

## ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTRO NA ETA- ANÁPOLIS/GO

### **Cristiane Aparecida de Oliveira**

Licenciada em Matemática e Especialização em Ensino da Matemática pela Universidade Estadual de Goiás, Graduando em Tecnologia Superior em Gestão Ambiental – Faculdade Católica de Anápolis.

### **Wellington França Barcelo**

Graduando em Tecnologia Superior em Gestão Ambiental – Faculdade Católica de Anápolis.

### **Carla Jovania Gomes Colares**

Mestra em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e Professora da Faculdade Católica de Anápolis.

**Email:** cris.gestorambiental@gmail.com

### **RESUMO**

Com o aumento do consumo de água potável no planeta devido ao crescimento populacional, industrial e econômico, há uma utilização em larga escala desse recurso natural, sendo um dos bens mais importantes da natureza, está cada vez mais poluída e inutilizável. Observando-se a necessidade de reuso deste bem, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água utilizada no processo de lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água do tipo convencional de fluxo completo (ETA) da cidade de Anápolis/GO, com fins de reutilizá-la no processo inicial de tratamento da presente ETA. O estudo foi realizado nos meses de março a junho/2012 e agosto de 2012, onde se avaliou parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de lavagem dos filtros, totalizando cinco coletas. Os resultados médios obtidos foram: 2,41 mg L<sup>-1</sup> para o alumínio, 2,49 mg L<sup>-1</sup> para o ferro, 0,02 mg L<sup>-1</sup> para o manganês, 7,80 para o pH, 140,8 UNT para a turbidez, 1,7.10<sup>4</sup> NMP 100 mL<sup>-1</sup> para coliformes totais e 5,2.10<sup>3</sup> NMP 100 mL<sup>-1</sup> para coliformes termotolerantes. Após os estudos das características da água de lavagem de filtro, foi possível averiguar que o retorno da mesma ao início do processo do tratamento pode ser realizado de forma controlada, pois os parâmetros alumínio, ferro, turbidez e coliformes encontram-se fora dos limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011 para águas doce de classe 2 e padrão de lançamento de efluentes. Sendo assim, faz-se necessário um estudo para otimização do processo de reutilização da água de lavagem dos filtros, que garantam que as características físico-químicas e microbiológicas estejam dentro dos padrões estabelecidos por estas resoluções.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso, tratamento de água, otimização.

### **1- INTRODUÇÃO**

Com a crescente demanda populacional e o conseqüentemente aumento no consumo de água potável, faz-se necessário o desenvolvimento de novas técnicas na otimização e reutilização, quando possível da água utilizada no processo de tratamento da mesma.

As Estações de Tratamento de Água (ETA), são unidades industriais de fundamental importância, tem por finalidade garantir a qualidade da água conforme os fins de utilização em que serão empregados. A forma com que será tratada a água e a tecnologia empregada varia conforme os fins a que se destina, e as características da água bruta.

A água tratada geralmente divide-se em duas formas de finalidades, uma com fins de potabilidade em sistemas públicos de abastecimento, e outro com aplicação industrial e comercial. Geralmente no Brasil, em sua grande maioria, utiliza-se técnicas específicas para o tratamento de águas superficiais (rios e lagos), e tudo é feito em função da qualidade dessas águas.

Assim sendo, a tecnologia mais empregada no tratamento da água é feito por uma combinação de processos, que são as seguintes: coagulação, floculação, decantação e filtração, também conhecida por sistema convencional ou ciclo completo. No processo de coagulação são utilizados sais de alumínio e ou ferro, sendo que o primeiro é o mais utilizado no Brasil, para remoção de partículas em suspensão e ou dissolvidas na água bruta.

Observa-se que todo o esquema da ETA no Brasil assemelha-se com um processo industrial. No início do tratamento, são acrescentados à água bruta os sais, a cal e polímeros quando necessário. Após a filtração, é acrescentado cloro, flúor e cal. Como todo processo industrial gera resíduo, e estes podem ser tóxicos ao homem e ao meio ambiente, pois possuem metais, os mesmos devem receber tratamento especial quanto a sua destinação conforme a Lei nº 357/2005 ao redigir que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visa controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida.

