



### Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v12n22018p321-334

Submetido em: 2 abr. 2018

Aceito em: 3 nov. 2018

---

## ***Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil***

**Alexandre Mioth Soares**

Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense *Campus* Cabo Frio/RJ – Brasil. E-mail: alexandre.soares@ifrj.edu.br.

O monitoramento físico-químico dos parâmetros operacionais de uma estação de tratamento de esgotos é importante, uma vez que serve de base para adoção de medidas que objetivam a melhoria da qualidade do efluente final. Com este estudo buscou-se monitorar doze parâmetros físico-químicos da estação de tratamento de esgotos de Armação dos Búzios de setembro de 2010 a agosto de 2013. Todos os parâmetros efluentes estiveram de acordo com a legislação, exceto nitrogênio e fósforo totais, que ficaram em desacordo com a legislação estadual em somente um mês de pesquisa cada. As eficiências de remoção da demanda bioquímica de oxigênio e dos sólidos suspensos totais aumentaram com o decorrer do monitoramento e foram consideradas bastante satisfatórias. É possível afirmar que as vazões estimadas não irão exceder a de projeto para nenhuma das condições de retorno consideradas. Este estudo servirá de base para análise de confiabilidade de estações de tratamento de esgotos no Estado do Rio de Janeiro, inédito para a área, mas já realizado em outras regiões do país.

Palavras-chave: Tratamento de esgotos. Lodos ativados. Aeração convencional.





**Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**

Alexandre Mioth Soares

*Physicochemical monitoring of a sewage treatment plant by activated sludge at Armação dos Búzios city, Rio de Janeiro, Brazil*

The physicochemical monitoring of the operational parameters of a sewage treatment plant is important once it serves as the basis for adopting measures that aim to improve the quality of the final effluent. This study aimed to monitor twelve physicochemical parameters of the sewage treatment plant of Armação dos Búzios from September 2010 to August 2013. All effluent parameters were in accordance with the legislation, except total nitrogen and phosphorus, which remained in disagreement with state legislation in only one month of research each. The removal efficiencies of biochemical oxygen demand and total suspended solids increased as the monitoring progressed and were considered very satisfactory. It is possible to affirm that the estimated flows will not exceed the project flow for any of the considered return conditions. The present study will serve as a basis for reliability analysis of sewage treatment plants in Rio de Janeiro State, unprecedented for the area, but it has already carried out in other regions of the country.

Keywords: Sewage treatment. Activated sludge. Conventional aeration.

*Monitoreo físico-químico de una estación de tratamiento de aguas residuales por lodos activados en el municipio de Armação dos Búzios, Río de Janeiro, Brasil*

El monitoreo físico-químico de los parámetros operacionales de una estación de tratamiento de aguas residuales es importante, ya que sirve de base para la adopción de medidas que objetivan la mejora de la calidad del efluente final. Con este estudio se buscó monitorear doce parámetros físico-químicos de la estación de tratamiento de aguas residuales de Armação dos Búzios de septiembre de 2010 a agosto de 2013. Todos los parámetros efluentes estuvieron de acuerdo con la legislación, excepto nitrógeno y fósforo totales, que quedaron en desacuerdo con la legislación estatal en sólo un mes de investigación cada uno. Las eficiencias de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno y de los sólidos suspendidos totales aumentaron con el transcurso del monitoreo y se consideraron bastante satisfactorias. Es posible afirmar que los caudales estimados no superarán el de proyecto a ninguna de las condiciones de retorno consideradas. Este estudio servirá de base para análisis de confiabilidad de estaciones de tratamiento de aguas residuales en el Estado de Río de Janeiro, inédito para el área, pero ya realizado en otras regiones del país.

Palabras clave: Tratamiento de las aguas residuales. Lodos activados. Aeración convencional.

Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

## 1 Introdução

O saneamento ambiental continua sendo um dos problemas mais graves de infraestrutura nos países em desenvolvimento. Em 2015, apenas 42,7% dos esgotos gerados no Brasil eram tratados e havia grande disparidade entre as cinco regiões brasileiras, enquanto a região Centro-Oeste tratou 50,2% dos seus esgotos, a região Norte tratou somente 16,4% (SNIS, 2017). Uma das alternativas que o poder público tem encontrado para melhorar a eficiência dos serviços de saneamento é a sua concessão à iniciativa privada. Dentre as regiões do Estado do Rio de Janeiro que experimentaram um processo de privatização dos serviços de saneamento, a região das Baixadas Litorâneas apresenta um papel de destaque. O processo de privatização dos serviços de saneamento básico na região das Baixadas Litorâneas foi iniciado em 1996, quando os poderes do Estado e dos municípios consideraram que o alto potencial de rentabilidade econômica da região vinha tendo o seu desenvolvimento prejudicado pela falta de investimentos, com irregularidade no abastecimento de água potável e precariedade do sistema de esgoto sanitário (AGENERSA, 2014).

