

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO DESEMPENHO DE SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTOS: ESTUDO DE CASO EM JI-PARANÁ – RONDÔNIA

CINDY DEINA FARTO¹; JOÃO GILBERTO DE SOUZA RIBEIRO²; NARA LUÍSA REIS DE ANDRADE³

¹Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR; Rua Rio Amazonas, 351 B, Ji-Paraná – RO; cindydeina2012@gmail.com

²Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos; Professor do Departamento de Engenharia Ambiental – UNIR; joao.gilberto@unir.br

³Doutora em Física Ambiental; Professora do Departamento de Engenharia Ambiental – UNIR; naraluisar@gmail.com

Resumo:

O baixo índice de coleta de esgotos no Brasil tem impulsionado a utilização de sistemas individuais e alternativos de tratamento com intuito de proporcionar um destino adequado aos despejos domésticos. Desse modo, este trabalho justifica-se por debater a eficiência de sistemas simplificados de esgotamento sanitário, tendo como objetivo principal analisar as condições dos efluentes gerados em um sistema de tratamento denominado filtro anaeróbio, e verificar se os mesmos podem ser dispostos diretamente no ambiente. Os efluentes foram coletados em quatro pontos durante seis meses, para análises físico-química das variáveis: potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, sólidos totais, e turbidez. Todos os procedimentos de coleta e análises do efluente foram realizados conforme a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Os resultados obtidos para as variáveis pH e temperatura se encontraram dentro dos padrões de lançamento de efluente estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/11. Para os valores de DBO, todos os pontos analisados apresentaram valores próximos aos valores encontrados em esgotos domésticos sem tratamento, o que indica que os filtros anaeróbios estudados não estão sendo eficientes na remoção deste parâmetro. Os valores médios para a remoção de fósforo total encontrados para cada ponto, foram respectivamente, 0%, 76%, 96,2% e 32,6%. Portanto, quanto as variáveis pH e temperatura o efluente poderá ser lançado no ambiente; no entanto, parâmetros como DBO e fósforo total não apresentam condições indicadas, não sendo recomendável a disposição desse efluente no ambiente. Recomenda-se que seja incluído um pós-tratamento a esse efluente.

Palavras-chave: Efluente doméstico. Eficiência. Ambiente.

Tema: recursos hídricos sustentáveis.

1 INTRODUÇÃO

A falta de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil pode ser medida pelo número de municípios existentes no país que não possui nenhum tipo de sistema de esgotamento sanitário (Tonetti *et al.*, 2010). Segundo dados do IBGE (2008), das 5.507 cidades brasileiras, 44,8% se encontravam nesta situação inadequada.

Agravando ainda mais a situação, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB de 2008 (IBGE, 2008) dos 55,2% dos municípios que possuem rede coletora de esgoto, apenas 44% das residências são contempladas com esse serviço, sendo que, entre os estados brasileiros, Rondônia é a Unidade Federativa com o menor percentual de domicílios contemplados com esse sistema, totalizando apenas 1,6%.

Assim, a maior parte dessas localidades que não apresentam serviços de esgotamento sanitário, lançam seus efluentes *in natura* nos corpos hídricos ou no solo, comprometendo a qualidade da água utilizada para os seus usos múltiplos (Tonetti *et al.*, 2010).

Diante desta situação, o baixo índice de coleta de esgotos no Brasil, tem impulsionado a utilização de sistemas individuais e alternativos de tratamento com intuito de proporcionar um destino adequado aos despejos domésticos (Faustino, 2007). Entre os sistemas mais utilizados no Brasil, destacam-se os filtros anaeróbios. Segundo Suntti *et al.*, (2011) o uso dos filtros anaeróbios se destaca por ser uma tecnologia descentralizada, que permite a produção de efluentes desinfetados, tendo seu tratamento *in loco*, não necessitando de grandes redes de coleta para posterior tratamento. Além disso, segundo o mesmo autor, a elevada viabilidade desse sistema está associada a fatores como o custo relativamente baixo de construção e a simplicidade operacional.

Os filtros anaeróbios representam um sistema de tratamento secundário e físico-biológico, que consistem basicamente em tanques de forma cilíndrica ou retangular, com fundo falso, preenchidos com leito de brita ou de outro material inerte, que servem como meio suporte para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo processo de estabilização da matéria orgânica (Junior e Neto, 2011).

