

**Instituto Federal do Ceará**

**João Batista Reus Lopes**

**REAPROVEITAMENTO DE RETROLAVAGEM DE  
FILTRO DE AREIA E MODIFICAÇÃO DE ETE  
EXISTENTE EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
ÁGUA**

São Paulo, 2018

**João Batista Reus Lopes**

**REAPROVEITAMENTO DE RETROLAVAGEM DE  
FILTRO DE AREIA E MODIFICAÇÃO DE ETE  
EXISTENTE EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE  
ÁGUA**

Trabalho apresentado como requisito para a  
Conclusão do Curso de Especialização em  
Elaboração de Projetos para Gestão Municipal  
de Recursos Hídricos do Instituto Federal do  
Ceará.

**Orientador: Clemilson. N. Paiva**

São Paulo, 2018

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Clemilson Nogueira Paiva  
Instituto Federal do Ceará

---

Prof. Me. Reinaldo Fontes Cavalcante  
Instituto Federal do Ceará

---

Prof. Me. Francisco das Chagas Gomes da Silva Júnior  
Instituto Federal do Ceará

## **DEDICATÓRIA**

A minha família e aos meus pais, com amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Jesus;

Ao professor Clemilson N. Paiva por seu apoio ao meu Projeto.

A minha esposa pela paciência em dividir seu tempo com meus estudos.

# EPÍGRAFE

“As falhas dos homens eternizam-se no bronze. As suas virtudes escrevemos na água”

(William Shakespeare)

## **RESUMO**

**LOPES, João, Batista Reus. REAPROVEITAMENTO DE RETROLAVAGEM DE FILTRO DE AREIA E MODIFICAÇÃO DE ETE EXISTENTE EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso. Especialização em Gestão e Projetos de recursos Hídricos do Instituto Federal do Ceará, 2018.

As Estações de Tratamento de Água abastecem a população com água potável, em condições de saúde, e como qualquer indústria geram resíduos que necessitam ser tratados para estarem de acordo com a ambiental vigente. O gerenciamento de resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água (ETA) é objeto de diversos estudos, e constitui um grande passivo ambiental para as Concessionárias que produzem a água potável. Dentre estes se destaca a água empregada nos processos de limpeza dos filtros que muitas vezes, é lançada indiscriminadamente, contínua causando impacto assoreando o córrego, de maneira permanente prejudicando a comunidade vizinha à jusante da Estação que precisam do manancial para irrigação, pesqueiro, pecuária.

O Projeto de Intervenção nesta Estação de Tratamento de Água consiste em reaproveitamento da água de retrolavagem do filtro de areia, que atualmente é lançada no córrego, o que ocorrerá com a construção de uma caixa com divisão no meio onde haverá a separação do efluente com turbidez maior que 100 NTU daquele com turbidez menor que 100 NTU, água de recirculação, que seguirá para a calha parshall da ETA e modificação da ETE existente com a separação dos efluentes do decantador e do Filtro de areia através de outra caixa também dividida ao meio o que atualmente não ocorre.

Palavras-chave: reuso de água, máquina desaguadora, retrolavagem

## **ABSTRACT**

**LOPES, João, Batista Reus. REAPROVEITMENT OF SAND FILTER RETROLAVAGE AND MODIFICATION OF ETE EXISTING IN WATER TREATMENT STATION**

**Completion of Course Work. Specialization in Management and Projects of Water Resources of the Federal Institute of Ceará, 2018.**

Water Treatment Plants supply the population with safe drinking water, and in the same way as any industry generates waste that needs to be treated in order to be in compliance with the current environment. The management of waste generated at Water Treatment Stations (ETAS) is the subject of several studies, and constitutes a major environmental liability for the Concessionaires producing potable water. Among these, the water used in the filter cleaning processes, which is often launched indiscriminately, is continually impacted by clogging the stream, permanently damaging the neighboring community downstream of the Station that needs the source for irrigation, fishing and livestock.

The Intervention Project at this Water Treatment Station consists of reuse of the backwash water from the sand filter, which is currently launched in the stream, which will occur with the construction of a box with division in the middle where there will be separation of the turbid effluent greater than 100 NTU of that with a turbidity of less than 100 NTU, recirculation water, which will proceed to the ETA parshall channel and modification of the existing ETE by separating the effluent from the decanter and the Sand Filter through another box also divided in half which currently does not occur.

**Keywords:** water reuse, sewage machine, backwashing



# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. APRESENTAÇÃO	10
1.2. Identificação do Problema	13
1.3. Justificativa	18
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivos Gerais	20
1.4.2. Objetivos Específicos deste Projeto	20
2. METODOLOGIA	21
2.1. Descrição do Processo Reaproveitamento das Retrolavagens de Filtros de Areia	22
2.2. Proposição de Modificação da Estação de Tratamento da Estação de Tratamento de Água	23
3. AÇÕES DE INTERVENÇÃO	26
4. RESULTADOS	28
4.1. Viabilidade Técnica e Financeira	28
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXO	33-38

# . INTRODUÇÃO

## 1.1. APRESENTAÇÃO

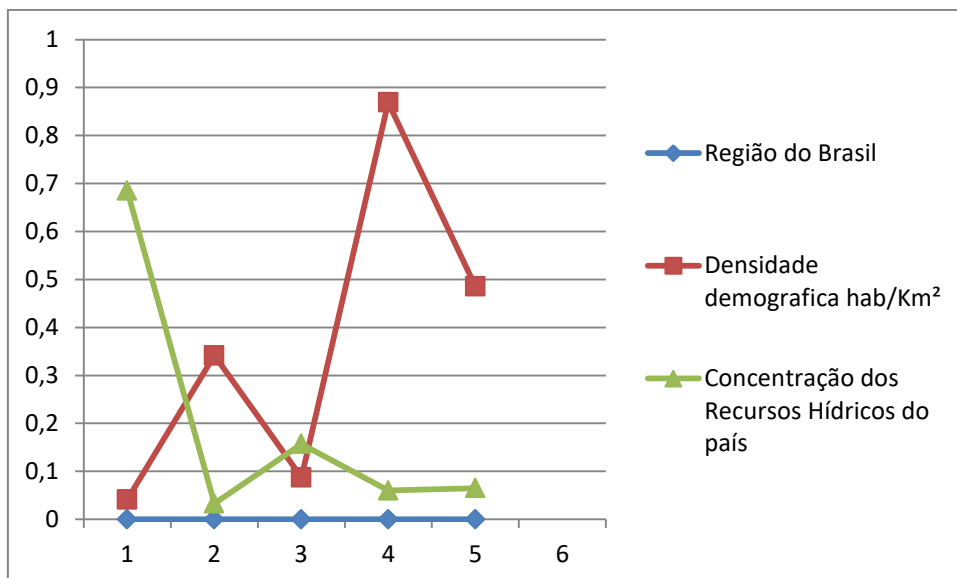
Segundo (EUNICE e MASSA, 2014) A maior parte da terra é composta por água, desta substância composta por dois átomos de Hidrogênio e um átomo de oxigênio, somente 0,6% da água que esta nos lagos, rios e subsolo ou lençol freático, pode ser aproveitável pelo ser humano para atender suas necessidades quanto ao abastecimento doméstico: no banho, beber, lavar roupa, necessidades fisiológicas, irrigar as plantações, em energia para o transporte em massa como metrô, trem, em hidrelétrica para geração de energia elétrica, que é a principal matriz energética, lazer, pesca etc.

A água dos oceanos constitui 97,2% do total, mas não serve para consumo humano devido ao excesso de sal, Cloreto de Sódio (NaCl) e pode ser tratada por tecnologias como osmose reversa, ultrafiltração que são dispendiosas para o brasileiro, porém em escassez prolongada pode-se recorrer a mesma, ou desenvolver o processo de dessalinificação em lugares em que há seca prolongada, secos e aos poucos com subsídio do governo tornando-a comum na casa dos brasileiros, pelo menos para a pecuária e irrigação onde o povo é obrigado a ver tudo perecer devido a falta deste recurso tão vital, que é a água.

Á água da geleira e calotas polares correspondem a aproximadamente 2,11%, mas não podem ser usadas pelo homem, pois estão no estado sólido formando os icebergs e ao serem expostos ao sol quando deslocados derretem. Segundo (caderno dos alunos do 2º ano da Secretaria de educação de SP).

### Distribuição da água no Brasil

Região do Brasil	Densidade demográfica Hab/Km <sup>2</sup>	Concentração dos Recursos Hídricos do Brasil
Norte	4,12	68,50%
Nordeste	34,15	3,30%
Centro Oeste	8,75	15,70%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,50%



**Norte - 1 Nordeste- 2Centro Oeste- 3Sudeste- 4Sul - 5**

**Fonte:IBGE/Agência Nacional das Águas (2010)**

Com a ocupação irregular por manchas de população nas áreas de proteção permanente, e com a maior contaminação e poluição é cada vez mais rara a possibilidade de tratamento dos córregos e rios que ficam de passagem carregados de dejetos e outros contaminantes patogênicos ou não que tornam quase impossível o uso direto da água destes em represas ou mananciais para abastecimento da população.