Em 1998, assumiram os serviços de água e esgoto as empresas Águas de Juturnaíba e Prolagos, a primeira tendo como área de concessão os municípios de Silva Jardim, Saquarema e Araruama; e a segunda, os municípios de Armação dos Búzios, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo e Cabo Frio. A prioridade dos editais de concessão foi o aumento da oferta de água, grande problema à época, ficando o esgotamento sanitário para um segundo momento, em alguns casos parcialmente para 2015 (PEREIRA, 2007).

Na área de cobertura das concessionárias Águas de Juturnaíba e Prolagos, existem treze estações de tratamento de esgotos. Das treze estações de tratamento de esgoto em operação na região, seis estão localizadas na área da concessionária Águas de Juturnaíba: três em Saquarema, duas em Silva Jardim e uma em Araruama. Já na área de cobertura da Prolagos, sete estações de tratamento de esgotos encontram-se em operação: duas em Cabo Frio, uma em São Pedro da Aldeia, uma em Armação dos Búzios, duas em Arraial do Cabo e outra em Iguaba Grande.

No município de Armação dos Búzios, a estação foi projetada para operar até 130 L/s, sendo 43 L/s por meio de tratamento biológico do tipo lodos ativados com aeração convencional e o restante por meio de tratamento primário quimicamente assistido. A estação de tratamento de Armação dos Búzios apresenta as seguintes etapas: tratamento preliminar por peneira rotativa e gradeamento mecânico, tratamento primário quimicamente assistido por adição de cloreto férrico, tratamento secundário por lodos ativados com aeração convencional, adensamento e desidratação do lodo adensado, descarte do lodo desidratado e desinfecção do efluente final. Desde 21 de dezembro de 2017, a estação passou a operar por meio de tratamento terciário com remoção de fósforo e nitrogênio, e desinfecção por meio de radiação ultravioleta. Além disso, a vazão de projeto passou de 130 L/s para 200 L/s. O corpo receptor da estação é a lagoa do campo de golfe, que deságua no Canal da Marina Porto Búzios.

De acordo com a origem, o esgoto pode ser sanitário, comum ou doméstico; industrial, provenientes de processos industriais; e pluvial, decorrente da precipitação atmosférica e da lavagem das ruas (AISSE, 2000). Os níveis de tratamento podem ser classificados em preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar visa à remoção de sólidos grosseiros e



**Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**

Alexandre Mioth Soares

.....

areia presentes no efluente, por ação física, evitando o acúmulo de material inerte e abrasivo nas tubulações, e das demais unidades das estações de tratamento de efluentes (SILVA *et al.*, 2017). O tratamento primário avançado ou quimicamente assistido se baseia no emprego de produtos químicos com o objetivo de melhorar o desempenho das unidades primárias de sedimentação (FIGUEIREDO, 2009). Os tratamentos baseados em processos biológicos, por outro lado, são os mais utilizados, uma vez que podem ser aplicados à maioria dos efluentes gerados, sejam eles de origem doméstica ou industrial, permitindo o tratamento de grandes volumes de efluentes, transformando compostos tóxicos em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O com custos relativamente baixos (CORDI *et al.*, 2008). Por fim, o tratamento terciário se destina à remoção de substâncias recalcitrantes, nutrientes e organismos patogênicos (SILVA *et al.*, 2017).

Entre as várias opções de tratamento secundário de efluentes existentes, a que mais se destaca atualmente é o sistema de lodos ativados (ROCHA *et al.*, 2016). O sistema de tratamento por lodos ativados foi posto em funcionamento pela primeira vez no começo do século XX, em Manchester, na Inglaterra, para o tratamento de esgotos de maneira empírica (ZOBY-JÚNIOR *et al.*, 2014). O princípio do processo baseia-se na oxidação bioquímica dos compostos orgânicos e inorgânicos presentes nos esgotos, a qual é mediada por uma população microbiana diversificada e mantida em suspensão num meio aeróbio (SOARES *et al.*, 2014). O sistema é basicamente composto por um reator, um tanque de decantação e a retroalimentação do lodo ativado (SCHLEGEL *et al.*, 2016). São dois os objetivos do processo de lodos ativados: reduzir a carga de poluição a níveis predeterminados e aceitáveis, e produzir um efluente límpido e clarificado (JORDÃO *et al.*, 1997). Este sistema pode ser classificado em sistema de lodos ativados convencional, sistema de lodos ativados de aeração prolongada (fluxo contínuo) e sistema de lodos ativados de fluxo intermitente (batelada). O sistema de lodos ativados é um dos processos mais utilizados para o tratamento de efluentes (FERREIRA *et al.*, 2008), principalmente pela alta eficiência alcançada associada à pequena área de implantação requerida, quando comparado a outros sistemas de tratamento (BENTO *et al.*, 2005).