Assim, o filtro anaeróbio é uma alternativa para substituir as “fossas negras” ou qualquer outra forma inadequada de disposição do esgoto doméstico gerado que prevalecem na zona rural e urbana, uma vez que esse despejo inadequado acarreta a contaminação das águas superficiais e subterrâneas que abastecem os “poços caipiras” de onde é retirada normalmente a água para o consumo da população (Novaes *et al.*, 2002). Desse modo, esse trabalho objetivou avaliar a eficiência dos filtros anaeróbios instalados na área urbana de Ji-Paraná, RO, comparando os efluentes gerados com os padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/2011.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo e localização dos pontos

O estudo foi realizado no município de Ji-Paraná, situado na porção centro-leste do estado de Rondônia, região norte do país, abrangendo uma área total de 6922,5 km². Segundo o instituto brasileiro de geografia e estatística - IBGE (2014), o município possui

aproximadamente 129.942 habitantes.

Foram selecionados quatro pontos para a realização da coleta das amostras, todos situados na área urbana de Ji-paraná, especificamente em residências, que possuem os filtros anaeróbios como sistema de tratamento para seus efluentes. Os mesmos utilizam pedra britada número 4 como material de suporte e são operados com fluxo vertical descendente. Os filtros foram implantados pela Secretaria Municipal de Saúde (SEMUSA), em algumas residências do bairro Nova Brasília, no qual, foram selecionados 4, para as análises do presente estudo.

Com a utilização de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global – GPS (Garmin Etrex Vista), os pontos selecionados para coleta das amostras de efluentes foram registrados. A Figura 1 representa o mapa de localização dos pontos e no Quadro 1 estão representadas as coordenadas geográficas de cada ponto.

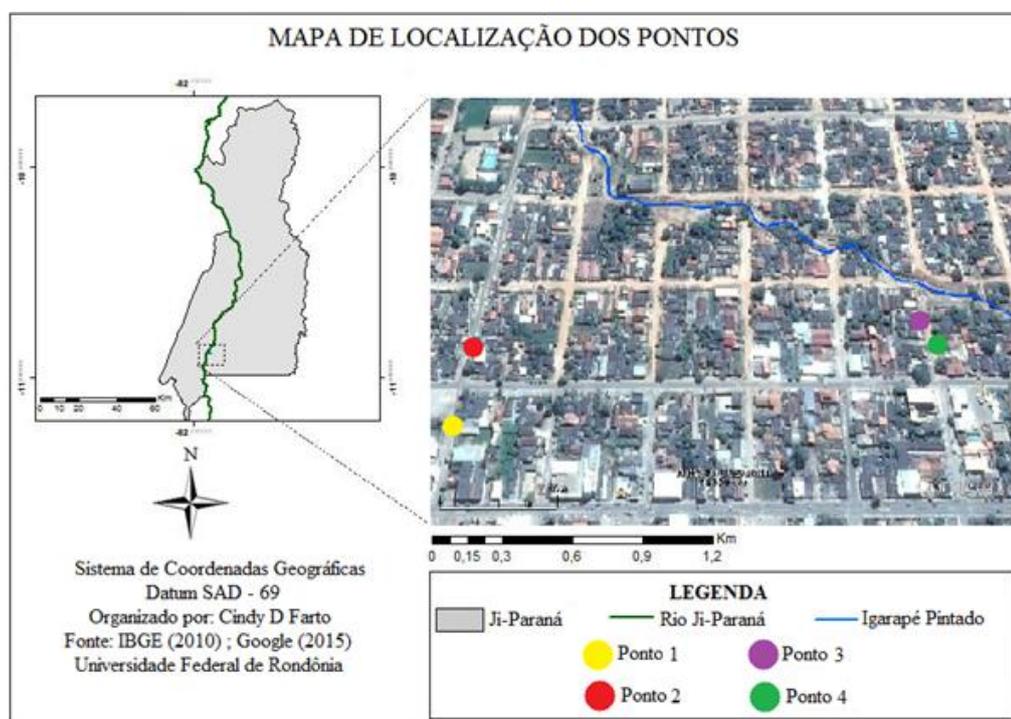


Figura 1. Mapa de localização dos pontos na área urbana de Ji-Paraná

Quadro 1. Posição geográfica dos pontos amostrais

Pontos	Coordenadas (UTM)	
	Latitude (°)	Longitude (°)
1	10,531	61,55345
2	10,5306	61,55346
3	10,5304	61,55155
4	10,5305	61,55147

2.2 Monitoramento

A escolha e localização desses pontos teve o objetivo de avaliar a eficiência dos filtros anaeróbios, sendo realizadas uma coleta por mês, durante os meses de: março, abril, junho, setembro, outubro e novembro de 2014. Para avaliação da qualidade do efluente foram determinados os seguintes parâmetros físicos e químicos: temperatura, pH, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, turbidez e sólidos totais.