Segundo (CROOK, 1993) O reuso planejado de águas residuárias é um conceito já praticado há muitos anos em todo o mundo e que no Brasil se intensificou com a lei 9433 de 1997 que institui a cobrança da água, na captação do manancial em questão.

Aqui em São Paulo o Artigo-19A também acelerou o reuso principalmente das indústrias que passaram a pagar pelo efluente que era descartado no córrego. Antes do advento do artigo 19 A, lançamento dos despejos industriais em órgão público, as empresas do Estado de São Paulo descartavam seus efluentes previamente tratados no córrego de acordo com o artigo 18, mas para atender o artigo 19A a concessionária da água SABESP, colocou próximo ao ponto de lançamento uma tubulação tronco cujo destino é a Estação de Tratamento de Esgoto mais próxima, com isso para continuar sua produção o empresário se viu obrigado legalmente a lançar seus dejetos industrial e doméstico na rede pública e isto encareceu o tratamento de efluente na empresa . Algumas maneiras de reaproveitar a água

são: a água da chuva e o reuso direto ou indireto. Atualmente já é consumida a água do reuso indireto dos rios inservíveis que desaguam em outros rios em outras cidades e acabam misturando com a água dos mananciais sendo captados para abastecimento após tratamento (LAVRADOR FILHO, 1987)

Segundo MIERZWA e HESPANHOL (2005), o reuso da água corresponde ao uso de efluentes tratados ou não para fins benéficos, tais como: irrigação, uso industrial, fins urbanos potáveis, e uso interno de Estações de Tratamento de Água.

Quanto mais poluído mais caro o tratamento e mais difícil o consumo pela população que é extremamente pobre. Hoje há o reuso Industrial, que desse modo evitam grandes volumes de despejo a concessionária e devido ao artigo 19 A os recebem e cobram para dar um tratamento adicional a esse lançamento, no córrego, de acordo com o artigo 18.

Outra forma de reuso é o efluente da Estação de Tratamento de Esgoto que tem como produto principal a água de reuso que é vendida para lavar calçadas, ruas, e mesmo em processos industriais.

A economia de água se faz também presente com o aproveitamento de água da chuva em escolas, garagens de ônibus ou mesmo armazenamento em cisternas para consumo humano e da pecuária, etc.

De acordo com YOSHIMOTO e SILVA (2005), o vaso sanitário um dos equipamentos de maior consumo de água potável, correspondendo a 30,9% do consumo de um estabelecimento e o mesmo poderá usar a água de reuso dos filtros de areia da ETA na descarga economizando água potável que poderá ser destinada a população.

Finalmente o reaproveitamento de retrolavagens de filtros de areia de Estações de Tratamento de água e de Estações de Tratamento de Efluente implantadas nestas com a finalidade principal de manter o lançamento efluente no córrego de acordo com a legislação do Artigo 18 da resolução CONAMA, sendo o principal requisito para manter a Estação dentro da lei e ter a sua licença de operação renovada, junto ao órgão ambiental, além de minimizar as perdas de água para diminuir os custos de produção com a consequente redução de produtos químicos, e mais água a disposição da população.

O efluente dos filtros de areia da Estação de Tratamento de Água apresenta um alto potencial poluidor devido a presença de impurezas removidas da água bruta, e esta perda

representa aproximadamente 5% da água produzida e no verão se torna imprescindível devido ao aumento do consumo com a represa sempre com nível baixo e risco de escassez e rodízio o que gera extremo sofrimento a população.

No Brasil, segundo PARSEKIAN (1998) existem cerca de 7500 unidades de Tratamento de água, e em sua maioria lançam os seus resíduos diretamente no córrego sem a preocupação com qualquer tratamento prévio, para mudar esta situação temos:

- A Lei Federal nº 9605 de 1998, Lei de crimes ambientais proibi esta forma de descarte irregular, aplicando sanções penais a toda cadeia organizacional da Empresa poluidora;
- A Lei 9433, de 05 de janeiro de 1997- Política Nacional de Recursos Hídricos;
- A Lei 9433 de 08 de dezembro de 1997 que versa sobre os resíduos gerados em ETAS: limpezas ou descargas dos decantadores e lavagem dos filtros (lodo); que durante uma escassez pode ser reaproveitado por se constituir em aproximadamente 99% de água e 1% de sólidos.

O efluente dos filtros é a segunda maior quantidade de resíduo produzido em uma ETA convencional segundo FONTANA (2004).

## **1.2. Identificação do Problema**

O problema em questão é a necessidade de implantar em uma Estação de Tratamento de Água uma Estação de Tratamento de Efluente, e recuperação das águas retrolavagem dos filtros de areia das Estações, com o fim de reuso, porém não deve exceder os 5% da Vazão da ETA devido à possibilidade de ter alumínio em excesso na Estação de Tratamento de água e exceder o parâmetro do alumínio na água potável.

Vamos estimar a vazão das Estações de Tratamento do nosso Projeto de reuso em 500 Litros/segundo e a vazão a água recuperada em 5% ou 25 litros/segundos ou 2160000 Litros/dia o suficiente para atender 14400 Habitantes/ dia, considerando que cada pessoa deve ter 100 l/dia a sua disposição, conforme recomendação da ONU, segundo (caderno do 2º ano Secretaria de educação de SP), aqui 150 Litros/dia, por cada pessoa se for implantado uma economia de 5% da população atendida com água potável.

Citando LAVRADOR FILHO (1987) “Reuso de água é o aproveitamento de água previamente utilizadas uma ou mais vezes, em alguma atividade humana para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original”.

São feitas retrolavagens nos filtros de areia da ETA para evitar que fiquem com seus leitos de areia e carvão colmatados, entupidos, este efluente pode e deve ser reusado mediante tratamento específico e o excesso ao córrego de acordo com o artigo 18, com todos os seus parâmetros obedecidos.

Um problema que surge no reaproveitamento da retrolavagem dos filtros é a possibilidade de haver uma maior concentração de protozoários na água de reuso que são recirculados e voltam para o tratamento de água, para evitar que isto aconteça, precisamos remover o máximo a matéria orgânica e inorgânica presente nesta água ou diminuir a sua turbidez, que é fundamental para obter uma boa desinfecção, já que os microorganismos utilizam as partículas suspensas como proteção contra desinfetantes, efeito também conhecido como efeito escudo (BERNARDO E PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010)

De acordo com VIANA et al (2013), uma menor turbidez significa uma remoção maior também de protozoários, lembrando que protozoários como a Giardia e Cryptosporidium causam diarreia e matam. A portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011(Federal) em seu artigo 31 diz que Os sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal da bactéria *Escherichia coli* no(s) ponto(s) de captação de água, no inciso 1º diz que quando for identificada média geométrica maior ou igual a 1000 *Escherichia coli*/100 mL deve-se realizar monitoramento de oocistos de Giardia spp. e de Cryptosporidium spp. no(s) pontos de captação de água, no inciso 2º do artigo 31 diz que quando a média aritmética da concentração de Cryptosporidium spp for maior ou igual a 3,0 oocistos/L no(s) ponto(s) de captação da água, recomenda-se a obtenção de efluente em filtração rápida com valor de turbidez menor ou igual a 0,3 NTU em 95% ( noventa e cinco por cento) das amostras mensais ou uso de processo de desinfecção que comprovadamente alcance a mesma eficiência de remoção de oocistos de Cryptosporidium spp. no inciso 3º: entre os 5%(cinco por cento) das amostras que podem apresentar valores superiores ao valor máximo permitido: 0,5 NTU ou 0,5 micra estabelecido nesta portaria no inciso 2º do artigo 30 desta portaria, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser menor ou igual a 1,0 NTU, ou 0,4 micra para filtração rápida e menor ou igual a 2,0 NTU ou 0,8 micra para filtração lento.

Este projeto contempla um decantador e filtro adicional, para evitar e proteger do grave risco de recirculação de microorganismos citados no reuso do efluente para a Estação de Tratamento de água.

A água recirculada deve sofrer um tratamento adicional como: decantação, filtração em filtro biológico ou de areia e também ter retrolavagem com água potável para remoção de tais impurezas evitando assim que o reuso acabe por prejudicar o tratamento da água.

Para o reuso da água precisamos retirar o lodo proveniente dos filtros e decantadores, para isto acontecer usamos polímero a base de poliacriloamida cujo monômero é a acrilamida para desaguamento, ele tem a função de capturar o sólido do lodo em Máquina desaguadora de lodo ou leitos de secagem ou filtros prensa com padrão residual de poliacrilamida 25 ug/litro na água potável, logo, este polímero não pode ficar em excesso e uma das formas de evitá-lo é mantê-lo no lodo descartado em aterro sanitário.

Embora não seja objeto de estudo pode-se pensar em usar o lodo da Estação de Tratamento de Água em cerâmica, como blocos ou tijolos, substituir o coagulante e ter novas alternativas de disposição do lodo.