Este estudo visou monitorar doze parâmetros físico-químicos de controle do processo de tratamento de esgotos da estação de tratamento de esgotos de Armação dos Búzios como base para análise de confiabilidade de estações de tratamento em municípios do Estado do Rio de Janeiro, inédito para a área, mas já realizado em outras regiões do país.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Área de Estudo

Armação dos Búzios é uma península com oito quilômetros de extensão e 23 praias, recebendo de um lado correntes marítimas do Equador e do outro, correntes marítimas do polo sul, o que faz com que tenha praias tanto de águas mornas quanto de águas geladas (ARMAÇÃO DE BÚZIOS, 2010). O município de Armação dos Búzios apresenta área da unidade territorial da ordem de 70,278 km<sup>2</sup> e população estimada, em 2017, de 32.260 pessoas (IBGE, 2018).



**Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**

Alexandre Mioth Soares

Sua temperatura média anual é de 25 °C e suas principais atividades econômicas são o turismo e a pesca. O município limita-se a oeste com a cidade de Cabo Frio e a norte, leste e sul com o oceano Atlântico. Na Figura 1 é possível observar a localização da estação de tratamento de esgotos de Armação dos Búzios, cujo efluente final é lançado na lagoa do Campo de Golfe e, posteriormente, no Canal da Marina. Nestas circunstâncias, a presença de ETE de Búzios pode representar risco potencial de contaminação em área de cultivo de moluscos bivalves na região da Praia Rasa, conforme reportado por Soares *et al.* (2015).

*Figura 1. Localização geográfica do município e da estação de tratamento de esgotos de Armação dos Búzios*



Fonte: Google Earth (com adaptações) (2018)

## 2.2 Parâmetros de controle

Os parâmetros de controle foram monitorados mensalmente de setembro de 2010 a agosto de 2013. Foram monitorados quatro parâmetros de controle do esgoto bruto e oito parâmetros do esgoto tratado. Os indicadores de controle do esgoto bruto monitorados foram: vazão afluente, demanda bioquímica de oxigênio, resíduos não filtráveis totais e cloretos totais. Por outro lado, os parâmetros de controle do esgoto tratado foram: pH, demanda bioquímica de oxigênio, resíduos não filtráveis totais, detergentes, óleos e graxas, nitrogênio total, fósforo total e resíduos sedimentáveis.

A vazão afluente foi medida no final do tratamento preliminar em uma estrutura conhecida como calha Parshall. Os métodos de determinação da concentração dos parâmetros utilizados no presente estudo estão em conformidade com o estabelecido pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW), uma publicação conjunta da *American Public Health Association* (APHA), da *American Water Works Association* (AWWA) e da *Water Environment Federation* (WEF).



Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

### 2.3 Eficiências de remoção

A eficiência de remoção da demanda bioquímica de oxigênio foi determinada pela equação (1):

$$E(DBO_5) = \frac{DBO_{5a} - DBO_{5e}}{DBO_{5a}} \times 100 \quad (1)$$

Onde:  $E(DBO_5)$  = eficiência de remoção da demanda bioquímica de oxigênio;  
 $DBO_{5a}$  = demanda bioquímica de oxigênio afluente (esgoto bruto);  
 $DBO_{5e}$  = demanda bioquímica de oxigênio efluente (esgoto tratado).

A eficiência de remoção dos resíduos não filtráveis totais, por sua vez, foi determinada pela equação (2):

$$E(RNFT) = \frac{RNFT_a - RNFT_e}{RNFT_a} \times 100 \quad (2)$$

Onde:  $E(RNFT)$  = eficiência remoção de resíduos não filtráveis totais;  
 $RNFT_a$  = concentração de resíduos não filtráveis totais afluente (esgoto bruto);  
 $RNFT_e$  = concentração de resíduos não filtráveis totais efluente (esgoto tratado).

### 2.4 População residente e estimativas de população

Os valores de população de 1996 a 2015 foram determinados por meio de levantamento junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Anuário Estatístico do Centro Estadual de Estatísticas Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ). Com base nesses valores, foram estimados os valores de população residente de 2016 até o ano de 2040. Por meio de estudo sobre projeção populacional realizada pela concessionária, foi possível constatar que a população total nos anos de 2004 a 2008 foi 1,7 vez maior que a população residente e, por esta razão, este foi o índice utilizado para estimar a população total no balneário de 2016 a 2040.