Todas as amostras de efluentes foram coletadas e suas análises realizadas no mesmo dia, de acordo com a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Para essas análises, as amostras foram coletadas em garrafas pet de 500 ml com auxílio de um coletor fabricado artesanalmente. Após a coleta, os frascos com as amostras foram devidamente identificados, sendo transportados em uma caixa isotérmica até os laboratórios de Microbiologia e Biogeoquímica do Departamento de Engenharia Ambiental (DEA) da Universidade Federal de Rondônia/UNIR, para as análises. O Quadro 2 apresenta a metodologia utilizada para a determinação de cada parâmetro.

Quadro 2. Parâmetros físico-químicos e suas respectivas metodologias analíticas

Parâmetros físico-químicos	Unidade	Metodologia analítica
Temperatura	°C	Termometria
pH	-	Potenciométrico
DBO	mg/L	Winkler
Fósforo total	mg/L	Espectrofotometria
Turbidez	UNT	Nefelométrico
Sólidos Totais	mg/ml	Gravimétrico

2.3 Análise dos dados

Para análise e comparação, os dados obtidos durante as seis campanhas foram agrupados por ponto de coleta, e posteriormente plotados em Box-plots, dos quais foi possível extrair dados de estatística descritiva, tais como a média e mediana do conjunto de dados, o intervalo interquartil que contém 50% dos dados, e os extremos, que representam valores máximo e mínimo de cada variável. O software utilizado para geração dos mesmos foi o Sigma Plot v. 10.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As figuras 2 e 3 apresentam os resultados dos seis meses de monitoramento dos filtros anaeróbios em termos de temperatura, pH, fósforo total, DBO, turbidez e sólidos totais.

Dessa forma, verifica-se que, para os parâmetros temperatura e pH, todos os pontos analisados encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 430/2011, que determina que a temperatura não deve exceder os 40 °C e o pH deve compreender a faixa de 5 a 9.

Em relação às concentrações de fósforo total encontradas no efluente do ponto 1, estas variaram de 4,76 até 11,29mg/L, o que indica que o sistema não é eficiente para a remoção deste nutriente, visto que as concentrações de fósforo no esgoto bruto estão entre 5 a 20 mg/L (Jordão e Pessôa, 2011). Uma possível explicação para tal fato, é a maior utilização de detergentes para higienização do vaso sanitário, para a lavagem de roupas, etc.

Os demais pontos (2, 3 e 4), apresentaram uma eficiência na remoção deste parâmetro, pois foram encontrados valores abaixo de 5mg/L em todos os meses analisados. No ponto 2 os valores variaram de 1,07 até 1,38 mg/L, no ponto 3 de 0,09 até 0,34 mg/L e o ponto 4 de 2,35 até 5 mg/L.

A resolução CONAMA 430/2011 não traz os limites para fósforo total, porém a *NT-202R-10* estabelece os critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos, no estado do Rio de Janeiro, e o limite para o fósforo total é de 1mg/L, portanto, mesmo havendo uma eficiência na remoção de fósforo nos pontos 2, 3 e 4, somente o efluente tratado no ponto 3 pode ser disposto no meio ambiente, os demais necessitam de um pós tratamento para se adequarem aos limites da referida norma.

Em termos de DBO, as concentrações encontradas no efluente do ponto 1 ficaram compreendidas entre 136,8 e 361mg/L, com média de aproximadamente 248 mg/L, o que indica que o efluente tratado pelo filtro anaeróbio apresenta características de esgoto bruto, pois estes variam entre 200 e 500 mg/L (von Sperling, 2005). O mesmo acontece nos demais pontos (2, 3 e 4), onde as concentrações médias obtidas foram de 202, 222 e 228 mg/L, respectivamente.

Esses valores demonstram que a remoção da DBO não é eficiente nos sistemas de tratamento analisados, pois não houve remoção da matéria orgânica biodegradável.

