

I-119 - QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LODO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO SEBASTIÃO DE CIMA, SANTA MARIA DE JETIBÁ, ES

Josivane Flávio de Lima Soares⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Faculdade da Região Serrana – FARESE.

Antônio Carlos Domingos⁽²⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Faculdade da Região Serrana – FARESE.

Wanderson de Paula Pinto⁽³⁾

Doutorando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES e Docente do Curso de Engenharia Ambiental da FARESE

Gemael Barbosa de Lima⁽⁴⁾

Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES e Docente do Curso de Engenharia Ambiental da FARESE

Endereço⁽¹⁾: Rua Henrique Eggert, 936 – São Sebastião do Meio – Santa Maria de Jetibá - ES - CEP: 29.645-000 - Brasil - Tel: (27) 99929-8971 - e-mail: djosivane flavio@yahoo.com

RESUMO

Este trabalho objetivou mensurar o impacto da degradação da Bacia Hidrográfica do Rio São Sebastião de Cima, a partir do ponto de captação de água da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) em Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo, através da estimativa da produção de lodo seco de ETA. Os dados de Controle Diário de Operação de ETA e da Apuração II foram obtidos junto à Cesan e os Pluviométricos no HIDROWEB. Constatou-se que durante o período de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2014, foram geradas 505,216 toneladas de lodo seco estimado de ETA, para a produção de 7.330.693 m³ de água potável. Iniciou-se o período com uma geração média estimada de lodo seco de ETA, do ano 2000, de 33,96 g/m³. A menor média obtida foi no ano 2006 com 22,22 g/m³, e a maior no ano 2013 com 128,87 g/m³, e a média do período, foi de 63,66 g/m³, demonstrando um aumento significativo na relação g/m³, caracterizado pela crescente degradação da Bacia Hidrográfica, fruto da não observância da vocação natural dos recursos naturais que tem gerado altos custos econômicos, sociais e ambientais. Evidenciou-se que, quanto maior a precipitação, maior a presença de sedimentos no manancial, e maior a produção de lodo de ETA, lodo este, cuja formação mantém uma relação direta com a inexistência das matas ciliares em vários trechos do Rio São Sebastião de Cima, manejo inadequado do solo, uso e ocupação das áreas com declividade superior a 45°, e topo de morros culminando na elevação da turbidez.

PALAVRAS CHAVES: Água. ETA. Sustentabilidade. Sistema de Abastecimento de Água.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida na terra por suas diversas formas de utilização, sobretudo para dessedentação, sendo que para este fim, a mesma deve ser potável (MACHADO, 2003). A contaminação da água está diretamente ligada à degradação ambiental nas Bacias Hidrográficas, causada pelo desflorestamento e principalmente pela retirada das matas ciliares, gerando assoreamento das calhas dos rios, aumentando a turbidez, reduzindo o volume dos mananciais, associado ao lançamento de esgotos domésticos e industriais nos rios, tornando-a inviável ao consumo humano (TUNDISI et al., 2008).

Nasce daí a necessidade de um Sistema de Abastecimento de Água, que pode ser projetado para atender a um vilarejo ou a uma cidade, variando nas dimensões de suas instalações de tratamento da água (NBR-12.216, 1992; FUNASA, 2006). O grau de conservação da Bacia Hidrográfica influencia nos custos de implantação de um sistema de abastecimento de água. Para Reis (2004), os investimentos em estruturas de engenharia civil são insuficientes para garantir a disponibilidade de água potável à população.

O desenvolvimento econômico está associado ao suprimento de água para os diversos setores da sociedade (BORSOI; TORRES, 1997). A não observância da vocação natural dos recursos hídricos tem gerado altos custos econômicos, sociais e ambientais, pois a não proteção dos mananciais interfere na qualidade e quantidade da matéria prima.