### 2.5 Níveis de atendimento, população atendida, consumo e vazões estimadas

Estimou-se que os níveis de atendimento utilizados no presente estudo variarão de 76% (em 2016) a 90% (em 2030) (acrécimo de 0,1% por ano de concessão) e permanecerão em 90% de 2031 a 2040. A população atendida foi obtida por meio do produto da população total pelo nível de atendimento. O consumo per capita adotado foi de 200 L/habitante.dia. O consumo de água foi obtido por meio do produto entre a população atendida e consumo per capita adotado. O consumo per capita por segundo foi obtido pela divisão do consumo de água por 86.400. Os coeficientes de retorno adotados no presente estudo foram iguais a 1 (sem perdas), 0,9 (perdas = 10%) e 0,8 (perdas = 20%).





Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

### 3 Resultados e Discussão

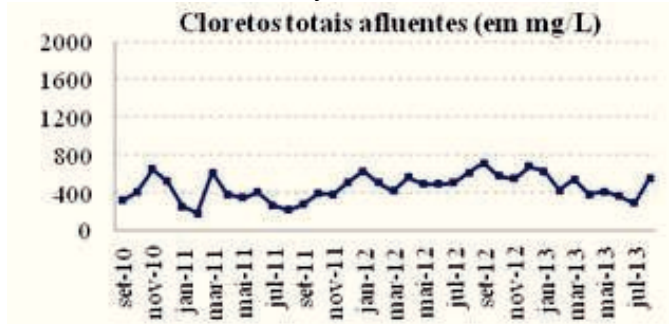
O parâmetro vazão afluente permaneceu dentro do valor de projeto de setembro de 2010 até agosto de 2013, exceto em junho, julho e dezembro de 2012. Em dezembro de 2012, a estação aumentou a sua capacidade de operação de 130 L/s para 200 L/s (Figura 2). Em relação aos cloretos totais afluentes, foi possível constatar que a sua concentração média foi sempre inferior a 2.000 mg/L. Concentrações superiores a 2.000 mg/L, nocivas aos microrganismos presentes no tanque de aeração, podem ter sido pontualmente detectadas. Nestes casos, os operadores da estação são orientados a fechar a comporta do tanque de aeração e, assim, o sistema passa a operar exclusivamente por meio de tratamento primário quimicamente assistido. Estes aumentos podem estar relacionados a períodos de maior elevação dos níveis de maré, pois é uma característica das regiões litorâneas a infiltração da água do mar nas redes coletoras (Figura 3).

Figura 2. Valores mensais médios de vazão afluente entre setembro de 2010 e agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

Figura 3. Concentração média de cloretos totais afluentes entre setembro de 2010 a agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

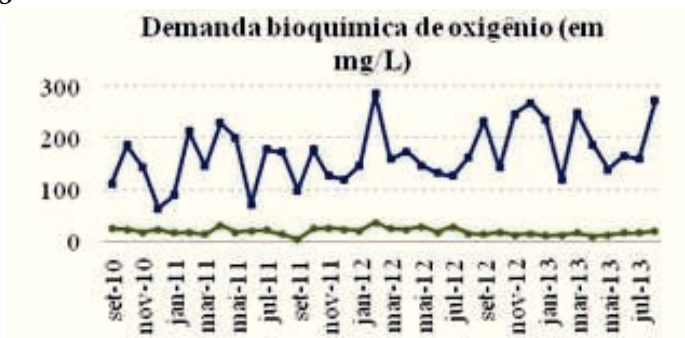
O processo operacional da ETE de Búzios proporcionou a produção de um efluente final com demanda bioquímica de oxigênio compreendida entre 5 e 38 mg/L. Como a seção III da resolução nº 430 do CONAMA estabelece padrão ou condição de lançamento de até 120 mg/L de DBO, constatou-se que este parâmetro esteve de acordo com a legislação federal (Figura 4).



Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

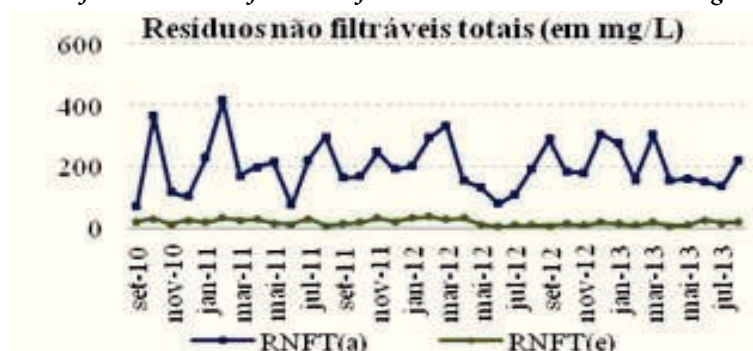
Figura 4. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) afluyente e efluente entre setembro de 2010 e agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

A concentração de RNFT no esgoto efluente permaneceu entre 4 e 36 mg/L e, desta maneira, esteve em conformidade com a tabela 8 da diretriz DZ-215.R-4 da extinta Fundação de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA, 2007), atual Instituto Estadual do Ambiente (INEA), uma vez que a concentração máxima permitida mais restritiva de RNFT é de 40 mg/L (Figura 5).