No Brasil, segundo Parsekian (1998), existem cerca de 7500 unidades de tratamento de água, e em sua maioria de ciclos convencionais, que no geral lançam os seus resíduos, diretamente nos leitos dos rios, sem a mínima preocupação com um tratamento prévio. A Lei Federal nº 9605/98 é outro dos instrumentos utilizados pelos governantes como forma de coibir essa forma de descarte. Na tentativa de mudar este hábito e incentivar uma nova cultura que é a da conservação da natureza, deve-se repensar a forma com que serão descartados tais resíduos.

Os resíduos de uma ETA têm características próprias com grande diversidade de composição podendo ser sólidos e líquidos. Neste trabalho considerou-se apenas o efluente líquido gerado pela ETA do tipo convencional de fluxo completo nas lavagens dos filtros, visto que esse efluente é considerado a segunda maior quantidade de rejeito produzido numa estação convencional conforme afirma Fontana (2004).

Assim, o presente estudo tem por objetivo caracterizar através de análises físico-químicas e microbiológicas a água de lavagem de filtros da estação de tratamento de água do tipo convencional de fluxo completo (ETA) da cidade de Anápolis – GO, a fim de se propor uma tecnologia adequada visando o retorno dessa água ao processo inicial de produção. Estudos sobre este sistema é de fundamental importância, afim de que se minimizem os lançamentos de resíduos das ETA na natureza e a possível reutilização de água livre.

## 2 – METODOLOGIA

### 2.1 – Local de estudo – ETA ANÁPOLIS/GO

A ETA escolhida para a realização do estudo de reaproveitamento da água de lavagem de filtro é a estação localizada no Jardim das Américas I Etapa, responsável pelo abastecimento da cidade e região. A referida ETA tem capacidade para tratar até 860 litros por segundo. Sua água é proveniente do sistema de captação que funciona no Ribeirão Piancó, município de Abadiânia, a noroeste da zona urbana de Anápolis/GO. A Estação de Tratamento a qual se deseja implantar o projeto é do tipo convencional de ciclo completo (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Estação de Tratamento de Água no bairro Jardim das Américas I Etapa Anápolis/GO.

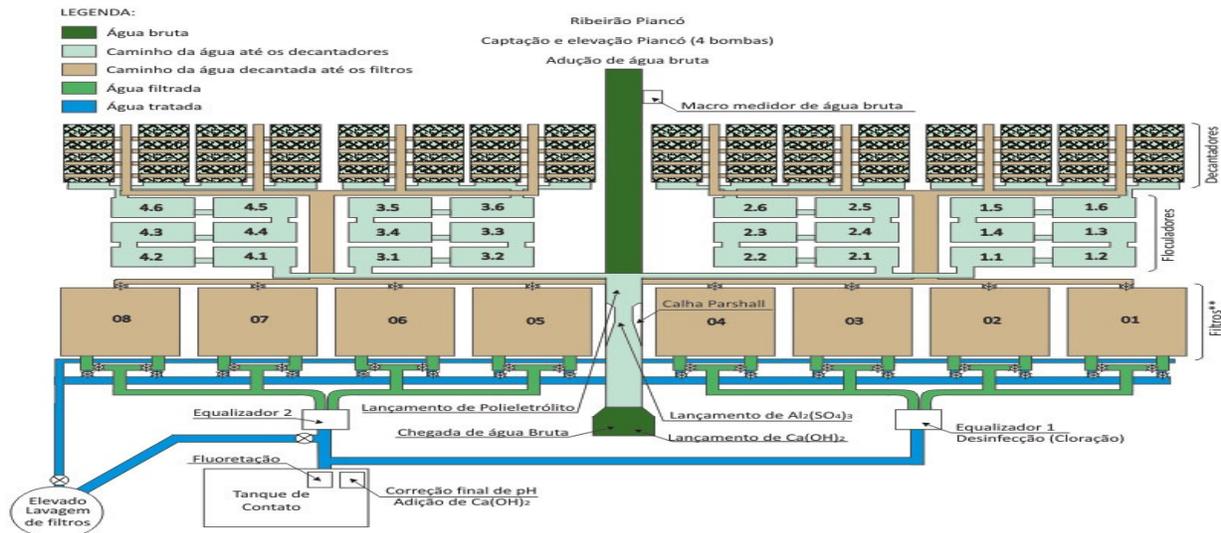


Figura 2. Fluxograma das etapas do processo convencional do tratamento de água da ETA Anápolis/GO.  
Fonte: GÓIS (2012)

Estações que utilizam o tipo de tratamento convencional realizam a remoção de partículas finas em suspensão e em solução presentes na água bruta. Na ETA – Anápolis/GO, o processo se inicia com a chegada da água bruta captada por quatro bombas e conduzidas por meio de adutoras à estação de tratamento conforme ilustram as Figuras 3 e 4.