Entre outros problemas que se apresentam, temos que a vazão de reuso não pode ser superior aos 5% da água para tratamento em ETA devido a possibilidade de exceder o teor de alumínio, na água potável, 0,2 Mg/L.

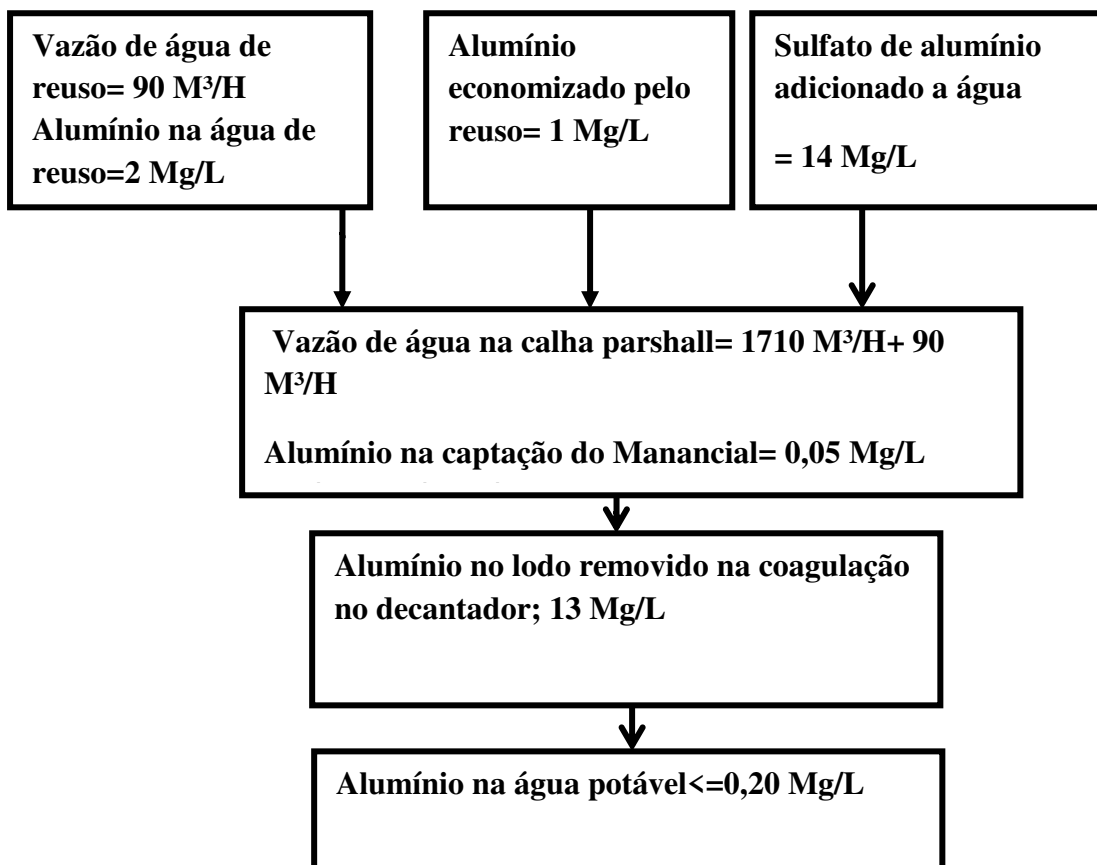
Às vezes a máquina desaguadora de lodo por motivo de manutenção não funciona e água de reuso que possa retornar a Estação fica carregada de sólidos que seriam removidos e por isso a Estação de Tratamento de Efluente a ser implementada deixará o efluente ser descartado no córrego regularmente o que não ocorre na atualidade.

Segundo dados retirados do Estudo do Reaproveitamento da água de retrolavagem de Filtro de Areia em ETA, 2012 de (OLIVEIRA e JOVÂNIA), pg. 6. Temos que:

- a) O teor de alumínio na captação do manancial: 0,05 Mg/L
- b) Alumínio adicionado na forma de Sulfato de Alumínio: 15 Mg /L
- c) Remoção do alumínio na forma de Hidróxido de Alumínio por coagulação, precipitado no decantador e removido no lodo: 13 Mg/L
- d) Alumínio residual na água de reuso para calha parshall; 2 Mg/L
- e) Alumínio reduzido devido ao reuso: 1Mg/L

- f) Água sujeita a análise para alumínio, manganês e ferro, entre outros parâmetros de acordo com a portaria 2914 de 2011.

### Balço de Alumínio na estação de tratamento de Água



Fonte: próprio autor

Outros problemas:

Excesso de Polímero no efluente lançado no córrego ou possivelmente na água potável; lançamento sempre condicionado a termo de conduta, e funcionando a título precário; qualidade da água bruta; característica da coagulação: tipo e dosagem do coagulante/alcalinizante ou acidificante; maneira de limpeza dos decantadores; técnica e lavagem dos Filtros; nível de domínio do processo de tratamento dos operadores; desperdício sempre e principalmente em época de escassez; aumento do custo que precisa ser repassado



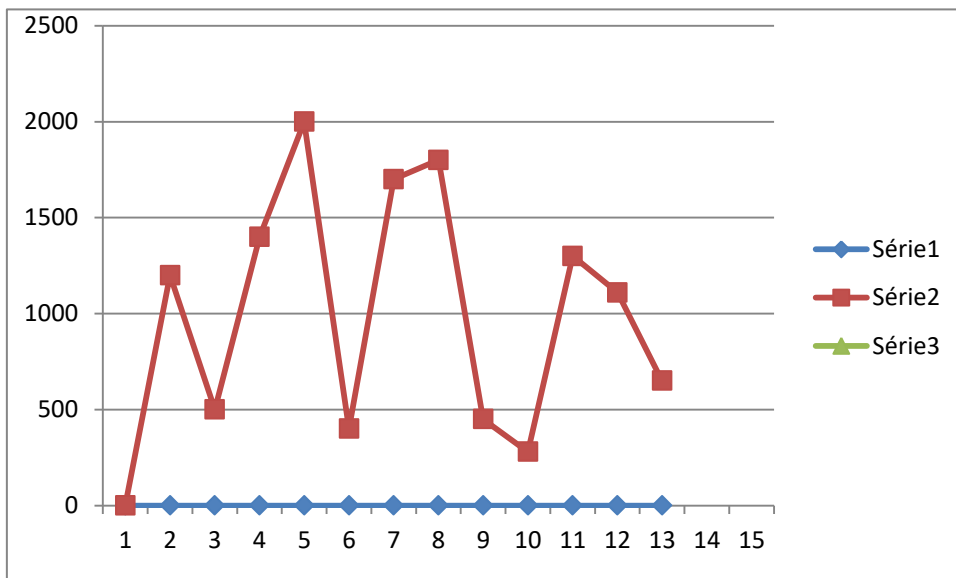
ao consumidor que já paga a água e o esgoto sanitário; descarte de qualquer maneira do efluente por ter valor agregado como o do reuso; e possibilidade de concentração de bactérias e protozoários de protozoários devido à recirculação da água do efluente que ficará sujeito a monitoramento constante desses microorganismos neste reuso.

**Tabela de Análise de *Scherichia coli*/100 mL mensal**

Meses	<i>Scherichia Coli</i> /100 mL
Janeiro	600
Fevereiro	200
Março	400
Abril	900
Maiο	100
Junho	1000
Julho	50
Agosto	350
Setembro	850
Outubro	130
Novembro	270
Dezembro	80

Média geométrica anual de *Scherichia coli*/100 ml, maior que 1000

Fonte: próprio autor



## Gráfico da Análise de *Scherichia coli*/100 ml

**Fonte: próprio autor**

No caso acima quando a média geométrica da contagem anual de *Scherichia coli*/100 mL de água do ponto de captação de maior que 1000 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) há necessidade de monitoramento dos protozoários Giardia e Crysptopordium

### 1.3. Justificativa

Devido à escassez de água que assola o Estado de São Paulo se faz necessário toda economia de água e o reuso é uma delas desde que atenda como sempre a portaria 2914, isto é sem prejuízo da qualidade.

Hoje diferentemente do passado em que se propagava que o Brasil tinha infinitos mananciais se busca de todas as formas de abastecer com água à população com a preocupação que a qualquer momento faltará este insumo natural, e isso se justifica em todas as formas de controle de água sendo que o reuso, é uma delas, além disto, diminui as perdas de água que chega a 5% do volume produzido na Estação de Tratamento de água e reduz o custo do tratamento e principalmente a Estação descartará seu efluente para o córrego com a sua situação ambiental regularizada.

Atualmente se busca de todas às formas diminuir os custos de produção e com a água não é diferente, principalmente nos momento de crise hídrica em que há risco de desabastecimento e rodízio no consumo, existe o risco da população se revoltar com a falta de água e com certeza, fará de tudo para que o abastecimento de água potável se normalize.

Nos anos anteriores o governo de São Paulo pensou em captar água do mar para ser tratada e abastecer a população devido à falta de água que era grave, o desespero já tomava conta de muita gente do Estado de São Paulo.