Neste contexto, este trabalho objetivou mensurar o impacto da degradação da Bacia Hidrográfica do Rio São Sebastião de Cima, a partir do ponto de captação de água da CESAN em Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo, através da estimativa da produção de lodo seco de ETA, usando formula empírica.

METODOLOGIA

O Rio São Sebastião de Cima é um afluente da margem esquerda do Rio Santa Maria da Vitória. A Bacia do Rio São Sebastião de Cima que se localiza na Região Central do Município, de onde são captadas 100% da água que abastece o centro da cidade e bairros adjacentes (CESAN, 2015). Esta bacia possui 5.182,16 hectares e a captação está nas coordenadas, latitude 7784581,94m sul; longitude 313660,59m E, pelo Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM). O cálculo da área de drenagem da Bacia Hidrográfica foi determinado através da delimitação dos divisores topográficos a partir do ponto de captação para montante. É ocupada por granjas e residências às margens do manancial, hortaliças, cafezal, pastagem, estradas vicinais, plantação de eucalipto e vegetação nativa.

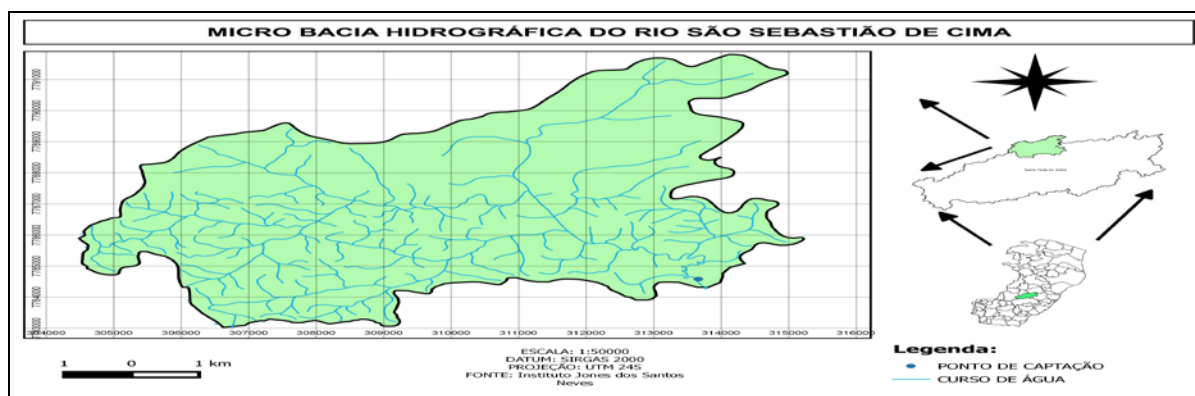


Figura 1: Bacia Hidrográfica do Rio São Sebastião de Cima A partir do ponto de Captação de água da CESAN em Santa Maria de Jetibá.

Fonte: Autores.

O Controle Diário de Operação de ETA é um formulário onde são inseridos os dados de vazão afluente, dosagem de produtos químicos (Cal, Sulfato, cloro e Flúor), controle físico-químico da água bruta (cor, turbidez, pH e alcalinidade), coagulada (turbidez), decantada (turbidez e temperatura), efluente dos filtros (turbidez), tratada (cor, turbidez, pH, alcalinidade, cloro residual livre e íon de flúor), horas trabalhadas, volume aduzido, gastos e produzido e consumo de produtos químicos. No final do dia é calculada a média de cada item e totalizada a produção, ou seja, o volume aduzido, gasto e produzido. A partir destes dados é gerado outro formulário (Apuração da Informação II) que dentre outros parâmetros é composto através das máximas, médias e mínimas da cor, turbidez, cloro e flúor da água tratada e da água bruta são mensuradas as máximas, médias e mínimas da cor e turbidez. Os dados utilizados foram obtidos junto a CESAN da sede de Santa Maria de Jetibá e compreende o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2014, do Controle Diário de Operação e Apuração da informação II da ETA.