Figura 3 - Captação de água bruta - Ribeirão Piancó.



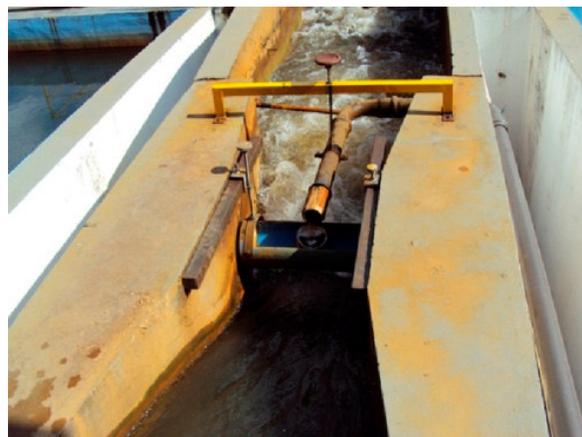
Figura 4 - Adução da água captada - Ribeirão Piancó.

A água bruta entra em uma câmara de dimensões 3,9 m de comprimento, 1,9 m de largura e 3,0 m de profundidade, onde é adicionada cal hidratada a uma vazão média mínima de  $400 \text{ kg dia}^{-1}$  e uma vazão máxima de  $800 \text{ kg dia}^{-1}$  empregada na alcalinização e elevação do pH da água bruta (Figura 5).

O processo de coagulação da água bruta se dá com a adição de sulfato de alumínio hidratado aplicado na Calha Parshall (Figura 6), devido à intensidade e velocidade com que a mesma passa por este local. Esse componente químico desestabiliza as partículas coloidais de modo a ocorrer à formação de precipitado do coagulante com as impurezas (flocos), que são removidos posteriormente.



**Figura 5 - Chegada da água bruta e dosagem da cal para correção do pH.**



**Figura 6 - Calha Parshall - Aplicação de  $Al_2(SO_4)_3$**

Em seguida, a água coagulada é submetida à agitação para a formação de flocos para adquirirem a massa específica e se decantarem. Essa etapa é realizada nos floculadores. A ETA em questão trabalha com quatro floculadores, sendo cada um, composto de seis câmaras, com seis impulsores rotativos do tipo paletas de eixo vertical. A decantação dos flocos formados pela coagulação é realizada em quatro decantadores de fluxo ascendente e alta taxa, que se encontram alinhados e aos floculadores, conforme ilustrado na Figura 7.



**Figura 7 - Série de floculadores com impulsores rotativos de eixo vertical e decantadores próximos aos floculadores, ETA Anápolis/GO.**

Após a decantação, a água clarificada é filtrada por gravidade em oito filtros rápidos com dupla camada, uma de antracito e outra de areia. Assim que a saturação de impurezas no leito filtrante é retida, realiza-se uma lavagem superficial, seguida de uma retro lavagem, onde são consumidos, em média, 150 m<sup>3</sup> de água potável por lavagem.

No período de seca, cada filtro é lavado uma vez por dia, e duas vezes por dia no período chuvoso, totalizando um consumo médio de 4.500 m<sup>3</sup> de água/mês no período seco e o dobro em períodos chuvosos, sendo esta etapa a que gera uma grande quantidade de resíduos composto por água de lavagem e o lodo decantado da ETA.

Finalizando, a água é encaminhada para a desinfecção com cloro e adição de flúor seguindo para os reservatórios de onde são distribuídos para cidade de Anápolis/GO (Figura 8).



Figura 8 – Reservatórios de água tratada da ETA Anápolis/GO.

## 2.2 – Etapa de lavagem dos filtros

Essa etapa de tratamento é de grande importância para se obter água de boa qualidade e imprescindível para que esta atinja os padrões de potabilidade recomendável ao consumo humano. Por meio dela são retidas diversas partículas sólidas como argila, ferrugem e sujeiras trazidas pelas tubulações em todo o processo de transporte da água bruta.