A água do mar tem aproximadamente 5% de sal e não pode ser bebida, porque o sal de cozinha cloreto de sódio se concentra no sangue e o coagula, além de dar diarreia, o teor de sal no sangue é 0,9% e ao ser concentrado leva a morte, segundo “LOPES, ARTUR, em Mundo Estranho”. O custo do tratamento desta água salgada ainda é proibitivo para a maioria

da população brasileira que ganha cerca de um salário mínimo por mês e teria que gastar todo o seu dinheiro com a água.

Com o projeto de reuso em questão poderemos usar 15% da água recuperada na própria Estação de Tratamento de Água: em situações como: lavagem do solo, e em descarga de banheiro.

A economia de recursos financeiros advindos da recuperação de água poderá ser usada em favor da população mais necessitada, que poderá ser contemplada com tarifa social, com a finalidade de regularização de suas residências, uma parceria entre a Concessionária da água, Prefeitura, Estado e Justiça dando, dignidade a quem não tem.

As Empresas de Tratamento de Água que poluem ou descartam seus efluentes de maneira irregular no córrego trabalham sempre com o risco de serem multadas ou interditadas pelo órgão ambiental e estão sujeitas a ajustes de condutas e muitas vezes acreditam que sempre ficarão fora do alcance da lei de crimes ambientais e por vezes pensam que por se tratar do abastecimento da população protelam invariavelmente a normalização ambiental de suas Estações de Tratamento de Água.

O despejo de efluente do filtro causa assoreamento do solo, desviando corrente de água do seu curso natural prejudicando as comunidades próximas a Estação, que ficam sem este recurso natural para atividades como: irrigação, pesca, entre outras, devido ao seu impacto por alto volume de sólidos inseridos no descarte, além da poluição que muda a classe deste insumo que não pode ser usado tornando-se inservível, por isso a responsabilidade que cada qual tem para evitar tal contaminação da água.

Á água da represa, das nascentes ou das serras despoluídas virgens, se juntam muitas vezes com o descarte irregular da Estação de Tratamento de Água cujo poluente líquido contamina toda esta corrente.

---

**Água do córrego sem assoreamento**

---

---

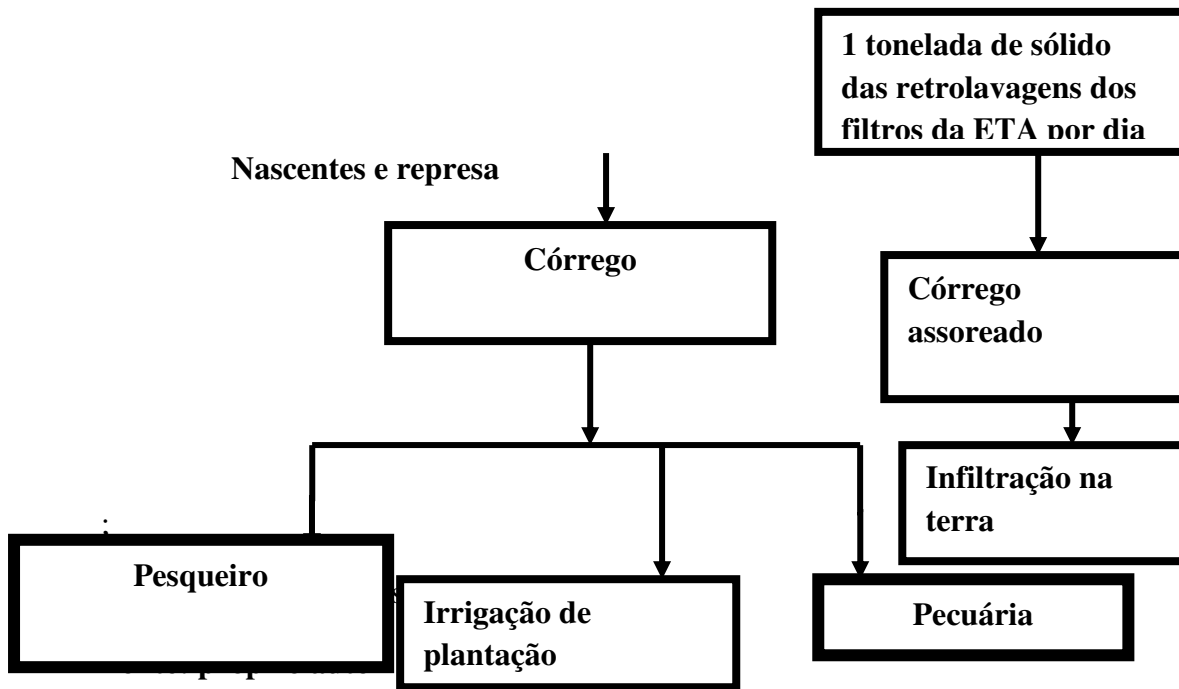
**Água do córrego assoreado por sedimento de decantador e filtro de areia de ETA**

---

Legenda: Cor Marrom – Sedimento Azul: água

Fonte: Próprio autor

### Fluxograma simplificado do assoreamento pela lavagem de filtro



O assoreamento do córrego provoca falta de água para as atividades a jusante do córrego;

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivos Gerais

- Desenvolver e avaliar o desempenho de um Sistema de reuso de água de lavagem de filtro e modificação de um sistema de tratamento de efluente de ETA já existente.

- Reduzir as perdas físicas de água da ETA através do reaproveitamento da água de retrolavagem dos filtros utilizando um tanque com volume de 100000 litros e um sistema de elevatória com bomba numa vazão de cerca de 5% do volume da água bruta.

### 1.4.2. Objetivos Específicos deste Projeto

- a) Economizar água potável da ETA;
- b) Evitar o desperdício de água e perdas;
- c) Minimizar o custo de produção da água potável;
- d) Acabar com os descartes inapropriados da retrolavagens dos filtros de areia e efluentes em desacordo com a legislação ambiental

## 2. METODOLOGIA

O Trabalho de Conclusão de Curso em questão se refere ao aproveitamento de água de filtro de areia em uma ETA e modificação da estação de tratamento de Efluente de outra Estação de Tratamento de Água. Uma das finalidades é contribuir para que Estações de Tratamento de Água funcione com a sua Licença e ou Renovação da Licença ao ter o mesmo implantado o que possibilitará lançar no córrego o excesso de efluente de acordo com o artigo 18 eliminando o descarte irregular dos efluentes gerados nas Estações de Tratamento de Água, além de minimizar o custo do Tratamento evitando assim reajuste da tarifa e tendo a disposição da população mais água para o consumo.

É bom observar que a Estação de Tratamento de Água está trabalhando a título precário, sob o pretexto de que a despeito das irregularidades não pode ser fechada devido seu produto ser um bem para a comunidade que não pode prescindir do mesmo.

O tempo de filtragem é de aproximadamente 30 minutos, sendo que a água de retrolavagem sai por 10 minutos de cor marrom e turbidez acima de 100 NTU que deve ser reservada em um decantador para posterior reuso da parte clarificada.

Segundo dados retirados do Estudo do Reaproveitamento da Água de lavagem de Filtro de Areia em ETA, 2012 de (Oliveira e Jovânia, pg. 6) a água de lavagem de filtro de areia pode ter a seguinte característica: 2,0 Mg/L de alumínio, 0,8 Mg/L ferro e 0,18 Mg/L de manganês, para evitar o excesso de coagulante sulfato de alumínio utiliza-se aproximadamente 5 % do volume de água bruta, com a finalidade de manter o padrão da portaria 2914 que é 0,2 Mg/L e alumínio, 0,3 Mg/L de ferro e 0,1 Mg/L de manganês, os parâmetros citados estão acima da resolução CONAMA 357/2005 e 430/2011 e este estudo pretende atender os parâmetros físico-químico e microbiológico estabelecido nestas resoluções.

## 2.1. Descrição do Processo Reaproveitamento das Retrolavagens de Filtros de Areia.

O efluente da retrolavagem do Filtro de areia escoaria por gravidade da canaleta -1 por um tubo coletor até duas caixas onde ocorreria separação por meio de uma válvula solenóide com abertura para turbidez alta, acima de 20 NTU abaixo iria para outra caixa para separar este efluente do filtro.