A possível explicação para o ocorrido é que os filtros anaeróbios foram dimensionados de maneira incorreta ou houve algum erro técnico na hora da instalação, pois segundo a Funasa (2006), esse tipo de sistema é capaz de remover de 70 a 90% da

DBO. De acordo com a resolução CONAMA 430/2011, a DBO não pode ultrapassar de 120 mg/L, assim, os efluentes tratados pelos filtros anaeróbios não podem ser dispostos no meio segundo este parâmetro, pois ultrapassam o limite estabelecido pela norma. Isso deixa evidente que é necessário a realização de um estudo mais aprofundado para averiguar onde está o possível erro de instalação ou dimensionamento dos filtros.

É muito importante destacar a eficiência da remoção da DBO, para que se tenha uma quantidade de oxigênio dissolvido suficiente, a fim de se obter a recuperação natural do corpo receptor (Magno e Oliveira, 2009).

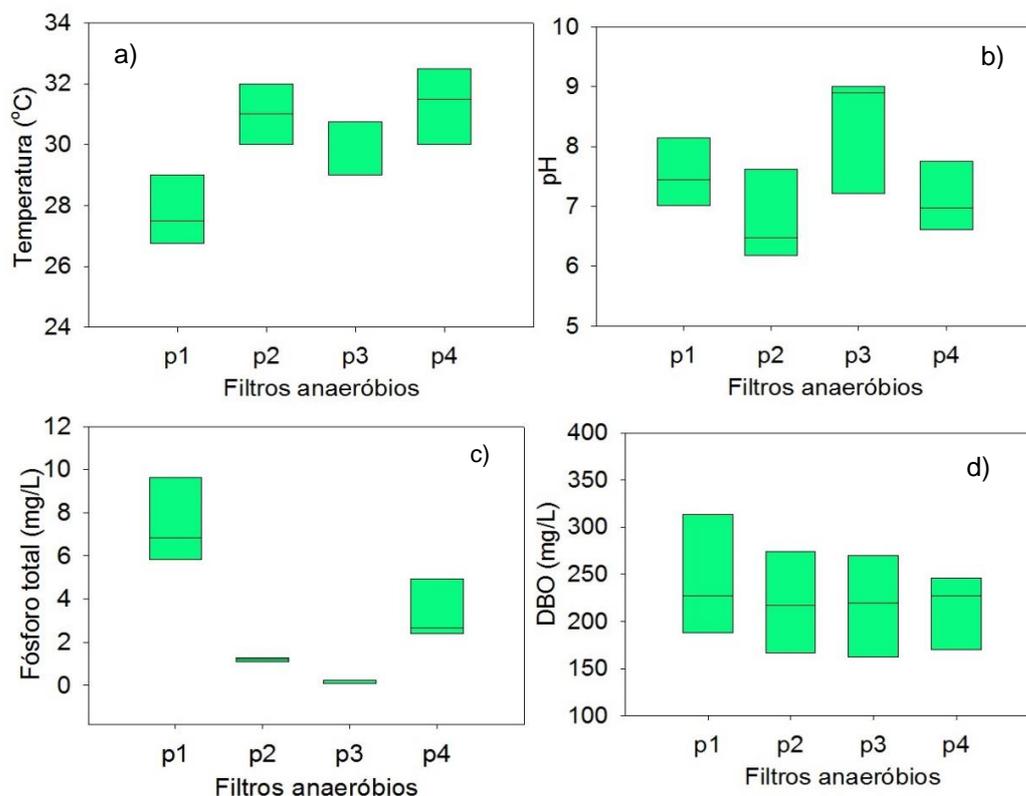


Figura 2. Box-plots das variações de temperatura (a), pH (b), fósforo total (c) e DBO (d) nos filtros anaeróbios p1 a p4 monitorados durante seis meses.

Na figura 3, estão representados os gráficos box-plots dos parâmetros turbidez e sólidos totais, no qual, para os valores de sólidos totais, as médias obtidas foram de 0,47; 0,4; 0,2 e 0,38 mg/ml, respectivamente para os pontos 1, 2, 3 e 4 e para turbidez, as médias obtidas foram de 46,2; 34; 9,8 e 57,2 UNT.