Figura 5. Resíduos não filtráveis totais afluentes e efluentes entre setembro de 2010 e agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

O potencial hidrogeniônico permaneceu entre 7,07 e 8,02 (Figura 6), enquanto a O potencial hidrogeniônico permaneceu entre 7,07 e 8,02 (Figura 6), enquanto a concentração de resíduos sedimentáveis esteve compreendida entre 0 e 0,3 mg/L. Ambos os parâmetros estiveram em conformidade com a seção III da resolução nº 430 de 13 de maio de 2011 (CONAMA, 2011).

Figura 6. Valores mensais médios de pH de setembro de 2010 a agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

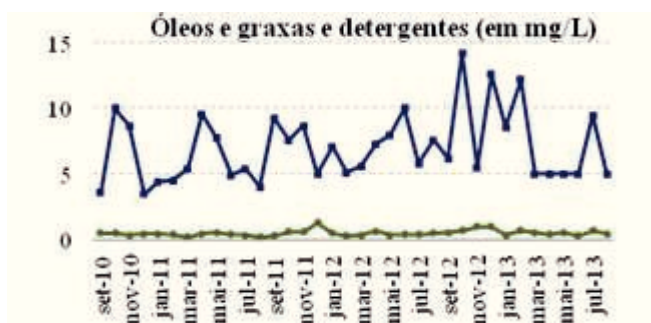


Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

A concentração de óleos e graxas no esgoto efluente no período estudado permaneceu entre 3,5 e 14,2 mg/L, enquanto a concentração de substâncias ativas ao azul de metileno (detergentes) no presente estudo esteve compreendida entre 0,21 e 1,31 mg/L. A concentração de óleos e graxas esteve em conformidade com a seção III da resolução nº 430 de 13 de maio de 2011, uma vez que a concentração máxima permitida para lançamento no corpo receptor é de 100 mg/L (CONAMA, 2011). Não foram encontradas nas legislações pesquisadas condições ou padrões para lançamento de substâncias ativas ao azul de metileno no corpo receptor. Hipoteticamente, atribuiu-se como condição de lançamento a concentração máxima de 1,0 mg/L. Neste caso, considerou que os detergentes estiveram em conformidade com a legislação hipotética em todo o período estudado, exceto em dezembro de 2011 quando a concentração deste parâmetro foi igual a 1,31 mg/L (Figura 7).

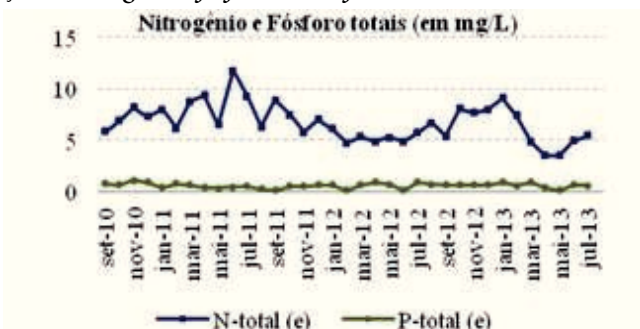
Figura 7. Concentração de óleos e graxas (OG) e detergentes (MBAS) de setembro de 2010 a agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

A concentração de nitrogênio total efluente no presente estudo permaneceu entre 3,52 e 11,8 mg/L. A concentração de fósforo total efluente, por sua vez, permaneceu entre 0,15 e 1,12 mg/L. Como o corpo receptor da ETE de Búzios é a lagoa do campo de golfe, as concentrações de ambos os parâmetros foram comparadas com os limites estabelecidos pela Norma Técnica NT-202.R-10 da Fundação de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA, 1986), atual INEA. Ambos estiveram em conformidade com a legislação estadual, exceto em junho de 2011, quando a concentração de nitrogênio total efluente foi igual a 11,8 mg/L, e novembro de 2010, quando a concentração de fósforo total foi igual a 1,12 mg/L (Figura 8).

