes devem revitalizar trinta metros de ambas as margens do igarapé e estas áreas serão cercadas, deixando somente um espaço (carreador) para a dessedentação de animais.

Tal planejamento e execução têm o apoio de outras instituições, como o Ministério Público de Rondônia, a Secretaria de Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), Prefeitura de Ouro Preto do Oeste, CAERD, Polícia Ambiental de Candeias do Jamari e Universidade Federal de Rondônia (UNIR), que através do Departamento de Engenharia Ambiental, *campus* Ji-Paraná, visando promover o tratamento de esgoto em áreas rurais, propôs um sistema denominado Fossa Séptica Biodigestora.

Esse sistema foi desenvolvido pela Embrapa São Carlos-SP, onde a mesma é capaz de transformar os excrementos humanos em produto final de degradação. Segundo Ramos (2009) e Novaes et al. (2002) através dos processos de hidrólise enzimática, ácida e metanogênica todo e qualquer elemento patogênico existente nas fezes serão eliminados.

Este sistema é uma alternativa para substituição das fossas negras que prevalecem na região. Impede-se assim a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, normamente usadas para consumo humano e dessedentação de animais. Vale destacar que este sistema é de baixo custo de implantação, operação e manutenção, sendo utilizada sem dificuldades pelos sítiantes. Outro fator importante é destacado por Novaes et al. (2002), onde o efluente tratado da fossa séptica biodigestora serve como adubo orgânico, o que pode significar uma economia para os produtores rurais na aquisição de adubo.

Neste contexto o presente trabalho teve por premissa apresentar dados preliminares obtidos do estudo de caso da utilização de uma fossa séptica biodigestora na região Amazônica pré-avaliando os efeitos que esse sistema está proporcionando na melhoria da qualidade de água. Esse estudo como pioneiro na região Amazônica poderá prover dados iniciais para a disseminação desse sistema. Salientando que nessa região se desconhece a implementação de outro modelo similar.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Município de Ouro Preto do Oeste localiza-se dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Ji-Paraná na região Leste do Estado de Rondônia. Compreende uma área total de 1.970,15 Km², com população total de 37.941 habitantes segundo o Censo 2010 (IBGE, 2010), sendo 74,3% urbana e os outros 25,7% na zona rural.

A Bacia Hidrográfica do Igarapé Boa Vista nasce em Ouro Preto do Oeste e tem foz no rio Ji-Paraná, no município de Ji-Paraná. Neste estudo é considerada somente a bacia de captação para abastecimento, que conta com uma área aproximada de 18.000ha. A bacia de captação do Igarapé Boa Vista é mostrada na Figura 1.

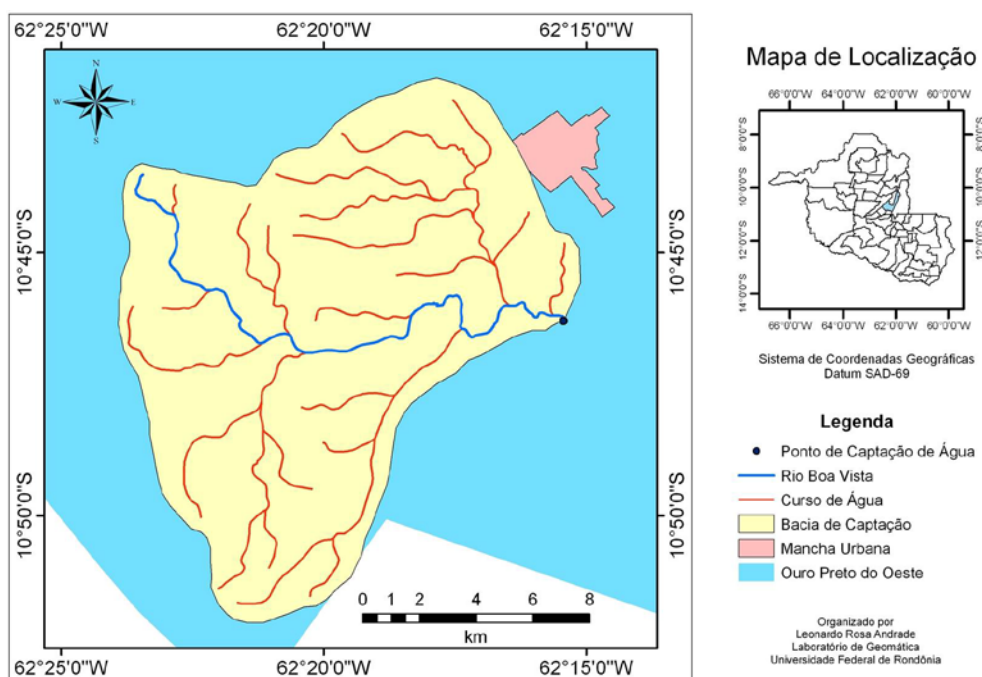


Figura 1. Localização da bacia do rio Boa Vista no município de Ouro Preto do Oeste.