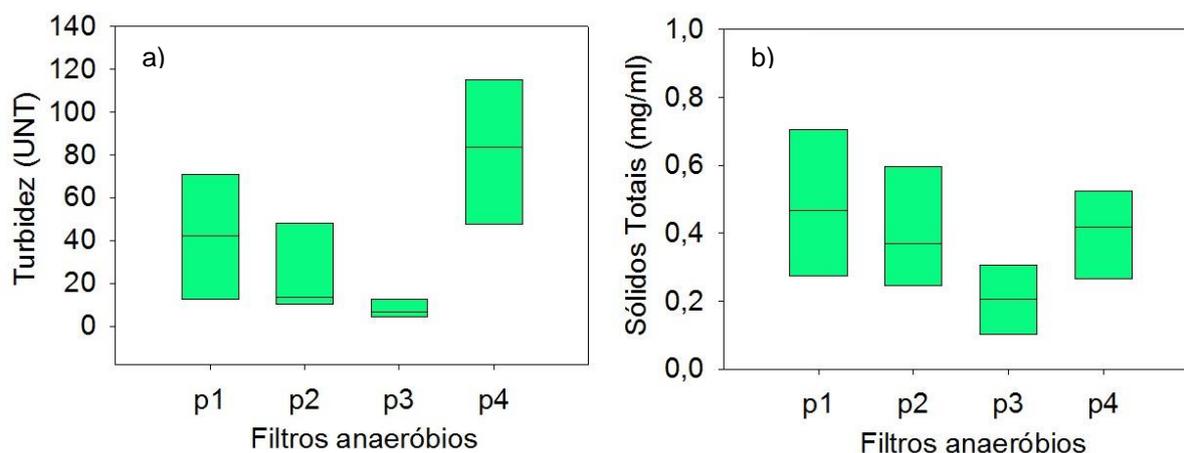


Figura 3. Box-plots das variações de turbidez (a) e sólidos totais (b) nos filtros anaeróbios p1 a p4 monitorados durante seis meses.

Assim, analisando a figura 3, verifica-se que a instalação desses filtros remove grande parte dos sólidos em suspensão, diminuindo assim, a turbidez do efluente, especialmente no ponto 3, que para a turbidez, obteve uma média de remoção de 95,8% e para os sólidos totais, a média de remoção foi de 72% (QUADRO 3).

Quadro 3. Porcentagem de remoção e atendimento à legislação dos pontos monitorados

Parâmetros	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	% R.	A.L						
Turbidez	75,5	N.C	86	N.C	95,8	N.C	56,6	N.C
Sólidos Totais	42,4	N.C	45,2	N.C	72	N.C	44,3	N.C
Fósforo Total	0	NÃO	76	NÃO	96,2	SIM	32,6	NÃO
DBO	0	NÃO	0	NÃO	0	NÃO	0	NÃO
pH	-	SIM	-	SIM	-	SIM	-	SIM
Temperatura	-	SIM	-	SIM	-	SIM	-	SIM

% R: porcentagem de remoção

N.C: não consta na norma

A.L: atendimento à legislação

Em um estudo realizado por Souza *et al.* (2010) o valor de turbidez encontrado no esgoto doméstico bruto foi de 169,56 UNT, o que indica que os quatro pontos apresentaram uma eficiência na remoção de 75,5%, 86%, 95,8% e 56,6%, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados por Souza *et al.* (2010), que, utilizando filtros anaeróbios com recheio de bambu, encontrou uma remoção de 82,37%. Ávila (2005), também encontrou resultados semelhantes utilizando filtros anaeróbios com diferentes recheios. No

filtro em que o meio suporte era composto por anéis de plástico encontrou 66 % de eficiência de remoção. No filtro contendo brita de número 4, como meio suporte, o valor encontrado foi de 72 % e no que continha cubos de espuma de poliuretano, o resultado para eficiência de remoção de turbidez, foi de 68 %.

Assim, os resultados encontrados mostram que, independente do meio de suporte utilizado, os filtros anaeróbios apresentam considerável retenção dos sólidos em suspensão presentes no esgoto bruto.

Oliveira *et al.* (2010) realizou um estudo em filtros anaeróbios tendo a areia como material de suporte, e as concentrações encontradas no efluente antes do tratamento, ou seja, no esgoto bruto, foram de 0,75 mg/ml. Comparando esse valor com os valores obtidos no presente estudo, os pontos, tiveram uma média de remoção de 42,4%, 45,2%, 72% e 44,3% respectivamente. Porém, esse mesmo autor, obteve uma remoção de 91,6% dos sólidos, o que indica que a areia usada como material de suporte, tem maior capacidade de retenção dos sólidos do que as britas número 4 utilizadas nesse estudo.