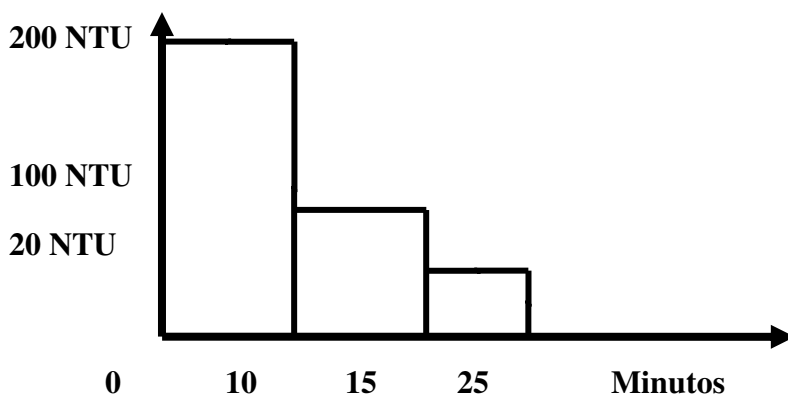
Na primeira caixa 4 de água mais turva, colocaríamos o efluente com excesso de polímero da Máquina Desaguadora o que formaria flocos e após certo tempo o overflow da água seria enviado para a segunda caixa por bomba, onde misturaria com a água mais limpa do Filtro com menor turbidez abaixo de 20 NTU, caixa 3. Desta caixa a água escoaria por bomba cerca de 20 M<sup>3</sup>/hora equivalente a 5% da vazão da água bruta passaria por um decantador e filtro de areia adicional e após, escoaria na calha parshall, este tratamento adicional evitará possível contaminação físico-química e microbiológica da ETA com o máximo de remoção de turbidez da água próximo a 0,5 NTU, durante a operação de Limpeza dos Filtros usamos água em contracorrente e isso é feito a cada 3 horas. Quando dessa operação observamos que havia variação da cor e turbidez da água e por isso fizemos uma tabela e um gráfico abaixo

**Tabela de Turbidez versus tempo em Min. durante a Retrolavagem de Filtro na ETA.**

<b>Turbidez</b>	<b>Tempo Minutos</b>
<b>200 NTU</b>	<b>10 MIN.</b>
<b>100 NTU</b>	<b>15 MIN.</b>
<b>20 NTU</b>	<b>25 Min.</b>

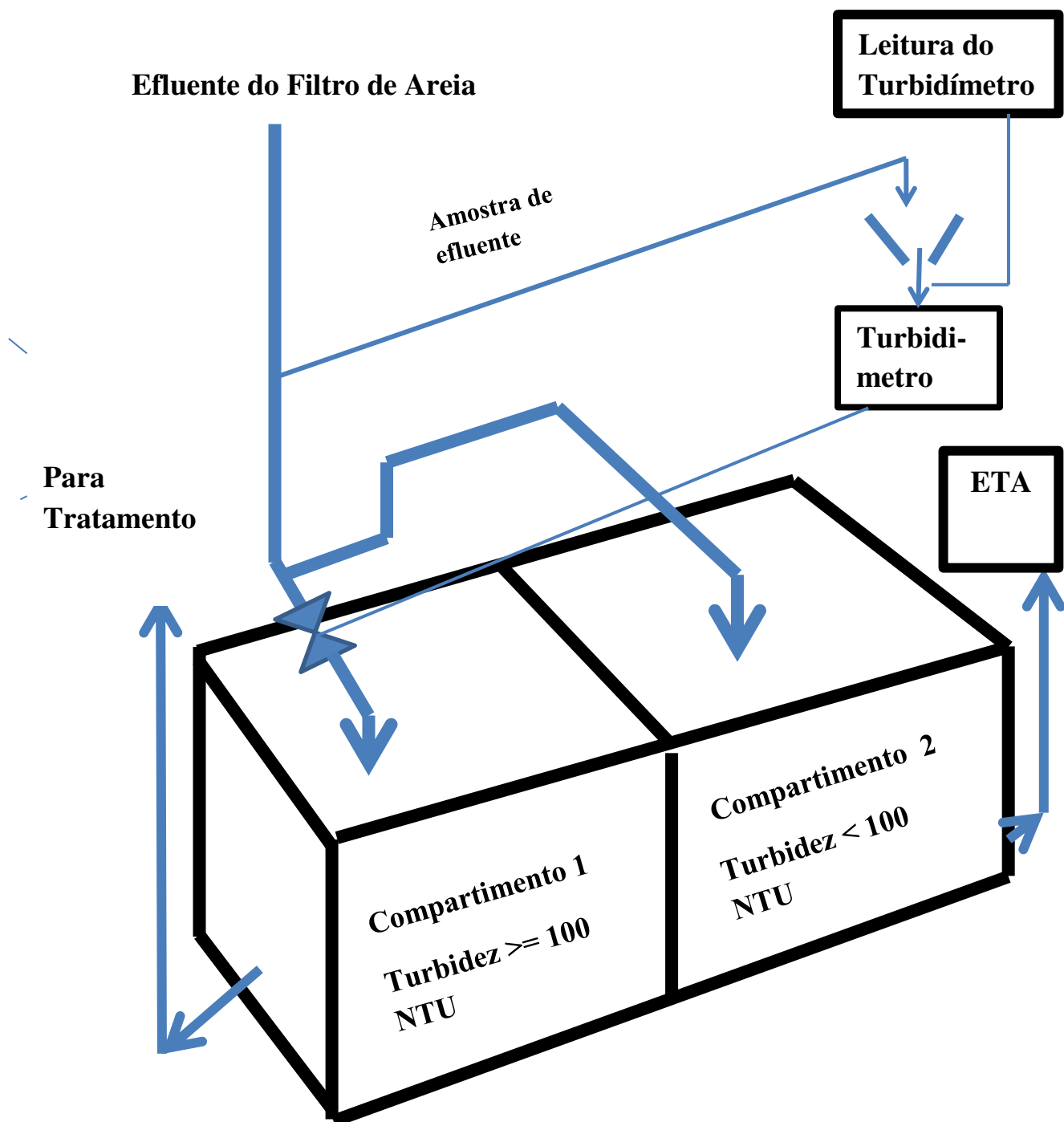
Fonte: próprio autor

No Gráfico acima temos: Turbidez x Tempo de Retrolavagem do Filtro da ETA



Fonte: próprio autor

## Reaproveitamento da Água de Lavagem do Filtro de Areia



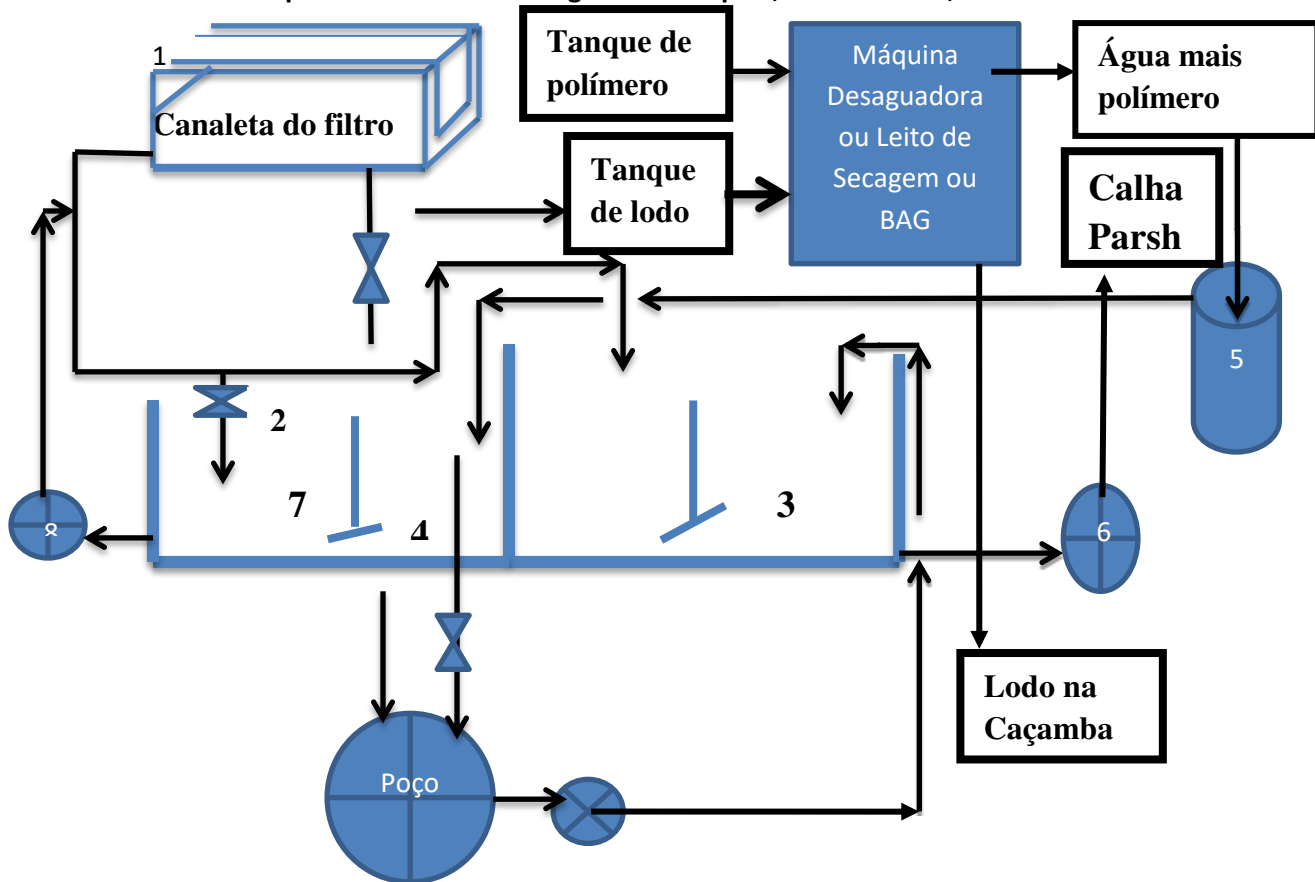
Turbidez no Turbidímetro  $\geq 100$  NTU – a válvula está aberta e o efluente do Filtro de areia cai no compartimento 1 da caixa acima e daí para o tratamento de lodo.

