

II-075 - SISTEMAS SIMPLIFICADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO PARA COMUNIDADES RURAIS: ESTUDO DE CASO DE BELMIRO BRAGA – MG

Andrêssa Rezende Pereira⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Cristiane Mayara Reis Oliveira

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária na UFJF

Ana Sílvia Pereira Santos

Professora Doutora - Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - DESMA/UERJ

Endereço⁽¹⁾: Rua Barão de Três Ilhas, 81 – São José das Três Ilhas – Belmiro Braga - MG - CEP: 36126-000 - Brasil - Tel: (32) 3512-0608 - e-mail: andressa.rezende@engenharia.ufjf.br

RESUMO

O atual cenário em relação à gestão dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil é insatisfatório e esse quadro se agrava quando é abordada a área rural do país. Porém, sérios problemas ambientais podem ser minimizados com investimentos relativamente baixos em estações simplificadas de tratamento de esgotos. Dentre as tecnologias convencionais de tratamento de esgotos, aquelas que apresentam baixo custo de implantação e operação, maior facilidade operacional, menores volumes de lodo produzidos, índices mínimos de mecanização e baixo consumo de energia elétrica, podem ser combinadas entre si, de tal forma a apresentarem fluxogramas simplificados, com boa aplicabilidade em municípios de pequeno porte e principalmente em áreas rurais. Dessa forma, o presente trabalho apresenta um estudo sobre a viabilidade de aplicação de sistemas de tratamento de esgoto compostos por fossa séptica seguida de filtro anaeróbio e reator UASB seguido de lagoa de polimento, nos distritos rurais do município de Belmiro Braga localizado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, com populações variando entre 160 e 295 habitantes. Para estes fluxogramas, os custos de implantação encontram-se entre R\$ 11.800 e R\$ 27.820 e a operação e manutenção anual dos sistemas não passa de R\$ 2.140. Ressalta-se que o presente estudo levou em consideração também, parâmetros como produção de lodo e área de implantação. A partir das demandas de área, volumes de lodo e dos custos encontrados, pode-se concluir que a implantação destes sistemas é viável para comunidades de pequeno porte, sendo este um serviço essencial para a garantia da salubridade ambiental do município.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Simplificados, Efluente Sanitário, Saneamento Rural, Tratamento de Esgoto.

INTRODUÇÃO

De acordo com a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social.

Ao conhecer também a definição de saúde pela OMS como sendo o estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença, é possível entender a relação entre saneamento e saúde. Assim, com o objetivo de se garantir a salubridade ambiental, alguns serviços básicos devem ser oferecidos, como a coleta, transporte e tratamento do esgotamento sanitário, o abastecimento de água em quantidade e qualidade desejável, a gestão de resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais.

Dentre os serviços básicos, o esgotamento sanitário ainda não apresenta índices satisfatórios. De acordo com dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2012 (SNIS, 2014), o Brasil possui 48,3% dos esgotos urbanos e rurais coletados por redes e 38,7% destes são tratados. Já com relação ao estado de Minas Gerais, coleta-se 72,8% do esgoto gerado, porém apenas 30,0% dos efluentes passam por algum tipo de tratamento (TRATA BRASIL, 2014).

Com base na carência do setor sanitário, o Brasil necessita ampliar a oferta destes serviços, os quais estão centrados nas sedes municipais, representando um déficit de atendimento para a população rural, neste âmbito (PEREIRA, 2014).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD, 2013), revelam que a área rural e comunidades tradicionais isoladas agrupam mais de 29 milhões de pessoas no país. Segundo o Instituto Trata Brasil, estas têm dificuldades de acesso aos serviços básicos oferecidos pelo Estado, por estar em locais isolados e dispersos. Além disso, menos de 25% dos domicílios rurais têm acesso a sistemas de coleta de esgoto adequados, com ou sem tratamento. Os outros 75% despejam o esgoto em fossas rudimentares, rios, valas e latrinas (TRATA BRASIL, 2014).

Há que se ressaltar que a área rural brasileira é de grande relevância para a produção de alimentos e matérias-primas não só para o Brasil, mas também para outros países, e a sua insatisfatória realidade sanitária aponta para uma necessidade de sua estruturação no quesito saneamento. Atualmente, tem-se discutido o reuso de águas servidas, devido à grave crise ambiental vivida pelo sudeste brasileiro. Porém, o Brasil até o momento não apresenta uma legislação federal que aborde diretrizes e parâmetros para essa prática na agricultura.