Desenvolvimento da fossa séptica biodigestora

O sistema de fossa séptica biodigestora Embrapa (Figura 2) foi composto de três caixas d'água de fibrocimento ou fibra de vidro de 1000 L cada, onde a primeira foi conectada diretamente e somente ao vaso sanitário (pois o sabão ou detergentes usados nas pias ou ralos podem inibir o processo de biodigestão). As caixas foram pintadas com tinta asfáltica para ampliar a sua resistência química e impermeabilização, e enterradas para manter o isolamento térmico. As tampas das caixas devem ser vedadas com borracha para que haja condições de anaerobiose. As caixas foram conectadas entre si por tubos e conexões de PVC de 4", com curva de 90° longa em seu interior e Tês de inspeção para manutenção. O sistema possui dois suspiros de alívio alocados sobre as tampas das duas primeiras caixas para a saída principalmente do gás metano (CH_4) produzido no processo de biodigestão. O efluente tratado a ser analisado foi coletado na terceira caixa, onde pode ser direcionado para utilização como adubo.

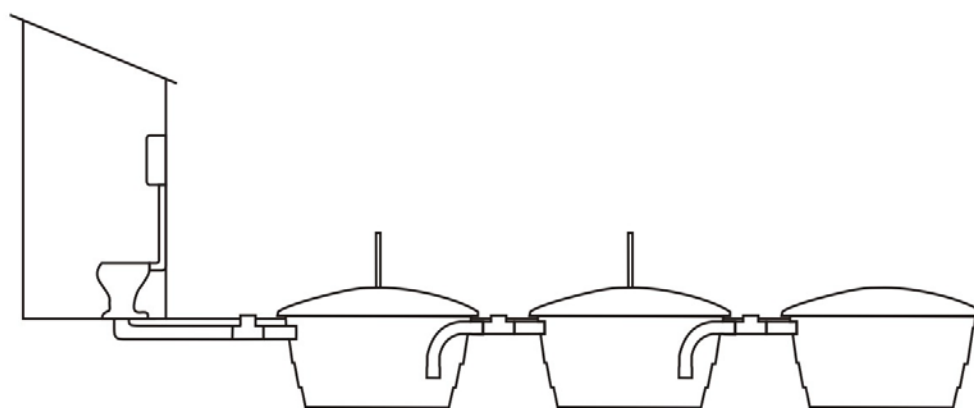


Figura 2. Esquema da fossa séptica biodigestora.

Fonte: Adaptado de Novaes et al. (2002).

Antes do início do uso foi preciso adicionar a primeira caixa, através da válvula de retenção localizada antes da mesma, uma solução contendo 20 litros, com 50% de água e 50% de esterco bovino fresco. O principal objetivo desse procedimento é elevar a atividade microbiana, melhorando assim a eficiência do sistema. Este procedimento deve ser repedido a cada 30 dias, no entanto agora com 10 litros da mistura entre água e esterco bovino.

Pelos estudos de dimensionamento feitos pela Embrapa, esse tipo de sistema é ideal para uma família composta por 5 pessoas, onde segundo Novaes et al. (2002) cada vez que se usa o vaso sanitário, utiliza-se aproximadamente 10 L de água para a descarga, resultando em aproximadamente 50 L de água/resíduos por dia lançados nas caixas biodigestora, gerando no total 1500L/mês. Para esse dimensionamento é previsto que o material depositado nas caixas fermente por aproximadamente 30 dias, período suficiente para uma completa biodigestão (SCHOKEN-ITURRINO et al., 1995 Apud SILVA, 2007). No caso de haver mais pessoas, a sugestão é colocar outra caixa de 1000 L.