Turbidez com turbidez  $< 100$  NTU – a válvula está fechada e o efluente do Filtro cai no compartimento 2 da caixa e daí para a calha para a Estação de Tratamento de água

## Fluxograma de Processo de Recuperação de Água de Retrolavagem de Filtro de Areia

### LEGENDA:

- 1- Canaleta do Filtro de areia 4- Caixa de água suja 7-Agitador 5-Tanque de água com excesso de polímero 3-caixa com água mais limpa 6,8 são bombas, 2-Válvula solenoide



Fonte: próprio autor

### 2.2. Proposição de Modificação da Estação de Tratamento da Estação de Tratamento de Água - 2

A Estação de Efluente em questão, tem seus descartes dos filtros e dos decantadores juntos o que dilui o lodo dificultando assim o seu desaguamento e reaproveitamento para fim de reuso

Não existe atualmente a separação na piscina, nem a caixa de recebimento de reuso e nem a caixa de entrada de efluente do filtro de areia.



Propomos separar os efluentes dos filtros de areia e do decantador conforme fluxograma acima em uma caixa subterrânea com capacidade de 100000 litros com metade do volume para cada compartimento escoando por bomba o efluente dos filtros para uma caixa, sendo que o lodo do fundo retorna para a parte da piscina com efluente do decantador e o clarificado do efluente do filtro vai por gravidade a uma caixa e desta junto com clarificado do adensador ou decantador de lodo para tratamento adicional, como água de reuso o lodo do adensador ou decantador escoar ao leito de secagem, Bag de lodo, Máquina desaguadora com polímero para desaguamento.

O clarificado do Adensador ou água de reuso com possível polímero residual ao se juntar com o clarificado dos filtros escoar a um decantador onde este polímero migra para os sólidos capturando-os destas águas,

As águas clarificadas do adensador e do filtro de areia escoarão a um filtro de areia adicional para remoção final da turbidez da água de reuso voltando assim para a Estação de Tratamento de Água, todo o reuso deve ser feito com segurança sem risco adicional a Estação de Tratamento de Água (ETA).

O excesso de polímero do reuso auxiliará na decantação adicional de matéria orgânica e inorgânica presente nesta água e assim todo o polímero residual não retornará a ETA mantendo a qualidade da água.

Ao separar os efluentes dos filtros de areia e decantadores evitaremos a sua diluição, já que o teor de sólidos dos efluentes é aproximadamente 0,3% e dos decantadores de 1,6%, e geralmente as máquinas desaguadoras de lodo operam com um teor de sólidos na entrada de 3% e o reaproveitamento do efluente dos filtros separado dos decantadores minimizaremos o volume a ser tratado na Estação de Tratamento de Efluente isto possibilitará o descarte do excesso corretamente no córrego uma vez que não poderá ser descartado na rede de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário ou doméstico, a chamada ETE.

Vamos adquirir um turbidímetro que medirá a turbidez do efluente, fazendo uma relação com o teor de sólidos do mesmo que deverá ser em torno de 3% na entrada da máquina desaguadora de lodo.

Se o teor de sólidos tiver menor que 3% diminuiremos a vazão de lodo no Adensador para aumentar o tempo de detenção no mesmo, concentrando-o mais dessa maneira, se o teor de sólidos no lodo tiver mais de 3% o lodo será diluído para manter a máquina desaguadora

sempre com o teor médio de sólidos 3% o que permitirá que ela trabalhe corretamente sem excesso de polímero que é usado para capturar o sólido do lodo e a mais prejudica a qualidade da água e o meio filtrante do filtro entupindo-o.

O controle do teor de sólidos no efluente que atende a máquina desaguadora ou leito de secagem ou Bag será monitorado por uma balança determinadora de umidade.

Todos os dias serão analisados o teor de sólidos e com real controle das condições operação da maquina desaguadora de lodo para ter o seu ponto ótimo, agindo desse modo o lodo não ficará aguado e nem muito concentrado.

Com o teor de sólidos controlado teremos uma maior eficiência na adição de polímero para formação de flocos para o correto desaguamento do lodo.

O lodo da Máquina desaguadora terá aproximadamente 22% de sólidos e poderá ser colocado por gravidade em leito de secagem com cobertura retrátil, pois com a radiação solar secará e ficará ao abrigo da chuva e possivelmente atingirá 80% de teor de sólidos, ao invés de dispormos em aterro sanitário 10 caçambas a um preço de 20000 Reais cada, levaremos 2 caçambas de lodo com 20% de umidade a um preço de 4000 Reais com cerca de 80% de economia para a empresa.

Outra ferramenta usada para conter os sólidos do lodo são os BAGS que são de:

Membrana geotérmica com poros que podem condicionar 20000 Kg de lodo com aproximado 18% de sólidos que por disposição ao sol se transforma em pó .Outra possibilidade tratar o lodo seria mudar o coagulante para cloreto de ferro no lugar do sulfato de alumínio que não pode ser destinado para a agricultura por causar o mal de Alzheimer, que é uma doença degenerativa da memória.

### **Concentração de lodo, no Decantador e Retrolavagem de Filtro de Areia e Máquina Desaguadora**

<b>Teor de sólidos no Filtro de areia</b>	<b>Teor de sólidos no Decantador</b>	<b>Teor de sólidos na Entrada da Máq. Desaguadora</b>	<b>Teor de sólidos na Saída da Máq. Desaguadora</b>
<b>0,4%</b>	<b>1,3%</b>	<b>3%</b>	<b>22%</b>

**Fonte: próprio autor**

Nem todas as empresas são obrigadas por lei a aderirem ao Art. 19 A, já que muitas delas não tem um coletor próximo da descarga do efluente e continuarão a lançar seus dejetos industriais no córrego, o problema que as distintas indústrias ou mesmo as estações de tratamento de água ou de esgoto é que burlam a legislação e trabalham sempre irregulares.

O lançamento de água de retrolavagem dos filtros de areia ou mesmo o descarte dos decantadores exigem que se tenham tanques de armazenamento deste lançamento para que ao longo do tempo sejam descartados a uma mesma vazão e não em batelada, isto é só quando são lavados. O lançamento descontínuo causa um grande impacto ambiental, trazendo risco para todo o entorno da empresa.

De acordo com a resolução CONAMA 357, o descarte de efluente líquido deve ter vazão máxima 1,5 vezes a média lançada ao córrego, hoje o lançamento da retrolavagem é descartado no córrego sem nenhum tratamento adicional e com isso todo o solo está assoreado e sumiu o pequeno córrego que tinha antes do advento da Estação de Tratamento de Água.

Com a modificação da ETE (Estação de Tratamento de Efluente) na Estação de Tratamento de água poderemos adequar tais lançamentos que ficarão ao abrigo da legislação vigente sem preocupação com a ilegalidade e com termos de ajuste de conduta com a justiça que têm que serem cumpridos. A ETE possibilitará vislumbrar o reuso do efluente da Estação de Tratamento de Água.

### **3. AÇÕES DE INTERVENÇÃO**

Vai ser necessário ocupar uma área física próxima a ETA para construir uma caixa de 100 metros quadrados com duas partes cada qual com 100 M<sup>2</sup>, com volume total 100 M<sup>3</sup> para reservar tal efluente e tratá-lo em seguida por bomba retornando-o aos poucos para a Estação de Tratamento de Água.

Separar o efluente misturado, do decantador e filtro, para aproveitamento, em um primeiro momento do efluente do filtro de areia do decantador e lançá-lo aos poucos na Estação de Tratamento de Água, comprar peças como: válvula solenóide e turbidímetro para monitorar a turbidez da água de retrolavagem dos filtros e as mudanças na cor da água com turbidez maior para a parte da caixa com volume de 50 M<sup>3</sup> com turbidez 100 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) mais suja, da outra parte da caixa onde a água mais limpa com 20 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) de turbidez que , após passar por tratamento

adicional em um decantador e filtro de areia, deixando a turbidez residual de cerca de 0,5 NTU, será reusada novamente na ETA.