O Guia ReCESA (Operação e Manutenção de Sistemas Simplificados – OMSS, 2008) destaca que, baseado no grande déficit sanitário, juntamente com o quadro epidemiológico e ao perfil socioeconômico das comunidades brasileiras, a opção por sistemas de saneamento básico simplificados assume grande importância para que ocorra a promoção associada da saúde da população e proteção ambiental. Nesse cenário, os sistemas simplificados de tratamento de esgotos encontram grande aplicabilidade e apresentam vantagens sobre os sistemas convencionais, por associar baixos custos de implantação e operação, simplicidade operacional, índices mínimos de mecanização e uma maior sustentabilidade do sistema.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a viabilidade da aplicação de sistemas simplificados de tratamento de esgoto para comunidades rurais, a partir do estudo de caso do município de Belmiro Braga, localizado na Zona da Mata Mineira.

MATERIAIS E MÉTODOS

ETAPA 01 – CONCEPÇÃO DOS SISTEMAS

a) O município de Belmiro Braga

De acordo com dados do IBGE, o município de Belmiro Braga situa-se na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, com área total de 393 quilômetros quadrados. Seu limite territorial faz divisa com os municípios mineiros de Juiz de Fora, Matias Barbosa, Simão Pereira e Santa Bárbara do Monte Verde. Já com o estado do Rio de Janeiro possui limites com os municípios de Paraíba do Sul, Comendador Levy Gasparian e Rio das Flores. O município está inserido na Bacia do Rio Paraíba do Sul, sendo banhado ao norte pelo Rio do Peixe, ao leste pelo Rio Paraibuna e ao sul pelo Rio Preto. Inúmeros córregos e ribeirões também compõem a rede hidrográfica, sendo esta uma região predominantemente serrana. A partir do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, o município pertence à sub-bacia dos afluentes do Rio Preto e Paraibuna (CEIVAP, 2014).

Com relação à demografia, segundo o Censo do IBGE de 2010, o município possui 3.403 habitantes divididos em 1.089 domicílios. A distribuição dessa população se organiza entre o distrito sede de Belmiro Braga e as comunidades rurais de Fortaleza, Vila Klabin, Vila São Francisco, Sobragy, Três Ilhas, Porto das Flores e São José das Três Ilhas. Aproximadamente 68% da população vivem na zona rural e distritos enquanto os outros 32% encontram-se na sede do município. Na Figura 1 pode-se observar a localização do município.

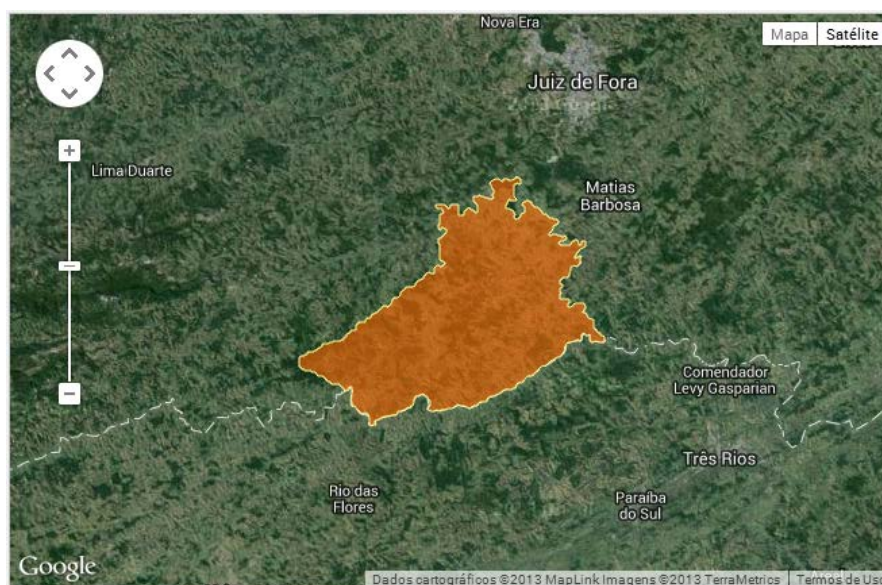


Figura 1: O município de Belmiro Braga

Fonte: Pereira (2014)

O município possui uma economia voltada principalmente para a agropecuária, com destaque para a produção de leite e gado de corte. O Produto Interno Bruto (PIB) do ano de 2009 foi de R\$ 35.245, sendo aproximadamente 33% advindos da agropecuária, 19% da indústria e 48% da prestação de serviços (IBGE, 2013).