O primeiro sistema de fossa séptica biodigestora (Figura 3) foi instalado próximo a nascente do Igarapé Boa Vista em março de 2011. O processo de instalação ocorreu em três fases. Em um primeiro momento foi aberta a vala para alocar as caixas d'água que compõe o sistema. Por fim, conectou-se o protótipo ao vaso sanitário, dando início à sua operação.



Figura 3. Sistema de fossa séptica biodigestora instalado.

Análise Microbiológica

Para análise microbiológica do efluente foi coletada uma amostra em abril de 2011. Pela recente implantação do sistema não foram coletadas outras amostras. Com isso, será necessário um maior espaço de tempo para coletar outras amostras e verificar as condições do sistema na região para a eliminação dos agentes patogênicos como propõe Novaes et al. (2002).

As amostras foram coletas em frasco de vidro esterilizado. Após a coleta, os frascos com as amostras foram transportados em caixa isotérmica contendo gelo. O intervalo entre a coleta e análise não excedeu 5 horas. As análises microbiológicas foram realizadas em duplicata pelo método das membranas filtrantes, técnica indicada pelo *Standard of Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

O método consiste em passar um volume de água conhecido (100 ml) com auxílio de uma bomba a vácuo e kitassato, por uma membrana estéril com porosidade de 0,45 μm e diâmetro de 0,47 mm que retém os microrganismos presentes na água.

Após a filtração, as membranas foram colocadas em meio de cultura seletivo *Chromocult Coliform Agar*, previamente vertido em placas de Petri, para posteriormente serem encubadas por aproximadamente 24 horas a uma temperatura de 36 ± 2 °C. Por fim, logo após o período de incubação foi realizada a leitura das unidades formadoras de colônias – UFCs, tanto de *Escherichia coli* (coloração azulada), como para coliformes totais (coloração avermelhada).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As bactérias do grupo coliforme, assim como o indicador *Escherichia coli* (*E. coli*) atuam como indicadores de poluição fecal. Estes indicadores são utilizados porque estão geralmente presentes nas fezes do homem e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grandes números pelas fezes. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos. Sendo a *Escherichia coli* o indicador patogênico de origem fecal mais importante (MATTOS & SILVA, 2002). Os valores

encontrados nas análises microbiológica do efluente para possíveis contaminações hídricas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises microbiológica do efluente.

PARÂMETROS (UFC/100ml)	COLETA 1
Coliformes Totais	4180
<i>Escherichia coli</i>	2390

UFC: Unidade Formadora de Colônia

Conforme Jordão & Pessoa (2005) o esgoto bruto contém cerca de 10^6 a 10^9 NMP/100ml de *E. coli* e cerca de 10^6 a 10^9 NMP/100ml coliformes totais. Com essa observação pode-se constatar uma eficiência acima dos 99% na remoção da *E. coli* e de coliformes totais no sistema de fossa séptica biodigestora.

No entanto, Novaes et al. (2002) em um estudo realizado sobre fossa séptica biodigestora, encontrou valores de 3 coliformes fecais e 1100 coliformes totais em uma amostra de 100 ml logo nas duas primeiras amostras. Contudo, não fica esclarecido o tempo decorrido do início do sistema e a coleta das amostras. Apesar dos valores altos encontrados na coleta desse estudo, a coleta foi realizada com apenas 20 dias decorridos do início do sistema. Por se tratar de um sistema biológico em que é inserido um grupo de microrganismos oriundo de dejetos bovino é necessário que decorram, segundo Kellner & Pires (1998), aproximadamente 4 meses para que aja a seleção de um grupo de microrganismos capazes de fazer a estabilização da matéria orgânica, logo a remoção de coliformes.

Conforme sugeriu Novaes et al. (2002) estima-se que cada pessoa utilize o banheiro uma vez por dia e que dê uma descarga de 10 litros por vez. Todavia conforme se observou no estudo, no caso da propriedade onde foi implantado o sistema, cada morador provavelmente utiliza o banheiro 2 vezes por dia. Logo, 5 pessoas residindo nessa propriedade geraram 100 litros de efluente por dia. Dessa maneira foi necessário 20 dias para o preenchimento de 2000 litros relacionados as 2 primeiras caixas. Essa observação foi possível devido à verificação de pouco efluente na terceira caixa ao coletar a amostra para análise. Ressaltando que pode ser um indício de que ainda não se formou um grupo microbiológico eficiente para a remoção de coliformes. Desta forma é possível que a matéria orgânica que entra no sistema, esteja chegando até a terceira caixa sem o tratamento adequado. Também foi observado nos primeiros dias que o sistema exalava um odor característico da digestão anaeróbia, proveniente da produção de H_2S .