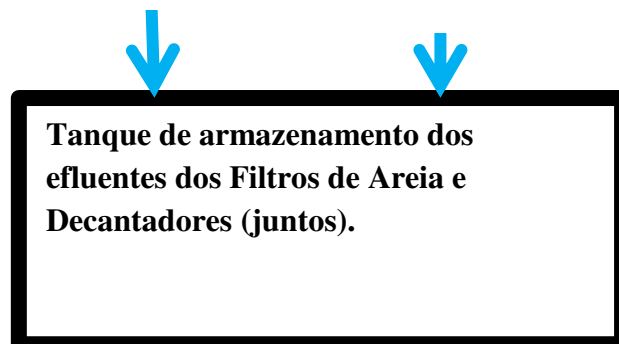
A água com maior turbidez se misturará com o efluente do decantador para que o lodo seja desaguado e removido para aterro em caçambas. O excesso de efluente será descartado de forma contínua de acordo com a legislação vigente no Estado de São Paulo, artigo 18 e resoluções 357/2007 e 430/2001 do CONAMA.

### **Como é atualmente a Estação de Tratamento de Efluente da Estação de tratamento de Água?**

Atualmente os Descartes dos filtros de areia e decantadores entram juntos em um mesmo tanque misturando as duas correntes de efluente da Estação de Tratamento de Água na Estação de Tratamento de Efluente da ETA.

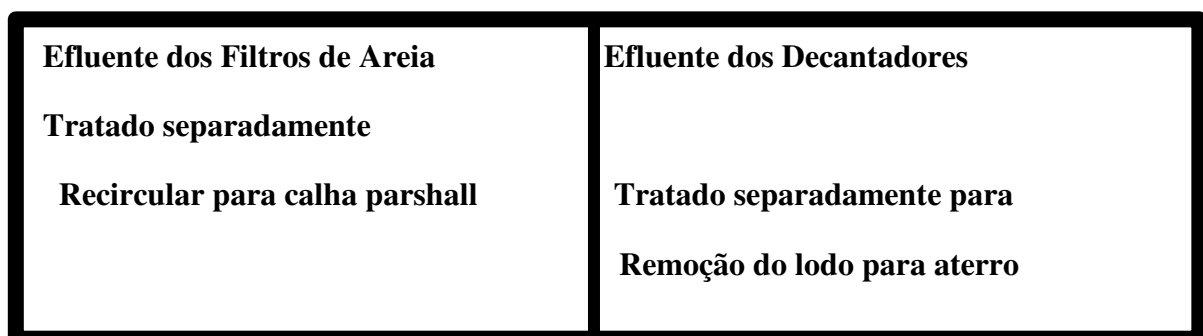
**Efluente dos Filtros de Areia**

**Efluente dos Decantadores**



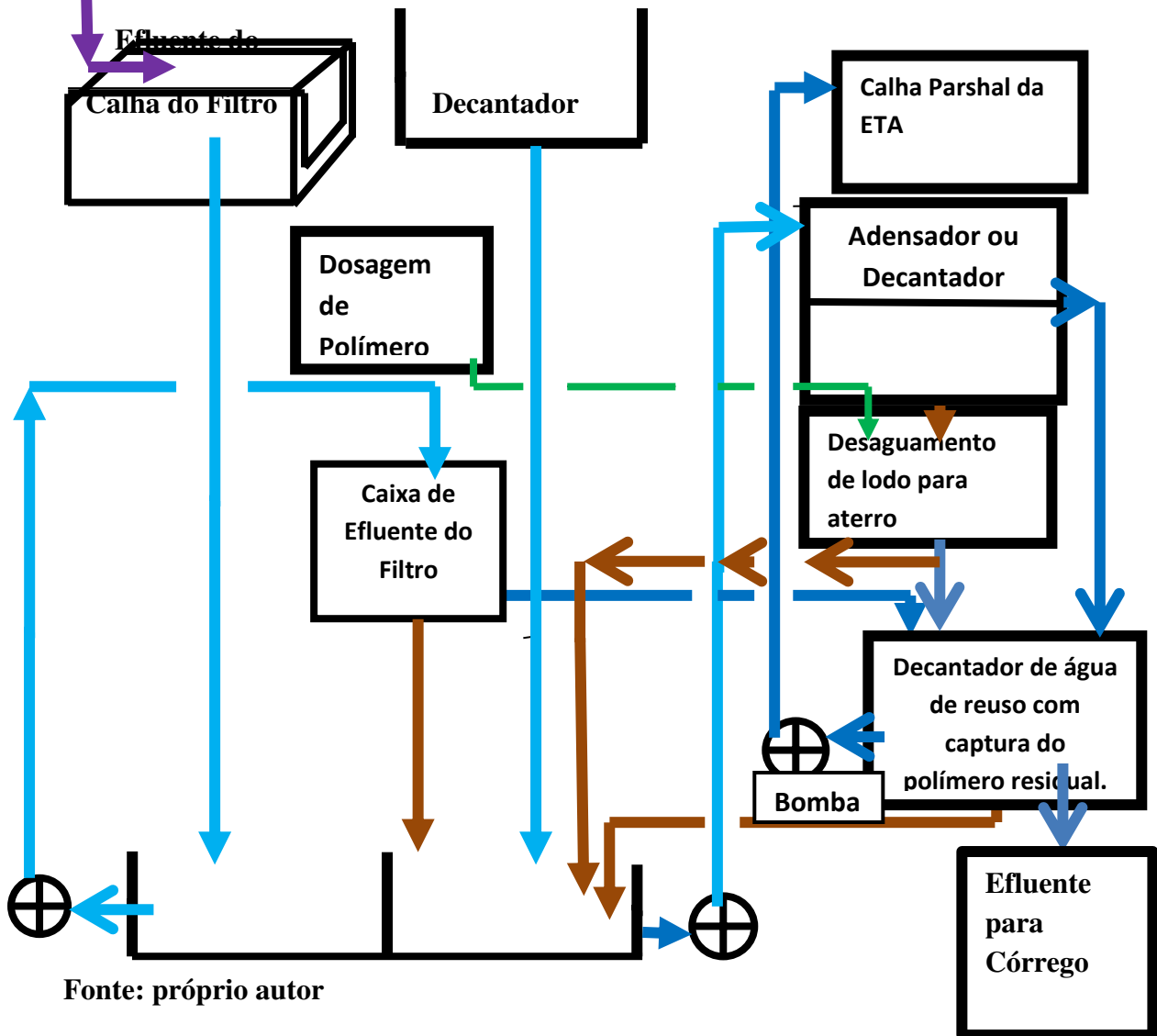
### **Como é o Projeto de Intervenção na Estação de Tratamento de Efluente (ETE) da Estação de Tratamento de Água.**

**Caixa dividida ao meio para recebimento dos efluentes dos filtros de areia e dos decantadores**



## Fluxograma da Modificação da Estação de Tratamento de Efluente.

### .Lodo do Filtro (Retrolavagem)



## 4. RESULTADOS

Devem ser obtidos por meio de análises do teor de sólidos, turbidez, cor, pH, entre outros parâmetros da água de retrolavagens dos filtros além de fazer em Jarr-test os testes que possam assegurar a qualidade do dito efluente, com relação também a coagulação e floculação evitando o excesso de coagulante sulfato de alumínio.

Os resultados poderão vir também da demonstração de cálculos, fluxograma de processo, do custo dos equipamentos, ou investimento necessário e do convencimento para implantação do Projeto.

O resultado pode vir também: do aproveitamento de 90% da água anteriormente descartada 40000 M<sup>3</sup>/Mês (1,5 dias de produção);

Da economia de 5% do volume captado da represa, o que assegura o aumento do volume de água produzido sem aumento do volume captado do manancial, represa.

Do correto desaguamento do lodo, com 18% de teor de sólidos cujo destino será o aterro sanitário.

#### **4.1. Viabilidade Técnica e Financeira**

Para evitar o desperdício e reusar a água de lavagem dos filtros será necessário executar uma obra composta por:

Recebimento de efluente do filtro e do decantador, tanque para a reservação de água de lavagem dos filtros, bomba para elevação deste efluente, decantador e filtro de areia adicionais de decantação ou piscina, tanque de efluente de filtro.

**Tabela 1- Custo do projeto: construção civil e mão de obra**

<b>Geral</b>	<b>223000 Reais</b>
<b>Parte Civil- Tanque de reservação de efluente</b>	<b>130000 Reais</b>
<b>Turbidímetro</b>	<b>20000 reais</b>
<b>Bombas</b>	<b>20000 Reais</b>
<b>Mão de obra para instalação de equipamentos</b>	<b>40000 Reais</b>
<b>Energia Elétrica</b>	<b>3000 Reais</b>

**Fonte: REMOA- V. 13, N. 4 (2014): Edição especial LPMA/USFM, p. 3713- 2017**

O reuso de água será cerca de 40000 M<sup>3</sup>/Mês a um preço de 2,15 Reais/ M<sup>3</sup> ou 86000 reais /Mês

223000 Reais/86000 Reais temos o retorno do investimento em 3 meses.

Devem ser obtidos por meio de análises do teor de sólidos, turbidez, cor, pH, entre outros parâmetros da água de retrolavagens dos filtros além de fazer em Jarr-test os testes que possam assegurar a qualidade do dito efluente, com relação também a coagulação e floculação evitando o excesso de coagulante sulfato de alumínio.