De acordo com dados do Sistema de Relatórios Dinâmicos sobre os Objetivos do Milênio disponível no Portal ODM, em 2010, apenas 62,4% dos moradores urbanos de Belmiro Braga tinham acesso à coleta de esgoto adequada (rede geral ou fossa séptica). Com relação às comunidades rurais, a maioria possuía rede coletora de esgoto, porém em situação precária.

b) Comunidades rurais de Belmiro Braga

Dos sete distritos rurais do município, apenas o distrito de Três Ilhas possui sistema de tratamento de esgoto, sendo este uma fossa séptica rudimentar, e os demais lançam seus efluentes sem tratamento nos córregos e rios que compõem a bacia hidrográfica da região. Assim, o presente trabalho pretende sugerir um sistema de tratamento de esgoto adequado para a situação local de cada um desses distritos.

Para a proposição do sistema de tratamento de esgoto em cada comunidade rural do município foram levantados dados sobre a população residente, a disponibilidade de área, a presença ou ausência de rede de coleta de esgoto e os corpos receptores que atualmente recebem os esgotos sem tratamento. Na Tabela 1 são destacadas as características anteriormente citadas.

Tabela 1: Principais características dos distritos

Distrito	População Média (habitantes)	Presença de Rede	Corpo Receptor
Fortaleza	160	Sim	Córrego
Porto das Flores	295	Sim	Rio Preto
São José das Três Ilhas	206	Sim	Córrego
Sobragy	279	Sim	Rio Paraibuna
Vila Klabin	189	Sim	Córrego
Vila São Francisco	214	Sim	Rio do Peixe

c) Os sistemas simplificados

As soluções alternativas para o tratamento de esgotos, baseadas em sistemas simplificados, encontram grande aplicabilidade e têm apresentado vantagens sobre os sistemas convencionais por conjugar baixos custos de implantação e operação, simplicidade operacional, índices mínimos de mecanização e uma maior

sustentabilidade do sistema (OLIVEIRA, 2014; PEREIRA, 2014). Ressalta-se que neste caso, as soluções chamadas “alternativas” são combinações simples entre algumas das tecnologias conhecidas como “convencionais” e de acordo com o Guia ReCESA (2008), os principais sistemas simplificados de amplo emprego no país para o tratamento de esgotos domésticos são:

- Lagoas de estabilização (anaeróbia, facultativa e de maturação);
- Tanque séptico seguido por filtro anaeróbio;
- Reator anaeróbio de manta de lodo em fluxo ascendente (UASB) seguido por filtro anaeróbio;
- UASB seguido por filtro biológico percolador;
- UASB seguido por lagoas de polimento;
- UASB seguido por aplicação superficial no solo.

ETAPA 02 – APLICAÇÃO DOS SISTEMAS SIMPLIFICADOS

a) Dimensionamento hidráulico das unidades

No presente estudo, dentre todas as modalidades de sistemas simplificados descritas anteriormente, foram adotados somente dois fluxogramas, por se adaptarem bem às condições locais em termos de área ocupada e simplicidade operacional.

Assim, para os distritos com mais de 250 habitantes (Porto das Flores e Sobragy), adotou-se o sistema composto pelo reator UASB e lagoa de polimento. Para os demais, foi dimensionado o sistema com tanque séptico associado ao filtro anaeróbio. Para os sistemas não será dimensionada a etapa do tratamento preliminar devido ao baixo índice populacional.

Devido à taxa negativa de crescimento populacional do município (-0,1% segundo dados do Censo 2010 – IBGE), de forma a simplificar o estudo, foram mantidos os mesmos valores de população para início e fim de projeto. Considerou-se ainda, o índice de atendimento 100% da população.