Figura 8. Concentração de nitrogênio e fósforo totais efluentes de setembro de 2010 a agosto de 2013



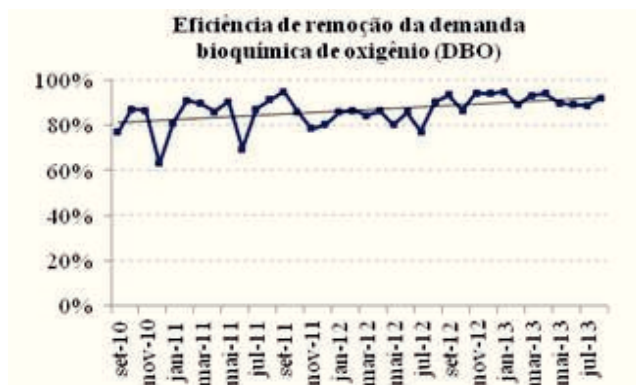
Fonte: Do autor (2017)

Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

A eficiência na remoção da demanda bioquímica de oxigênio variou de 63% a 95%. A menor foi registrada em dezembro de 2010 e a maior em setembro de 2011 (Figura 9). A eficiência de remoção de RNFT, contudo, permaneceu entre 73% e 98%. A menor remoção de RNFT foi observada no início do inventário, em setembro de 2010, e a maior foi obtida em agosto de 2011 (Figura 10). Ambas as eficiências de remoção aumentaram com o passar do tempo e foram consideradas bastante satisfatórias.

Figura 9. Eficiência de remoção da demanda bioquímica de oxigênio de setembro de 2010 a agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

Figura 10. Eficiência de remoção dos resíduos não filtráveis totais (RNFT) de setembro de 2010 a agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

Em 1997, dois anos após a emancipação política do município, Armação dos Búzios apresentava uma população residente de 15.312 habitantes. Já no ano seguinte, ano da privatização dos serviços de saneamento na região, Búzios apresentava um pouco mais de 16 mil habitantes. Em 2004, ano do início de operação da estação de tratamento de esgotos, a população do balneário foi de 22.140 habitantes. Em 2010, segundo o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população do município era de 27.560 habitantes. Entre 2008 e 2010, a cidade

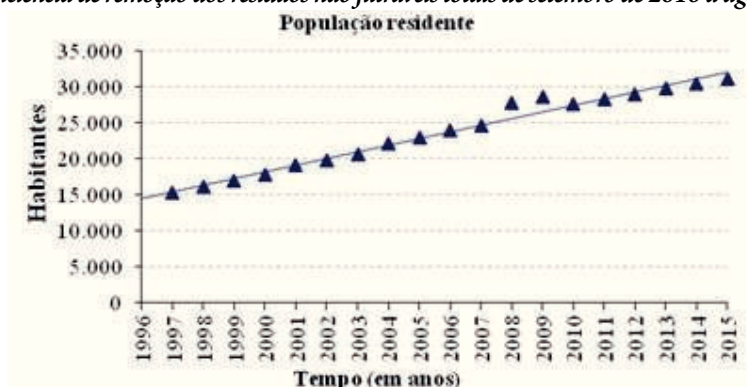


**Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**

Alexandre Mioth Soares

experimentou um decréscimo populacional. Segundo Von Sperling (1995), citado por Rino e Saggiaro (2000), existem vários métodos para estimar-se o crescimento populacional, tais como: projeção aritmética, projeção geométrica, regressão multiplicativa, crescimento logístico, entre outros. Na presente pesquisa, o modelo de crescimento populacional adotado foi a projeção aritmética com taxa de crescimento constante (Figura 11).

Figura 11. Eficiência de remoção dos resíduos não filtráveis totais de setembro de 2010 a agosto de 2013



Fonte: Do autor (2017)

Como o antigo projeto da estação estabelecia uma vazão máxima de 130 L/s, foi possível constatar que essa vazão seria excedida no ano de 2023 caso a taxa de retorno fosse igual a 100%. Por outro lado, caso a taxa de retorno fosse de 90% (perdas = 10%), a vazão de projeto seria excedida somente em 2026. E finalmente, caso a taxa de retorno fosse igual a 80% (perdas = 20%), a vazão de projeto seria excedida somente em 2030. No entanto, como a vazão de projeto da estação foi ampliada de 130 L/s para 200 L/s em 21 de dezembro de 2017, é possível constatar que a vazão afluente estimada não excederia a vazão de projeto em nenhuma das três hipóteses consideradas (retornos de 100%, 90% e 80%) (Tabela 1).