Os resíduos gerados pela ETA durante a lavagem de filtro são líquidos com possíveis contaminantes de metais pesados e também contaminantes biológicos. Como exemplos de metais pesados pode-se citar o alumínio, o ferro e o manganês. Já a contaminação biológica provém da matéria orgânica encontrada na água.

A etapa de filtração inclui mecanismos físicos químicos e até biológicos e o bom desempenho dos filtros é fundamental para se completar o processo com êxito e atingir os padrões exigidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Processos, tais como: coar, sedimentar partículas sobre areia, aumentar o contato entre elas possibilitando uma maior superfície de filtração, são alguns dos processos realizados nessa etapa.

Na lavagem dos filtros a entrada da água deve ser maior que a saída a fim de possibilitar um acúmulo de água no filtro. Ela ocorre de modo ascendente conforme ilustrado nas Figura 9 (a), (b) e (c), a areia, leito filtrante, é colocado em suspensão na água, sendo que a velocidade de ascensão da água deve ser suficiente para expandir esta areia. Usam-se grandes quantidades de água, que são descartadas.



Figura 9 – (a) início da lavagem do filtro, (b) evolução do processo de lavagem e (c) etapa final da lavagem de filtros da ETA Anápolis.

A etapa demonstrada na Figura 9 (c) mostra a finalização da lavagem do filtro, com a obtenção da qualidade exigida pelo regulamento interno da companhia de saneamento básico que atua no estado de Goiás, a fim de alcançar a fluidez da água e diminuir a turbidez do produto final.

### 2.3 – Características da Água de lavagem de Filtro em diferentes Estações de Tratamento no Brasil

Silva et. al (2008) ao estudar a caracterização qualitativa, quantitativa e avaliação da possibilidade de reuso da água de lavagem dos filtros da ETA São Sebastião, Cuiabá – MT, analisou diversos parâmetros cujo pH apresentou uma média 6,90 e turbidez 151,4 UNT em 5 meses considerados secos/transição e chuvoso. Não foram analisados metais na água de lavagem de filtro da ETA nesse período.

Sua pesquisa demonstrou que em períodos de seca a qualidade da água bruta se assemelha à da água de lavagem de filtros constando assim uma ineficiência nos decantadores da referida ETA justificada pela pouca quantidade de coagulante utilizada e formação de flocos mais leves exigindo uma limpeza maior dos filtros (SILVA et. al, 2008).

No período de transição entre a estiagem e a época chuvosa acontece um ligeiro aumento na composição da água bruta e conseqüentemente da água de lavagem de filtro. Já no período chuvoso a taxa de elevação da turbidez da água bruta e da água de lavagem de filtros se mostraram acentuadas.

Para a água de lavagem de filtros esse valor é ainda maior. Silva et. al (2008) ao afirmar que: “[...] com uma qualidade pior na água bruta, é necessário aumentar-se a dosagem do coagulante na ETA, é aumentada mais ainda a presença de flocos provenientes do processo de tratamento que ficam retidos nos filtros, percebe-se claramente essa elevação ao analisar os valores de cor, turbidez e a série de sólidos analisados”.

Em outro estudo realizado na ETA São Carlos, a água proveniente da lavagem de filtro equivale a 1,5% do volume da água tratada segundo relata Scalize (2000). Nesse estudo a turbidez média das amostras coletadas é de 147 UNT enquanto que o pH se encontra estável em 6,9 nas três amostras realizadas. Também se realizou a quantificação do alumínio que oscilou entre 2,60 a 4,40 mg L<sup>-1</sup> chegando à média de 3,6 mg L<sup>-1</sup>, o ferro 18,62 mg L<sup>-1</sup> e o manganês 0,24 mg L<sup>-1</sup>.

A Tabela 1 apresenta as características das duas ETA citadas, a ETA Anápolis/GO adicionalmente comparadas com os parâmetros de águas doces de classe 2 e lançamento de efluentes, estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011, respectivamente, de algumas características dos resíduos encontrados na água de lavagem de filtro.