É importante ressaltar que a resolução CONAMA 430/2011 não dispõe sobre os limites de lançamento para os parâmetros turbidez e sólidos totais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi constatado que as variáveis pH e temperatura encontram-se dentro dos valores estabelecidos pela resolução CONAMA 430/2011.

Para os valores de fósforo total, mesmo havendo uma eficiência na remoção em alguns pontos quando comparados com os valores de esgoto bruto, somente o ponto 3 apresentou valores abaixo dos valores máximos recomendados pela resolução, podendo assim, ser o único a ser disposto no meio de acordo com esse parâmetro.

Os valores encontrados para DBO foram muito elevados e demonstram que a remoção desse parâmetro não é eficiente, pois não houve remoção da matéria orgânica biodegradável, sendo que, todos os pontos apresentaram características de esgoto bruto.

Dessa maneira, apesar dos filtros anaeróbios terem apresentado eficiência na remoção de alguns parâmetros, as elevadas concentrações de fósforo total nos pontos 1, 2 e 4 e de DBO em todos os pontos, impossibilitam o lançamento direto do efluente em corpos d'água, sendo necessária a inclusão de um pós-tratamento, para que haja a diminuição dos valores de tais parâmetros. Contudo, os efluentes gerados nesse sistema, se lançados diretamente no meio, causariam menos impactos ambientais do que os efluentes *in natura*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica e à Secretaria Municipal de Saúde (SEMUSA) pelo apoio e financiamento na construção dos filtros anaeróbios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WEF (1995). Standard methods for the examination of water and wastewater 19th edition. Washington: American Public Health Association.

Ávila, R. O. de. (2005). *Avaliação do desempenho do sistema tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes meios suportes*. Dissertação de Mestrado em Ciências Engenharia Civil. Programas de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União, n. 92, 16 mai. 2011.

Faustino, A. S. (2007). *Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo*. Dissertação de Mestrado em Química Analítica. Faculdade de Química, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

Funasa. (2006). *Manual de Saneamento*. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Brasília.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008).

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf (acedido a 15 de Fevereiro de 2015).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). Cidades por Unidades Federativas. <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> (acedido a 11 de Fevereiro de 2015).

Jordão, E. P.; Pessôa, C. A. (2011). *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 6nd Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. ISBN 978-85-7022-169-8.

Junior, A. P. M.; Neto, H. F. R. (2011). *Sistema individual de tratamento de esgoto: fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro uma alternativa para o tratamento sanitário em comunidades de baixa renda do município de Belém*. Belém: UNAMA, 2011. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil), Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade da Amazônia.

Magno, P. S. L.; Oliveira, J. R. (2009). Tratamento de Efluentes Através de Lagoas de Estabilização: Comparação Entre Eficiência Teórica e Eficiência Real. *XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*.

Novaes, A. P.; Simões, M. L.; Martin Neto, L.; Cruvinel, P. E.; Santana, A.; Novotny, E. H.; Santiago, G.; Nogueira, A. R. A. (2002). Utilização de uma fossa Séptica Biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. *In Embrapa Instrumentação Agropecuária, Comunicado Técnico, 46*. São Carlos.

NT-202.R-10 - Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos, nº 1007, de 04 de dezembro de 1986.

Oliveira, E. C.; Marmitt, S.; Schmitd, L.; Lehn, D. N. (2010). Construção e avaliação de uma estação de tratamento de efluentes em escala de bancada. *Revista Liberato*. Novo Hamburgo, v. 11, n. 15, p. 1-88.

Souza, R. C. de; Isoldi, L. A.; Oliz, C. M. (2010). Tratamento de esgoto doméstico por filtro anaeróbio com recheio de bambu. *Vetor – Revista de Ciências Exatas e Engenharia*, v. 20, n. 2, p. 5-19.

Suntti, C.; Magri M. E.; Philippi L.S. (2011). Filtros plantados com macrófitas de fluxo vertical aplicados na mineralização e desaguamento de lodo de tanque séptico. *Eng Sanit Ambient* v.16, n.1, 63-72.

Tonetti, A.L.; Coraucci Filho, B.; Bertoncini, E.I.; Oliveira, R.A.; Stefanutti, R. (2010) Avaliação de um sistema simplificado de tratamento de esgotos visando a utilização em áreas rurais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 227-234.

Von Sperling, M. (2005). *Introdução à qualidade de águas e ao tratamento de esgotos*. 3rd Ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. Belo Horizonte.