Tabela 1. Populações fixa e total, níveis de atendimento, população atendida, consumos per capita e total e vazões estimadas de retorno sem perdas, com perdas igual a 10% e perdas igual a 20% entre 2016 e 2040 (continua)

Ano	População fixa	População total	Níveis de atendimento	População atendida	Per capita (l/dia)	Consumo (L/dia)	Vazão de retorno (s/perdas)	Vazão de retorno (p=10%)	Vazão de retorno (p=20%)
2016	34.014	57.824	0,76	43.946	200	8.789.218	102	92	81
2017	34.940	59.398	0,77	45.736	200	9.147.292	106	95	85
2018	35.866	60.972	0,78	47.558	200	9.511.663	110	99	88
2019	36.792	62.546	0,79	49.412	200	9.882.331	114	103	92
2020	37.718	64.121	0,8	51.296	200	10.259.296	119	107	95
2021	38.644	65.695	0,81	53.213	200	10.642.558	123	111	99
2022	39.570	67.269	0,82	55.161	200	11.032.116	128	115	102
2023	40.496	68.843	0,83	57.140	200	11.427.971	<b>132</b>	119	106
2024	41.422	70.417	0,84	59.151	200	11.830.123	137	123	110
2025	42.348	71.992	0,85	61.193	200	12.238.572	142	127	113

## Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil

Alexandre Mioth Soares

**Tabela 1. Populações fixa e total, níveis de atendimento, população atendida, consumos per capita e total e vazões estimadas de retorno sem perdas, com perdas igual a 10% e perdas igual a 20% entre 2016 e 2040** (conclusão)

Ano	População fixa	População total	Níveis de atendimento	População atendida	Per capita (l/dia)	Consumo (L/dia)	Vazão de retorno (s/perdas)	Vazão de retorno (p=10%)	Vazão de retorno (p=20%)
2026	43.274	73.566	0,86	63.267	200	12.653.318	146	<b>132</b>	117
2027	44.200	75.140	0,87	65.372	200	13.074.360	151	136	121
2028	45.126	76.714	0,88	67.508	200	13.501.699	156	141	125
2029	46.052	78.288	0,89	69.677	200	13.935.335	161	145	129
2030	46.978	79.863	0,9	71.876	200	14.375.268	166	150	<b>133</b>
2031	47.904	81.437	0,9	73.293	200	14.658.624	170	153	136
2032	48.830	83.011	0,9	74.710	200	14.941.980	173	156	138
2033	49.756	84.585	0,9	76.127	200	15.225.336	176	159	141
2034	50.682	86.159	0,9	77.543	200	15.508.692	179	162	144
2035	51.608	87.734	0,9	78.960	200	15.792.048	183	165	146
2036	52.534	89.308	0,9	80.377	200	16.075.404	186	167	149
2037	53.460	90.882	0,9	81.794	200	16.358.760	189	170	151
2038	54.386	92.456	0,9	83.211	200	16.642.116	193	173	154
2039	55.312	94.030	0,9	84.627	200	16.925.472	196	176	157
2040	56.238	95.605	0,9	86.044	200	17.208.828	199	179	159

Fonte: Do autor (2017)

A presente pesquisa ainda servirá de base para outros dois estudos em andamento: uma avaliação comparativa de sistemas de tratamento nas áreas de concessão da Prolagos e Águas de Juturnaíba, e outra sobre análise de confiabilidade de estações de tratamento de esgoto no âmbito do Estado do Rio de Janeiro. Estudos sobre confiabilidade de estações de tratamento já foram realizados no âmbito dos estados de São Paulo e Minas Gerais (OLIVEIRA, 2006; OLIVEIRA; VON SPERLING, 2007; 2008), mas são considerados inéditos para o Estado do Rio de Janeiro. Já foram identificadas até o presente momento 44 estações de tratamento de esgoto no estado, operadas por sete concessionárias diferentes.

## 4 Conclusões

A vazão afluyente esteve em desacordo com o valor de projeto em somente três dos 35 meses de estudo. As concentrações médias mensais de cloretos totais afluentes foram sempre inferiores a 2.000 m/L. Aumentos pontuais da concentração de cloretos podem estar relacionados a períodos de maior elevação dos níveis de maré, pois é uma característica das regiões litorâneas a infiltração da água do mar nas redes coletoras. Todos os parâmetros efluentes estiveram de acordo com a legislação, exceto o nitrogênio e o fósforo totais que estiveram em desacordo com a legislação estadual somente em um mês de pesquisa cada. As eficiências



**Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**

Alexandre Mioth Soares

de remoção da demanda bioquímica de oxigênio e sólidos suspensos totais foram bastante satisfatórias e aumentaram com o decorrer do monitoramento. É possível afirmar que as vazões estimadas não excederiam a vazão de projeto em nenhuma das hipóteses consideradas no trabalho. Este estudo servirá de base para análises de confiabilidade de estações de tratamento de esgoto em municípios do Estado do Rio de Janeiro.

### Referências

AGENERSA. Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro. *Histórico da concessão*. Disponível em: <http://www.agenera.rj.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2014.