Inicialmente, foi realizado o cálculo das vazões mínimas, médias e máximas de cada distrito, e posteriormente o dimensionamento hidráulico das unidades, segundo orientações de Jordão e Pessoa (2014) e recomendações de Jordão e Volschan (2009).

b) Estimativa de custos de implantação/operação, volume de lodo e demanda de área

Após o dimensionamento hidráulico dos sistemas compostos por tanque séptico seguido por filtro anaeróbio e reator UASB seguido por lagoa de polimento, foram realizadas as estimativas de custos envolvidos na implantação e operação das unidades, de volume de lodo a ser gerado e de áreas requeridas para implantação dos sistemas. Os índices adotados no estudo estão apresentados na Tabela 2. Destaca-se que os gastos de energia devido à necessidade de aeração em alguns tipos de tecnologias convencionais não estão presentes nos sistemas simplificados, sendo esta mais uma vantagem desses sistemas.

Tabela 2: Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgotos

Sistema	Área requerida (m ² .hab ⁻¹)	Volume de lodo (L.hab ⁻¹ .ano ⁻¹)		Custos (R\$.hab ⁻¹)	
		Líquido a ser tratado	Desidratado a ser disposto	Instalação	Operação e Manutenção (por ano)
Tanque séptico + filtro anaeróbio	0,20 - 0,35	180 - 1.000	25 - 50	80 - 130	6,0 - 10,0
UASB + lagoas de polimento	1,50 - 2,50	150 - 250	10 - 35	40 - 70	4,5 - 7,0

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)

RESULTADOS

a) Dimensionamento hidráulico

Devido ao reduzido número de habitantes em cada localidade, as vazões encontradas apresentaram valores muito reduzidos, sendo necessária uma série de ajustes e adoção de valores mínimos para determinadas dimensões, de acordo com as recomendações de Jordão e Volschan (2009). A Tabela 3 apresenta as vazões mínimas, médias e máximas calculadas para cada distrito.

Tabela 3: Vazões para cada distrito

Distritos	População (hab)	Vazão mínima		Vazão média		Vazão máxima	
		(L.s ⁻¹)	(m ³ .s ⁻¹)	(L.s ⁻¹)	(m ³ .s ⁻¹)	(L.s ⁻¹)	(m ³ .s ⁻¹)
Fortaleza	160	0,104	0,0001	0,207	0,0002	0,373	0,0004
Porto das Flores	295	0,191	0,0002	0,382	0,0004	0,688	0,0007
S. J. Três Ilhas	206	0,134	0,0001	0,267	0,0003	0,481	0,0005
Sobragy	279	0,181	0,0002	0,362	0,0004	0,651	0,0007
V. Klabin	189	0,123	0,0001	0,245	0,0002	0,441	0,0004
V. S. Francisco	214	0,139	0,0001	0,277	0,0003	0,499	0,0005

a.1) Reator UASB seguido por lagoa de polimento

Os reatores UASB foram dimensionados em formato cilíndrico, com altura de 3,0m e diâmetros de 2,16m para o distrito de Porto das Flores e 2,10m para Sobragy. Ressalta-se que neste caso, essas dimensões podem ser padronizadas de forma a atender ambos os distritos e ainda, no caso de se optar pela compra de unidades pré-fabricadas.

Em relação às lagoas de polimento, o dimensionamento resultou em duas lagoas em série para cada distrito, ambas com profundidade de 0,80m e largura de 13m. Os comprimentos foram de 15m e 16m, sendo a primeira dimensão para as lagoas de Sobragy e a segunda para Porto das Flores.

a.2) Tanque séptico seguido por filtro anaeróbio

Os resultados obtidos para o dimensionamento do tanque séptico e filtro anaeróbio para os distritos de Fortaleza, São José das Três Ilhas, Vila Klabin e Vila São Francisco, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Dimensões do sistema tanque séptico seguido por filtro anaeróbio

Distrito	TANQUE SÉPTICO (m)			FILTRO ANAERÓBIO (m)		
	Altura útil	Largura	Comprimento	Profundidade útil	Largura	Comprimento
Fortaleza	2,09	2,5	8,0	1,8	3,16	3,16
S. J. Três Ilhas	2,68				3,58	3,58
Vila Klabin	2,46				3,43	3,43
Vila S. Francisco	2,78				3,65	3,65

Ressalta-se que, como as dimensões das unidades para cada distrito são semelhantes em função das populações também serem similares, é possível padronizá-las no caso da opção por unidades pré-fabricadas ou simplesmente com o objetivo de facilitar a implantação dos sistemas simplificados.

b) Custos de implantação/operação, volume de lodo e demanda de área

Para a implantação do sistema UASB seguido por lagoa de polimento e tanque séptico seguido de filtro anaeróbio em cada distrito, é necessário conhecer a série de parâmetros mostrados na Tabela 5 e 6 a seguir,

onde se destacam faixas de variação da área requerida, volume de lodo, custos de implantação e custos de operação e manutenção, em função da população a ser atendida.