Os dados de precipitação disponíveis para Santa Maria de Jetibá foram obtidos do banco de dados da Agencia Nacional de Água (ANA) mantenedora do Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB), do período de Novembro de 2003 à Abril de 2013. Além dos dados de Redução nas perdas, diminuição do consumo de água potável do período de 2000 à 2014 e Hidrometração 2008 à 2014 foram coletados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, que é vinculado a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades.

Existem pesquisas que trabalham com estimativa da geração de lodo seco por meio de fórmulas empíricas e metodologias que utilizam dados referentes à qualidade da água bruta e aos produtos químicos adicionados no tratamento. A equação a seguir foi proposta por Kawamura (1991), e recentemente utilizada por Andrade Silva et al. (2013):

$$P = 1,5 * T + K * D \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

P = Estimativa da produção de sólidos (g de matéria seca/ m³ água tratada)

1,5 = Fator de correção (Sólidos suspensos por Turbidez)

T = turbidez da água bruta, Unidade Nefelométrica de *Turbidez* (NTU).

D = dosagem do coagulante, miligrama por litro (mg/L).

K = relação estequiométrica na formação do precipitado de hidróxido de Alumínio.

Os valores para a relação estequiométrica K variam de acordo com o tipo de coagulante, de acordo com Ribeiro (2007) os valores de K são: K = 0,23 a 0,26, para o sulfato de alumínio. Richter (2001) usou 0,26.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando uma melhor compreensão inicial da variável Produção Média Mensal Estimada de Lodo Seco de ETA em g/m³ (PMMELSETAg/m³) estudada, é apresentado, na Tabela 1, algumas medidas descritivas. A análise apresentada corresponde à série da PMMELSETAg/m³ do período de janeiro de 2000 a dezembro de 2014 de Santa Maria de Jetibá. A estatística descritiva e análises foram feitas utilizando o software livre R (R Development Core Team, 2014), e para construção dos gráficos utilizou-se o microsoft Excel 2013.

O valor mínimo da PMMELSETAg/m³ foi registrada em julho de 2008, 9,45 g/m³, o máximo foi de 519,00 g/m³ em dezembro de 2013 e a PMMELSETAg/m³ média do período foi de 63,66 g/m³, com desvio padrão de 62,74 g/m³. O desvio padrão e o coeficiente de variação alto indicam uma média pouco representativa. Essa pouca representatividade pode ser explicada pela grande variabilidade intra-anual, caracterizada como sazonalidade (BAYER et al., 2012), e pelo regime pluviométrico que difere em período semelhante da sazonalidade. Nóbrega et al. (2008) observaram que no período úmido, as precipitações são homogêneas, porém com maior intensidade na Região Serrana do ES.

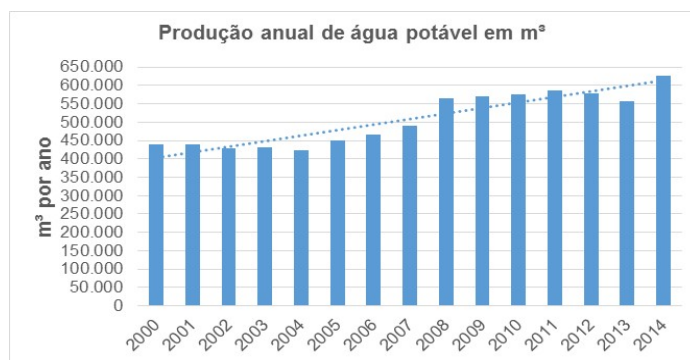
Tabela 1: Medidas descritivas da produção média mensal estimada de lodo seco de ETA.

| Medidas descritivas | Valor |
|---|--------|
| Média (g/m ³) | 63,66 |
| Mediana (g/m ³) | 44,00 |
| Desvio padrão (g/m ³) | 62,74 |
| Coeficiente de variação (g/m ³) | 98,55 |
| Valor máximo (g/m ³) | 519,00 |
| Valor mínimo (g/m ³) | 9,45 |

Fonte: Autores.