AISSE, M. M. *Sistemas Econômicos de Tratamento de Esgotos Sanitários*. Rio de Janeiro: ABES, 2000. 192 p.

ARMAÇÃO DE BÚZIOS. Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios. Dados gerais. Disponível em: [www.buzios.rj.gov.br/documentos/dados-gerais-buzios](http://www.buzios.rj.gov.br/documentos/dados-gerais-buzios). Acesso em: 06 nov. 2010.

BENTO, A. P. *et al.* Caracterização da macrofauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 329-338, 2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011*.

CORDI, L. *et al.* Montagem, partida e operação de um sistema de lodos ativados para o tratamento de efluentes: parâmetros físico-químicos e biológicos. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 1, p. 097-115, 2008.

FEEMA. Fundação de Engenharia do Meio Ambiente. Nota técnica NT-202.R-10: Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. Aprovada pela Deliberação CECA nº 1007, de 04 de dezembro de 1986. *DOERJ*, 12 dez. 1986.

FEEMA. Fundação de Engenharia do Meio Ambiente. Diretriz DZ-215.R-4: Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária. Aprovada pela Deliberação CECA nº 4886, de 25 de setembro de 2007. *DOERJ*, 08 nov. 2007.

FERREIRA, A. P.; CUNHA, C. L. N.; ROQUE, O. C. C. Avaliação da microfauna no efluente final para monitoramento da qualidade ambiental em estações de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados. *Gaia Scientia*, v. 1, n. 2, p. 51-59, 2008.

FIGUEIREDO, I. C. *Avaliação de desempenho do processo CEPT (Chemically Enhanced Primary Treatment) no tratamento primário de esgotos domésticos*. 2009. 125 p. Tese (Doutorado) – COPPE, UFRJ, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados do Brasil*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=destaques&c=3300233>. Acesso em: 23 mar. 2018.

JORDÃO, E. P. *et al.* Controle microbiológico na operação de um sistema de lodos ativados – estudo em escala piloto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Foz do Iguaçu. *Resumos* [...]. Foz do Iguaçu: ABES, 1997. p. 625-636.





**Monitoramento físico-químico de uma estação de tratamento de esgotos por lodos ativados no município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil**

**Alexandre Mioth Soares**

.....

OLIVEIRA, S. M. A. C. *Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgotos*. 2006. 214 p. Tese (Doutorado) – EE, UFMG, 2006.

OLIVEIRA, S. M. A.; VON-SPERLING, M. Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 12, n. 4, p. 389-398, 2007.

OLIVEIRA, S. M. A. C.; VON-SPERLING, M. Reliability analysis of wastewater treatment plants. *Water Research*, v. 42, n. 1, p. 1182-1194, 2008.

PEREIRA, L. F. M. A Gestão participativa no caso do saneamento básico da Região dos Lagos, Rio de Janeiro. *Revista Discente Expressões Geográficas*, Florianópolis, n. 3, p. 10-41, 2007.

RINO, C. A. F.; SAGGIORO, N. J. Alternativas para o tratamento de esgotos do município de Bauru, SP. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. *Anais [...]*. Porto Alegre: ABES, 2000. p. 1-11.

ROCHA, K. M. *et al.* Monitoramento e avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de uma estação de tratamento de efluentes com sistema de lodos ativados em uma agroindústria no meio oeste de Santa Catarina. *Revista de Engenharia Civil IMED*, v. 3, n. 1, p. 25-36, jan./jun. 2016.

SCHLEGEL, A. E.; PAUL, L. R.; JAEGER, E. V. Análise da eficiência do sistema de lodos ativados por meio de microscopia. *Revista Científica do Alto Vale do Itajaí*, v. 4, n. 5, p. 120-124, mar. 2016.

SILVA, M. C. A.; MONTEGGIA, L. O.; CATANEO, I. Avaliação da qualidade microbiológica de efluentes sanitários tratados por sistemas de lodos ativados. *Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 257-266, 2017.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*. Brasília: Ministério das Cidades, SNIS, 2017.

SOARES, J. F. *et al.* Caracterização do floco biológico e da microfauna em sistema de lodos ativados. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36, n. 1, p.1-10, 2014.

SOARES, A. M. *et al.* Avaliação bacteriológica da água associada ao cultivo de mexilhões *Perna perna* da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago*, Campos dos Goytacazes, v. 9, n. 2, p. 45-58, jul./dez. 2015.

ZOBY-JÚNIOR, L. C. *et al.* Avaliação do desempenho das estações de tratamento por lodo ativado no Grande Recife associada com análise de imagens dos microorganismos presentes no lodo ativado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: ABEQ, 2014. p. 1-8.