Tabela 5: Demanda de área, volume de lodo e custos para UASB e lagoa de polimento

Distrito	Pop. (hab)	Área (m ²)	Lodo	Lodo	Implantação (R\$)	O&M* (R\$.ano ⁻¹)
			líquido a ser tratado (m ³ .ano ⁻¹)	desidratado a ser disposto (m ³ .ano ⁻¹)		
Porto das Flores	295	442,5 - 737,5	44,3 - 73,8	3,0 - 10,3	11.800 - 20.650	1.327 - 2.065
Sobragy	279	418,5 - 697,5	41,9 - 69,8	2,8 - 9,8	11.160 - 19.530	1.256 - 1.935

* Operação e Manutenção

Tabela 6: Demanda de área, volume de lodo e custos para tanque séptico associado ao filtro anaeróbico

Distrito	População (hab)	Área (m ²)	Lodo líquido	Lodo	Implantação (R\$)	O&M* (R\$.ano ⁻¹)
			a ser tratado (m ³ .ano ⁻¹)	desidratado a ser disposto (m ³ .ano ⁻¹)		
Fortaleza	160	32,0 - 56,0	28,8 - 160,0	4,0 - 8,0	12.800 - 20.800	960 - 1.600
S. J. das Três Ilhas	206	41,2 - 72,1	37,1 - 206,0	5,2 - 10,3	16.480 - 26.780	1.236 - 2.060
Vila Klabin	189	37,8 - 66,2	34,0 - 189,0	4,7 - 9,4	15.120 - 24.570	1.134 - 1.890
Vila São Francisco	214	42,8 - 74,9	38,5 - 214,0	5,4 - 10,7	17.120 - 27.820	1.284 - 2.140

* Operação e Manutenção

Ao analisar os resultados obtidos nas Tabelas 5 e 6, pode-se perceber que o sistema UASB associado à lagoa de polimento requer áreas bem maiores que o sistema de tanque séptico seguido por filtro anaeróbico. Apesar da diferença significativa entre as áreas requeridas, não haverá problema com relação à área disponível nos dois distritos, pois o município possui baixo adensamento populacional e muitas áreas desocupadas e improdutivas nas proximidades das comunidades.

Com relação ao volume de lodo líquido e desidratado, os dois sistemas possuem valores mais próximos. Apesar de não ser objetivo deste trabalho, uma possível solução para este lodo seria a implantação de um sistema de tratamento para posterior aproveitamento deste em áreas agrícolas e na pecuária, já que estas são as principais atividades econômicas do município.

O item que normalmente é mais relevante na implantação efetiva de um sistema de tratamento de esgoto é o custo envolvido no processo. Além do custo de implantação do sistema, também devem-se conhecer os custos de operação e manutenção deste sistema. No presente trabalho os valores máximos de implantação dos dois sistemas em cada distrito não passaram de R\$ 28.000, gerando ao todo um investimento médio de R\$ 95.500 para a implantação dos seis sistemas. Com relação aos custos de operação e manutenção, estes tiveram valor máximo de R\$ 2.200 por ano, resultando num investimento total anual médio de R\$ 8.200.

Analisando-se estes resultados, é possível perceber que a implantação dos sistemas simplificados nas comunidades rurais do município de Belmiro Braga é viável, se comparada aos sistemas convencionalmente utilizados em cidades de médio e grande porte.

Para o distrito de Porto das Flores, que apresenta a maior população dentre os demais estudados, um processo de lodo ativado custaria entre R\$ 29.500 e R\$ 47.200 reais para implantação e R\$ 2.950 a R\$ 5.900 por ano para operação e manutenção. Com relação à área requerida, este sistema demandaria áreas entre 35,4 m² e 73,8 m², que são inferiores às demandadas pelo sistema UASB associado às lagoas de polimento. Porém quando se leva em consideração o volume de lodo a ser tratado, este chega a 885 m³ por ano, além dos gastos com energia para aeração. Ainda, ressalta-se que neste caso, além da inviabilidade econômica, há que se levar em consideração a complexidade operacional desta tecnologia, inviabilizando também tecnicamente a sua implantação em comunidades rurais com dificuldade de acesso a profissionais qualificados e laboratórios credenciados para monitoramento.