A Figura 1 apresenta o cálculo da quantidade de água potável produzida no Sistema de Tratamento de água na cidade de Santa Maria de Jetibá, durante o período de janeiro 2000 à dezembro de 2014. A linha de tendência mostra o aumento na produção de água potável. No ano 2000 foram produzidos 438.845,000 m³ de água, enquanto que, no ano de 2014 foram produzidos 627.518,000 m³, ou seja, percebe-se um aumento de 188.673,000 m³. No entanto, em dezembro de 2000 a população abastecida era de 5.865 habitantes, com um consumo per capita de 74,824 m³ por habitante, ou 205 litros por hab/dia.

Em dezembro de 2014 a população era de 11.353 habitantes (CESAN), um aumento na população de 5.488 habitantes com um consumo médio anual de 55,273 m³ por habitante, ou 151 litros por hab/dia. Apesar do aumento da população em 93,57%, observa-se redução no consumo de 26,34%, comparado com a média do consumo brasileiro que é de 162 litros por habitante dia, da região sudeste 187,9 l/hab.d, e do Estado do Espírito Santo 198 l/hab/d (SNIS, 2014). A cidade de Santa Maria de Jetibá consome menos 6,79% que a média nacional, 19,64% da média da Região Sudeste, e 23,74% da média estadual.



**Figura 1 – Produção anual de água potável na cidade de Santa Maria de Jetibá.
Dados fornecidos pela CESAN
Fonte: Autores**

O aumento na produção caracteriza-se pela demanda inerente ao crescimento da população (LIMA, 2011; GAVIOLLI, 2013). A redução do consumo dentre outros fatores está vinculada a Hidrometração, pois quando há crescimento da micro medição diminuem-se as perdas e consequentemente reduz-se o consumo (SNIS, 2000). A Tabela 2 abaixo, corrobora com esta afirmativa. Pois em 2012 o consumo médio de água no país era de 167,5 l/hab⁻¹.dia⁻¹, enquanto que em 2014 foi de 162,0 l/hab⁻¹.dia⁻¹, portanto, houve decréscimo de 3,28% no consumo. De 2000 a 2014 observa-se redução nas perdas do faturamento no Brasil e na Região Sudeste de 9,16% e 16,41% respectivamente, e de 2008 a 2014 ocorreu 2,58% de aumento na micromedição. Outro fator que contribui significativamente para redução do consumo é a crise hídrica, por minimizar a demanda de água potável a população (MARTINS; ALLONSO; MANCINI, 2011), que em contrapartida promove uma conscientização prática da importância e do uso racional dos recursos hídricos, pois a escassez gera valorização e redução do consumo (CORRAL-VERDUGO, 2003).

Tabela 2: Redução nas perdas/ Hidrometração diminuição do consumo de água potável.

| Ano | Perdas na Produção % no Brasil | Perdas na Produção % no Sudeste | Consumo efetivo per capita no Brasil (l/hab ⁻¹ .dia ⁻¹) | Índice de hidrometração |
|------|--------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|
| 2000 | 40,4 | 39,0 | 149,4 | |
| 2001 | 40,6 | 39,8 | 144,6 | |
| 2002 | 40,5 | 38,8 | 142,6 | |
| 2003 | 39,4 | 37,0 | 148,7 | |
| 2004 | 40,4 | 37,8 | 142,7 | |
| 2005 | 39,0 | 37,3 | 145,7 | |
| 2006 | 39,8 | 39,3 | 145,1 | |
| 2007 | 39,1 | 38,8 | 149,6 | |
| 2008 | 37,4 | 36,2 | 151,2 | 89,1 |
| 2009 | 37,1 | 36,2 | 148,5 | 89,4 |
| 2010 | 35,9 | 34,3 | 159,0 | 89,3 |
| 2011 | 38,8 | 34,3 | 162,6 | 89,9 |
| 2012 | 36,9 | 33,5 | 167,5 | 90,3 |
| 2013 | 37,0 | 33,4 | 166,3 | 91,1 |
| 2014 | 36,7 | 32,6 | 162,0 | 91,4 |