**Tabela 1 – Características da água de lavagem de filtro de diferentes ETA do Brasil em comparação com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doce de classe 2 e CONAMA 430/2011 para padrão de lançamento de efluentes.**

Parâmetros	Unidade	CONAMA 357/2005 – classe 2	CONAMA 430/2011 – padrão de lançamento de efluentes	ETA São Sebastião/MT	ETA São Carlos /SP	ETA Anápolis/GO
pH	-	6,0-9,0	5,0-9,0	6,90	6,90	7,80
Turbidez	UNT	40	100	151,40	147	140,8
Alumínio	mg L <sup>-1</sup>	0,1	-	-	3,60	2,41
Ferro Solúvel	mg L <sup>-1</sup>	0,3	15,0	-	18,62	2,49
Manganês Solúvel	mg L <sup>-1</sup>	0,1	1,0	-	0,24	0,02

(-) Não determinado

Pode-se notar que em ambas as ETA consideradas, os parâmetros analisados se encontram em nível semelhante e que, com exceção da turbidez e do ferro da ETA São Carlos/SP, turbidez da ETA São Sebastião/MT e da ETA Anápolis, os demais parâmetros se encontram adequados para serem lançados em corpos receptores, no entanto, se não forem tratados os parâmetros que estão acima do estabelecido pela Legislação, podem causar sérios impactos físicos, químicos e biológicos ao meio ambiente.

De qualquer maneira, vê-se que, reaproveitando das águas de lavagem ou não, deve ser submetido ao tratamento antes de sua disposição final. Devido aos elevados custos associados, legislação restritiva, aumento de dosagens de produtos químicos para o tratamento de água, convêm-se buscar formas de atender a esses requisitos sem prejuízo à empresa ou a exploração do consumidor.

## 2.4 – Quantificação do efluente da lavagem de filtro em relação ao volume da água tratada

De acordo com o que descreve Fontana (2004), pesquisadores chegaram ao consenso de que os resíduos gerados em uma ETA convencional podem variar em 1% a 5% do volume de água tratada. Barroso (2002) indica ainda que, a vazão média de resíduos gerados em uma ETA está entre 1% a 3 % do volume tratado. Somente na lavagem dos filtros, o consumo pode chegar de 2% a 5% do volume de água tratada, segundo afirma Cornwell (1987) *apud* Fontana (2004).

Nos estudos de Camargo (2011) a respeito das características das águas residuárias, a ETA de Anápolis apresenta um percentual dos resíduos gerados em relação ao volume de água tratada em torno de 1,75 % e ressalta ainda que, 99,7% provêm da água de lavagem de filtro correspondendo a um volume 1.200 m<sup>3</sup> diários. Justifica-se assim a importância de se retornar a água de lavagem da referida ETA ao início da estação para tratamento e reaproveitamento.

## 2.5 – Benefícios da Recirculação da Água de Lavagem do Filtro

Algumas pesquisas exibem resultados bastante positivos em Estações de Tratamento de Água que optaram por utilizarem o procedimento de reaproveitamento da água de lavagem: a ETA de Guarauá/SP, Alto da Boa Vista/SP, Rio Descoberto/DF (FILHO & RITA, 2002) e, a ETA de Alvorada/RS (MARTINS et. al, 2009) realizam com sucesso a recuperação integral de suas águas de lavagem.

No entanto, um dos benefícios destacados por experiências de reuso relatadas, além de evitar o descarte inadequado na natureza do efluente e o desperdício de água, ainda justifica-se pelo fato de reduzir o consumo de coagulante com o reciclo da água da retro-lavagem dos filtros. A ETA de Guarauá/SP é um exemplo a ser citado.

A referida ETA cuja vazão é de 33,5 m<sup>3</sup>/s de água tratada conseguiu reduzir em aproximadamente 10% a dosagem de sulfato de alumínio ao tratamento da água (SARON; SILVA, 2001), o que gerou uma economia entre 1400 e 1900 toneladas de coagulante (MARTINS et. al, 2009).

Martins et.al. (2009) deixa, porém a recomendação de que o retorno da água de lavagem não ultrapasse a 10% da vazão da água bruta afluente a ETA visando não comprometer o processo de coagulação-floculação, dosagem de coagulante e sobrecarga hidráulica nas unidades de tratamento.

Em seus estudos aplicados à ETA de Alvorada/RS, Martins et. al, (2009) comprovou que apenas 5% da água de lavagem poderia retornar ao processo inicial para um volume de água de lavagem de filtros estimado em 2,7% do volume tratado.

O efeito do retorno da água de lavagem de filtros foi avaliado através de ensaios de coagulação/floculação realizados em teste de jarros em duas experiências: água bruta + 5% de água de lavagem de filtros e, água bruta + 8% de água de lavagem de filtros, visto que, a cor e o teor de alumínio se encontravam acima do limite máximo do aceitável para o consumo humano estabelecido pela Portaria 518/2004 para o acréscimo de 8% (MARTINS et. al, 2009).