Para este cálculo relacionado ao processo de lodo ativado, foram utilizados índices de custo de implantação e operação sugeridos por Von Sperling (2005), a saber: a) custo de implantação – R\$ 100,00 a R\$ 160,00 por habitante; b) custo de operação e manutenção – R\$ 10,00 a R\$ 20,00 por habitante.ano⁻¹; c) demanda de área – 0,12 a 0,25 m² por habitante; d) volume de lodo a ser tratado – 1100 a 3000 L por habitante.ano⁻¹.

CONCLUSÕES

No município, os distritos lançam seus efluentes domésticos sem nenhum tipo de tratamento em córregos ou rios da região, com exceção do distrito de Três Ilhas, que possui um sistema antigo de fossa séptica. Sugeriram-se para os seis distritos que não possuem nenhum tratamento os sistemas simplificados compostos por reator UASB associado à lagoa de polimento para as comunidades com mais de 250 habitantes (Porto das Flores e Sobragy) e o sistema de tanque séptico associado ao filtro anaeróbio para os demais distritos. Pelo fato de os distritos apresentarem populações reduzidas (inferior a 300 habitantes), o dimensionamento hidráulico apresentou tanques com dimensões também reduzidas, sendo este um fator favorável. No caso do tratamento preliminar, sugere-se o dimensionamento deste para a implantação dos sistemas. A demanda de área, o volume de lodo e os custos de operação e manutenção para os dois sistemas sugeridos são bem inferiores, quando comparados aos sistemas convencionais, como lodo ativado, por exemplo. Enquanto o custo do sistema UASB seguido por lagoa de polimento na comunidade de Porto das Flores requer investimento máximo para implantação de R\$ 20.650, um sistema de lodos ativados custaria mais que o dobro deste valor. Além disso, o volume de lodo produzido em lodos ativados poderia chegar a dez vezes mais que no sistema dimensionado no presente estudo, sendo que outros fatores como a demanda de energia, a necessidade de mão-de-obra qualificada e os custos de manutenção/operação devem também ser levados em consideração. Assim, destaca-se a aplicabilidade dos sistemas simplificados em comunidades rurais como forma melhorar o cenário atual com relação ao saneamento, com destaque para o esgotamento sanitário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/PS1.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2014.
2. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=310610&idtema=1&search=minas-gerais/belmiro-braga/censo-demografico-2010:-sinopse->>. Acesso em: 16 out. 2013.
3. JORDÃO, E.P e PESSÔA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7^a ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014. 1050 p.
4. JORDÃO, E.P; VOLSCHAN JR., I. **Tratamento de esgotos em empreendimentos habitacionais**. Brasília: CAIXA, 2009. 130 p.
5. OLIVEIRA, C. M. R. **Aplicabilidade de sistemas simplificados para estações de tratamento de esgoto de cidades de pequeno porte**. 2014. 88 f. Trabalho Final de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária – Saneamento) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.
6. PEREIRA, A. R. **Avaliação preliminar do sistema de tratamento de água e proposta de esgotamento sanitário para a zona rural de Belmiro Braga**. 2014. 83 f. Trabalho Final de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária – Saneamento) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.
7. Portal ODM. Acompanhamento Brasileiro dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Disponível em: <<http://www.relatoriosdinamicos.com.br/portaldom/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/BRA003031065/belmiro-braga---mg>>. Acesso em: 09 jan. 2014.
8. ReCESA. Rede Nacional de Extensão e Capacitação Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Esgotamento sanitário: Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos: Guia do Profissional em Treinamento – A – nível 2**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Belo Horizonte, 2008. 112 p.
9. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2012**. Ministério das Cidades. Brasília, 2014. 164 p.
10. TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/uma-chance-para-a-agua-2>> TRATA BRASIL 2014>. Acesso em: 09 jan. 2014.

11. TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil> **TRATA BRASIL 2014**>. Acesso em: 09 jan. 2014.
12. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3^a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, n. I).