## **5. CONCLUSÃO**

São vários os pontos positivos e benéficos que o projeto de reuso de lavagem e modificação da Estação de Tratamento de Efluente pode trazer a Estação de Tratamento de Água

**5.1.** O Ponto crítico do projeto é o excesso que pode ocorrer com o polímero adicionado para capturar o sólido do lodo na Máquina Desaguadora de lodo, pois ele tem um padrão muito restrito na água potável 0,24 ug/L, difícil de ser alcançado;

**5.2.** Ampliar o teor de sólidos no lodo através da Máquina Desaguado ao atingir o ponto ótimo de operação e construção de um leito de secagem para secagem adicional do lodo;

**5.3.** Incentivo a trocar o coagulante utilizando sulfato de alumínio que pode causar o mal de Alzheimer, por outro em que haja a possibilidade de disposição do lodo na agricultura;

**5.4.** Maior controle de microorganismos protozoário no manancial, melhorando a qualidade da água;

**5.5.** Operação da Estação de Tratamento de Água operando dentro da legislação ambiental e com licença de operação renovada além de não precisar mais do termo de ajuste de conduta acordado com a justiça para a ETA trabalhar de maneira precária

**5.6.** Economia de recursos financeiros e naturais e mais água com qualidade a disposição da população

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aparecida Oliveira, Cristina. Barcelo, França, Welington. Colares Gomes Jovania, Carla **Estudo do reaproveitamento da Água de Lavagem de Filtro de Areia em ETA.** 2012.

Barbosa Pontes, Alexandre. Oliveira Carvalho, Wagner. Augusto Maziero, Thiago. **Projeto Águas Novas- Estudo de caso do sistema de reuso de Águas de lavagem de filtros e tratamento do lodo da ETA Juturnaíba**

Canela, Ivan, **Caracterização Microbiológica Parasitológica e Físico química da Água de lavagem de Filtros, recirculando em ETA de Ciclo Completo.**

Carneiro França, Francisco. Henrique Maia, Carlos. **Reutilização da Água de Lavagem de Filtro na Estação de Tratamento de Águas da de Caçu / Go.**

Cássia Nardose, Adelaide et al **Reuso de Água, Manole.** 2012.

Correia, Iran **Avaliação do Sistema de Reutilização da Água dos Filtros de uma Estação de Tratamento de Água. Estudo de caso.**

Lima Machado, Jailson. Pereira, Ricardo. **Dimensionamento e Instalação de um Sistema de Reuso da Água de Lavagem de Filtros da ETA Santa Barbara.**

Lustosa, B. Jordana et al: **Tratamento e Aproveitamento de Água de Lavagem de Filtro em Estação de Tratamento de Água**

Marcondes Ribeiro, Maria Eunice e Esperidião, Yvone Mussa **Caderno de Química-2ª série - Volume 1 Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.**

**Portaria MS N° 2914 de 12/12/2011**



## **ANEXO-TERMO DE REFERÊNCIA**

**CONTRATAÇÃO DE EMPRESA DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE DUAS CAIXAS PARA RESERVAÇÃO DA RETROLAVAGEM DOS FILTROS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E MODIFICAÇÃO DE ETE EXISTENTE EM ETA.**

### **TERMO DE REFERÊNCIA**

**CONSTRUÇÃO DAS CAIXAS PARA RESERVAÇÃO DA RETROLAVAGEM DOS FILTROS DA ETA E MODIFICAÇÃO DE ETE EXISTENTE EM ETA.**

## **1. – INTRODUÇÃO**

As Estações de Tratamento de Água produzem aproximadamente 500 L/s de água para abastecer cerca de 86000 famílias, atualmente para as quais foram construídas, mas parte desta produção (5%) é desperdiçada, lançada diretamente no córrego, causando problemas ambientais por esta ação, e esses descartes do filtro de areia e decantador não são devidamente reusados em parte ou total, visando a normalização, aproveitamento de tal efluente propomos por esse motivo a necessidade de construir duas caixas de alvenaria para a reservação destes efluentes e provável reuso. O volume de água que as ETAS perdem tem que ser produzido para que as pessoas sejam plenamente atendidas e causando prejuízo ou custos adicionais as mesmas.

## **2 – OBJETO.**

Constitui o objeto da presente proposta a contratação de empresa especializada para a execução dos serviços de construção de duas caixas de alvenaria citada acima num volume de 100 M<sup>3</sup> cada e acessórios como Bombas (2) e Turbidímetro (1) e válvula solenoide.

## **3. – OBJETIVO**

Recuperar o efluente dos filtros de areia para posterior reuso e modificar a ETE existente na ETA e adequar as ETAS a legislação ambiental além de ser mais uma ferramenta que possibilitará auxiliar na manutenção de Licença de operação permanente da CETESB, contribuindo para a devida legalização das mesmas.

Sendo assim o objetivo é ter um lugar para reservar o tal efluente, (caixa) e acessórios necessários à ação de intervenção como: turbidímetro, bombas e válvula solenoide.

O presente *Termo de Referência* visa, portanto, fixar os serviços que serão objetos de propostas de prestação de serviços de “CONTRATAÇÃO DE EMPRESA DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DAS CAIXAS NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E INSTALAÇÃO DE ACESSÓRIOS.”

O desenvolvimento dos serviços será vistoriado pelo Engenheiro João, cabendo à empresa contratada planejar, executar e disponibilizar mão de obra e os equipamentos necessários para a viabilização dos serviços aqui elencados.

#### **4. Descrição dos Objetos**

Os serviços a serem prestados através do contrato de Construção das duas Caixas de reservação de Água de retrolavagem dos filtros e modificação da ETE existente na ETA, mão de obra necessária, além de instalação de turbidímetro e bombas e válvula solenóide.

##### **4.1 – Colocação da base, fundação das duas caixas e acessórios.**

- a) Fazer a fundação, com o auxílio de brocas, deixar o espaço para a instalação das bombas e instalar o turbidímetro de campo e válvula solenoide.

##### **4.2 – Construção das paredes**

Enchimento das paredes com cimento por mão de obra próprias, locais para colocação de flanges para tubulações e bombas, etc..

Materiais necessários: cimento e ferro

##### **4.3 – Dados das Caixas**

Área:  $10\text{ m} \times 10\text{ m}^2 \times 2$

Volume:  $100\text{ m}^3 \times 2 = 200\text{ M}^3$

A empresa da obra ficará responsável pelo fornecimento dos materiais e mão de obra descritos no ítem 4.2 com qualidade.

Fica claro que caso haja suspeita da qualidade dos materiais e se comprovado incoerência, o fornecedor deverá recolher os materiais e prepará-los novamente a suas expensas.

## **5. Fundamento Legal**

Legalização da ETA em relação ao seu descarte irregular

## **6. Estimativa de Custos**

Verba disponível 223000 Reais para o investimento na construção da obra, mão de obra e acessórios necessários.

## **7. PRAZO PARA EXECUÇÃO DA OBRA**

Para execução dos serviços, prevemos um prazo de 90 (noventa) dias, a contar da emissão da ordem de serviço.

## **8. OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA**

- a) Planejar a execução dos serviços, para minimizar os desconfortos inevitáveis gerados por obras desta natureza.
- b) Implantar a obra com mobilização de equipe qualificada, bem como o fornecimento e transporte de materiais e equipamentos necessários para o bom desempenho dos serviços.

- c) Fornecer EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) para nossos funcionários, conforme determinado pelas Normas Regulamentadas Vigentes e/ou de acordo com as necessidades de cada frente de serviço.
- d) Ao término dos serviços a desmobilização da obra.
- e)

## **9. OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES DA CONTRATANTE**

- a) - Permitir livre acesso nas ETAS a qualquer hora.
- b) - Meios necessários para execução da obra.

## **10. QUALIFICAÇÃO TÉCNICA DA CONTRATADA**

A qualificação técnica da contratada deverá estar devidamente comprovada mediante a entrega nos seguintes documentos:

Comprovação de estar devidamente licenciada / autorizada para a realização de cada uma das atividades relatadas neste termo.

Comprovação da disponibilidade dos equipamentos e da mão-de-obra especializada necessários às atividades relatadas neste termo

Atestado técnico comprovando a experiência na realização dos serviços previstos no presente edital;

## **11. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS**

O critério de julgamento será o de menor preço global.

## **12. RESULTADO ESPERADOS**

Espera-se com os trabalhos desenvolvidos o aumento da distribuição das Estações, com isso acarretando também o incremento da produção de água para a população, logo a diminuição do custo.

## **13. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PRAZOS DE PAGAMENTO**

O prazo para execução dos trabalhos é de 90 (noventa) dias, devendo ser expedido a cada mês relatório das atividades desenvolvidas e a duração de cada uma delas.

O Engenheiro João deverá analisar o andamento da obra;

Os pagamentos ocorrerão em até 20 (vinte) dias após a emissão da fatura pela contratada.

## **14. LOCAL DA EXECUÇÃO DO SERVIÇO**

- **ENDEREÇOS DA OBRA**