De acordo com Hirata citado por Poetsch & Koet (1998) os sistemas de tratamentos biológicos de efluentes devem ser monitorados e mantidos sob controle estatístico (processos estáveis), de modo a assegurar seu bom desempenho. A desestabilização do sistema pode ocorrer devido a causas como: sobrecarga orgânica ou hidráulica, aparecimento de substâncias tóxicas orgânicas ou inorgânicas na corrente de entrada, mudanças significativas nas condições ambientais como temperatura, pH, falta de anaerobiose e outras que podem afetar o sistema biológico.

A pesquisa atual por estar avaliando um sistema ainda em concepção não pode fazer grandes inferências sobre a qualidade do efluente e se esse poderá ser lançamento direto em corpos d'água ou no solo, portanto estes resultados ainda não podem ser levados em consideração para determinar ineficiência do sistema, uma vez que o curto intervalo de tempo de operação pode estar exercendo alguma influência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às peculiaridades que podem desestabilizar os sistemas anaeróbios para o tratamento de esgoto será necessário uma análise contínua do efluente para verificar a real eficiência do sistema de fossa séptica biodigestora seja eficaz na biodigestão dos excrementos humanos, eliminando os agentes patogênicos.

Pode-se perceber que houve uma remoção tanto de *E. coli*, quanto de coliformes totais acima de 99%. Espera-se que através do monitoramento contínuo seja possível observar uma evolução da taxa de remoção dos coliformes, além de aperfeiçoar o sistema perante as condições típicas da região.

Dessa forma ao chegar a resultados satisfatórios quando comparado à literatura será possível sugerir esse sistema para as demais propriedades rurais da bacia do Igarapé Boa Vista, substituindo as “fossas negras” ou qualquer outra forma inadequada de disposição do esgoto doméstico gerado. Com vistas a promover a saúde ambiental, tanto da bacia do igarapé Boa Vista, quanto da região Amazônica.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa PROEXT- MEC, e ao Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia para Assuntos Translacionais em Pesquisa e Ambiente na Amazônia (INPeTAm) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater 19th edition. Washington: American Public Health Association, 1995.
2. CHECCHIA, Tatiane. Avaliação da perda de solo por erosão hídrica e estudo de emergência da bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC. Florianópolis: UFSC, 2005. p. 139. (Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental).
3. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, n. 18, p. 66, 25 jan. 2001, Seção 1.
4. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_rondonia.pdf> Acesso em: 15 mai. 2011.
5. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2010. Dimensão Ambiental - Saneamento. Tratamento de Esgoto. Rio de Janeiro, RJ., 2010. p. 190.
6. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª Edição. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005.
7. KELLNER, Erich; PIRES, Eduardo Cleto. Lagoas de Estabilização: projeto e operação. Rio de Janeiro: ABES, 1998.
8. MATTOS, M. L. T.; SILVA, M. D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 61).
9. NOVAES, A. P.; SIMÕES, M. L.; MARTIN NETO, L.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. A. Utilização de uma fossa Séptica Biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Comunicado Técnico, 46).
10. OMS. Guidelines for Drinking – Water Quality. WHO, Genova, 1984, vol. 1, 128p.
11. PIMENTA, H. C. D.; TORRES, F. R. M.; RODRIGUES, B. S.; DA ROCHA JÚNIOR, J. M. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. Anais... Curitiba: Enegep; Abepro, 2002.
12. POETSCH, P. B.; KOETZ, P. R. Sistema de Determinação da Atividade Metanogênica Específica de Lodos Anaeróbios. Rev. Bras. de Agrociência, Pelotas, v.4, n.3, Set-Dez. 1998.
13. SILVA, W. T. L.; FAUSTINO, A. S.; NOVAES, A. P. Eficiência do processo de Biodigestão em Fossa Séptica Biodigestora inoculada com esterco de ovino. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos, 34).
14. SIPAM. Sistema de Proteção da Amazônia, Centro Técnico e Operacional de Porto Velho, Divisão de Proteção Ambiental, PROBACIAS - Programa de Manutenção e Restauração de Bacias Hidrográficas. Caracterização Ambiental, Manancial do Rio Boa Vista. Porto Velho: SIPAM, 2008.