Dados: SNIS – Fonte: Autores

Através da Figura 2 observa-se o cálculo estimado do lodo gerado pelo Sistema de tratamento de água em Santa Maria de Jetibá, durante o período estudado. Percebe-se pela linha de tendência um acréscimo acentuado na geração de lodo. No ano 2000 foram produzidos 15,054 toneladas de lodo para 438.845,000 m³ de água potável, enquanto que, no ano de 2014 foram gerados 64,286 toneladas de lodo para 627.518 m³ de água potável. Nota-se um aumento percentual de 43% na produção de água potável, e um aumento de 327% na geração de lodo. Durante os quinze anos foram totalizados 505,216 toneladas de lodo seco estimado para

produção de 7.330.693 m³ de água potável. A Tabela 3 apresenta a produção média de lodo do período: 68,9 g/m³, e um aumento de 198,5 g/m³ no processo de tratamento, evidenciando a crescente degradação da Bacia Hidrográfica.

Tabela 3: Produção de média de lodo do período em g/m³.

| Período | Produção de lodo ton | Produção de água potável m ³ | g/m ³ |
|-------------|----------------------|---|------------------|
| 2000 | 15,054 | 438.845 | 34,3 |
| 2014 | 64,286 | 627.518 | 102,4 |
| 2000 à 2014 | 505,216 | 7.330.693 | 68,9 |

Fonte: Autores

Castro et al. (1997), constataram que a produção média de resíduos sólidos gerados em uma ETA variam entre 1 a 3% da vazão aduzida. Valores maiores foram encontrados neste trabalho, pois no ano 2000 a média foi 0,43% acima do valor máximo de referência e em 2014, 7,24% e uma média do período de 3,89% acima do valor máximo de referência, evidenciando um aumento significativo de 3,43% para 10,24% de sólidos gerados no tratamento da água, reflexo de um manancial desprotegido e manejo inapropriado do solo, aumentando o uso de coagulante para clarificação da água e conseqüentemente a geração de lodo.

Observando os dados da Figura 2 referente a quantidade média anual estimada em g/m³ de lodo seco de ETA, percebe-se uma inclinação ascendente da linha de tendência. O ano de 2006 apresentou a menor média de geração de lodo seco 22,22 g/m³ da série, com precipitação anual de 1.119,4 mm, sendo que, o ano de 2000, foi o 4º com 33,96 g/m³. A partir de 2007 houve uma crescente, culminando em 2013 com 128,87 g/m³, apesar de 2007 ter ocorrido uma pluviosidade de 734,2 mm. Os anos da série que sucederam a geração de lodo g/m³ foi maior que 2006. Vale resaltar que quanto maior a precipitação maior a produção de lodo para uma Bacia Hidrográfica estabilizada, contudo na Bacia em estudo, devido o aumento das ações antrópicas mesmo com menor índice pluviométrico constata-se maior produção de lodo.

Martinelli, Sarnaglia Junior e Coelho (2012), usando ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG), desenvolveram um estudo sobre APP's em dois municípios distintos, usando duas áreas de mesma proporção nos municípios de Pinheiros e Santa Maria de Jetibá, no estado do Espírito Santo. Analisaram o grau de conservação das APP's, e para isso foram mapeados o uso e a cobertura do solo de mata ciliar em Pinheiros e topo de morro em Santa Maria de Jetibá. De acordo com os resultados apresentados pelos autores, Pinheiros possui 14,6% de remanescentes florestais em mata ciliares, devido sua economia basear-se na agropecuária, sendo que, 71,43% das áreas de APP's são utilizadas como pastagens, enquanto Santa Maria de Jetibá, das áreas de topo de morro, 67,47% estão preservadas, sendo este percentual relacionado com a declividade e altitude. Mediante dados acima, constatou-se que 32,53% dos topos de morro de Santa Maria de Jetibá estão em usos diversos, o que contraria o Código Florestal e contribui para a carga de sedimentos nos mananciais. Evidencia-se o aumento da degradação na Bacia Hidrográfica de abastecimento da cidade de Santa Maria de Jetibá, pois no ano 2000 era gerado 33,96 g/m³ e no ano de 2014 foi gerado 102,30 g/m³, um aumento de 201,24%.

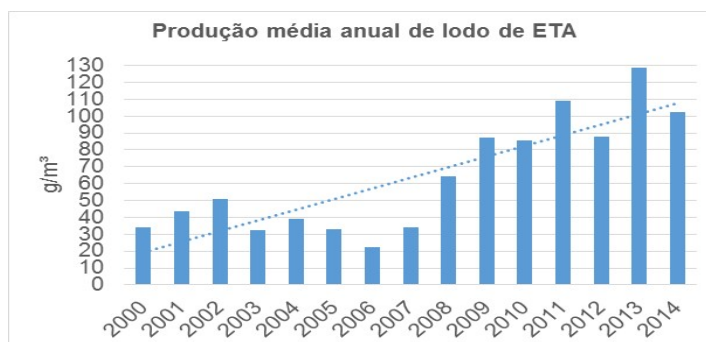


Figura 2 – Quantidade média estimada anual em grama por metro cubico de lodo de ETA gerado na Estação de Tratamento de Água na cidade de Santa Maria de Jetibá.

Dados fornecidos pela CESAN

Fonte: Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depreende-se que a degradação ambiental interfere diretamente na quantidade e qualidade da água, que para consumo humano, deve ser potável. Por isso, a preocupação com o tratamento da água, não deve ser iniciado apenas quando a mesma chega à ETA, porém o foco principal desta preocupação deve ser a Bacia Hidrográfica, pois se torna mais viável a preservação das Bacias Hidrográficas, que os investimentos em melhorias no sistema de tratamento de água, tanto no aspecto econômico, quanto no aspecto socioambiental, principalmente no que tange à questão da utilização consciente deste recurso natural, a fim de evitar seu esgotamento uma vez que a água chega a ETA por gravidade e abastece o centro da cidade sem uso de eletricidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), por permitir o uso dos dados que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABiIwAH/nbr-12216-1992-projeto-estacao-tratamento-agua-abastecimento-publico>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2014.
2. BAYER, D., CASTRO, N. M. R., BAYER, F. M., Modelagem e previsão de vazões médias mensais do rio Potiribu utilizando modelos de séries temporais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.17, n.2, p. 229–239. Disponível em: <http://132.248.9.34/hevila/Revistabrasileiraderecursoshidricos/2012/vol17/no2/19.pdf>. Acesso em: 10 Maio de 2016.
3. BORSOI, Z. M. F., TORRES, S. D. A., A Política de Recursos Hídricos no Brasil. [S.I.] 1997. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2015.
4. BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde - Funasa. Manual de Saneamento. 4º. Ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.
5. _____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2012. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2012>>. Acesso: 22 de Abr. de 2016.
6. _____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2013>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
7. _____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
8. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2000. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2001. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2000>>. Acesso: 22 de Abril de 2016.
9. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Visão geral da prestação de serviços de água e esgotos – 2001: (um extrato do Diagnóstico dos serviços de água e esgotos). – Brasília: Ministério das Cidades: PMSS/SNIS, 2003. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2001>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.

10. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2002. Brasília: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2004. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2002>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
11. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos – 2003. Brasília: MCIDADES. SNSA: IPEA, 2004. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2003>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
12. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2004. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2005. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2004>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
13. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2005. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2006. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2005>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
14. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2006. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2007. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2006>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
15. _____. Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2007. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2009. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2007>>. Acesso: 22 de Abr. de 2016.
16. _____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2008. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2010. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2008>>. Acesso: 22 de Abr. de 2016.
17. _____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2009. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2009>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
18. _____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2010. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2010>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
19. _____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos–2011. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2011>>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
20. CASTRO, A. A. et al., Soluções para tratamento de resíduos de estação de tratamento de água – proposta para a unidade de tratamento de resíduos (UTR) do Rio das Velhas na RMBH. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, 1997. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/solucoes.pdf>. Acesso em: 22 de Abril de 2013.
21. COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO (CESAN). Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída em 2014. Santa Maria de Jetibá, 2015. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2015/03/Santa-Maria-de-Jetiba_Relatorio_2015-B.pdf>. Acesso em: 08 de Julho de 2015.
22. CORRAL-VERDUGO, V., Determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação de água: um modelo estrutural. Estudos de Psicologia 2003, V. 08, n. 2, p. 245-252. Universidade de Sonora, México 2003. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2003000200006> Acesso em: 20 de Agosto de 2015.
23. GAVIOLLI, J., Abastecimento Público de água na região Metropolitana de São Paulo: Escassez, demanda e aspectos de saúde Pública. São Paulo 2013. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-12112013.../JulianeGaviolli.pd> Acesso em: 25 de Janeiro de 2016.

24. LIMA, J. E. F. W., Situação e Perspectivas Sobre as Águas do Cerrado. Revista Ciência e Cultura. v. 63, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v63n3/a11v63n3.pdf>> Acesso: 26 de Abril de 2015.
25. MACHADO, C. J. S., Recursos hídricos e cidadania no Brasil: Limites, alternativas e desafios. Ambiente & Sociedade. v. 06, n. 2, Jul/Dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>>. Acesso em: 20 de Agosto de 2014.
26. MARTINELLI, F. S., SARNAGLIA JR, V. B., COELHO, A. L. N. Estado de conservação de Áreas de Preservação Permanentes (APP) em duas áreas topograficamente distintas do Estado do Espírito Santo. Espírito Santo, 2012. Natureza on line v.10, n.4, p.191-194. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/09_MartinelliFSetal_191194.pdf>. Acesso em: 13 de Abril de 2016.
27. MARTINS, T. F., ALLONSO, J. J., MANCINI, S. D. Avaliação da disponibilidade hídrica do sistema de captação de água superficial para abastecimento público da região urbana no município de itu/sp. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/eventos/abes/26cbes/lista_aprovados.pdf> Acesso em: 05 de Janeiro de 2016.
28. NÓBREGA, N. E. F. et al. Análise da Distribuição Sazonal e Espacial da Precipitação no Sul do Estado do Espírito Santo, Espírito Santo, 2008. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/arquivos_pdf/publicacoes/CBMET/2008/PRP_Sul_ES.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2015.
29. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 09 de março de 2015.
30. REIS, L. V. S., Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público: caso do manancial do município de Piracicaba. Piracicaba, 2004. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle>>. Acesso em: 20 de Maio de 2013.
31. RIBEIRO, F. M. Quantificação e caracterização química dos resíduos da ETA de Itabirito – MG. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos. Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Ouro Preto, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2862/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Quantificac%C3%A7%C3%A3oCaracterizac%C3%A7%C3%A3oQu%C3%ADmica.pdf>. Acesso em: 22 de Abril de 2016.
32. RICHTER, C. A. Tratamento de lodos de estações de tratamento de água. Editora edgard Blucher Ltda são Paulo, 2001.
33. SILVA, M. S. A. et al. Estimativa da quantidade de lodo produzido no tratamento de água do tipo convencional e Actiflo® – comparação de metodologias 8º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais 27 a 30 de Agosto de 2013. Ponta Grossa, 2013. Disponível em: <http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60154_vf1.pdf>. Acesso em: 20 de Maio de 2014.
34. TUNDISI, J. G. et al. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: Estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. Estudos Avançados 22(63). p. 159-172. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf>>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2014.