Quanto ao caráter econômico financeiro, este se mostrou evidente segundo relata Ferreira Filho & Laje Filho (1999) *apud* Filho & Rita (2002). Os autores realizaram um estudo na ETA do Rio Descoberto no Distrito Federal e calcularam o custo de implantação do Sistema de Recuperação da Água de Lavagem (SRAL) em torno de R\$ 2.200.000,00 (dois milhões e duzentos mil reais). Segundo os mesmos autores, este valor representou cerca de 11% (onze por cento) do custo total das obras de ampliação da ETA, o que comprova a afirmação acima de que representa uma instalação onerosa.

A Companhia de Abastecimento, Esgoto e Saneamento de Brasília (CAESB), que atua na ETA do Rio Descoberto, trata atualmente uma vazão média de 3,4 m<sup>3</sup>/s recuperando-se uma média de 170 L/s, ou seja, exatamente 5%, suficiente para o abastecimento de uma população de cerca de 73.000 habitantes com um per capita de 200 l/hab./dia. Conforme estudo realizado pela CAESB, é comprovado que neste caso, o investimento apresenta ter bom nível de retorno, sem considerarem-se os custos operacionais e adotando-se o mesmo valor estimado de R\$ 0,25 por metro cúbico. O investimento realizado na implantação do SRAL é recuperado em cerca de 20 meses. Por outro lado, se considerada apenas a economia de energia elétrica para recalque de água bruta desde o ponto de captação à entrada da ETA, o retorno deverá ocorrer em um prazo de 4 a 5 anos.

## 2.6 - Aspectos tecnológicos de reutilização da água de lavagem dos filtros

O presente estudo visa o desenvolvimento de uma tecnologia a qual a água utilizada na lavagem de filtro da Estação de Tratamento de Anápolis/GO retorne ao seu processo inicial evitando assim o desperdício e o descarte inadequado da mesma. Informações obtidas na Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO/GO) (2003) demonstram que, os resíduos gerados na respectiva ETA são lançados diretamente no córrego João Cesário, sem nenhum tipo de tratamento.

Deve-se levar em consideração que, ao propor o retorno das águas de lavagem dos filtros ao seu processo inicial é importante considerar o fato de estar adicionando ao ponto de retorno não apenas água, mas um grande conteúdo de sólidos filtrados. Se não verificado com cautela esta situação destes resíduos sólidos, pode-se alterar os parâmetros de tratamento, e mesmo os procedimentos de filtração já estabelecidos pela ETA.

De acordo com Martins et. al. (2009) “Alguns autores ponderam, no entanto, que o retorno das águas de lavagem de filtros pode resultar em um benefício indireto, já que há presença de coagulante residual, facilita o processo de agregação”.

Porém, antes de verificar se tal esquema procede é conveniente estar atento à composição desse efluente e se o mesmo apresenta características de reaproveitamento sem comprometer a qualidade da água. Para propor uma tecnologia adequada, foram analisados os tipos de resíduos gerados na lavagem dos filtros quanto a turbidez, o pH, agentes biológicos contaminantes e os metais: alumínio, ferro e manganês que revelaram as características das águas a serem reutilizadas.

Para estudo dessas características, considerou-se os levantamentos bibliográficos realizados por Camargo (2011) a respeito das águas de lavagem na etapa de filtração na ETA e um estudo específico com ensaios laboratoriais das amostras coletadas na ETA no período de março a junho de 2012 e agosto de 2012.

## 2.7 - Coletas e amostras

Foram coletadas cinco amostras em cinco meses diferentes, ao longo do processo de lavagem dos filtros, em um intervalo de cinco minutos aproximadamente, após o lançamento concomitante do efluente de lavagem. A caracterização da água bruta foi utilizada para comparar os teores de impureza contidas na água antes do tratamento e os teores de impureza retidos nos resíduos gerados após a lavagem de filtros da ETA Anápolis/GO.

Os procedimentos de coleta, preservação, preparação e análise das amostras, seguiram o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005)”. A Figura 10 demonstra a coleta das amostras, realizada durante os três estágios na lavagem dos filtros a qual se pode ver com nitidez a turbidez da água.



Figura 10 – Variação da turbidez da água de lavagem do filtro da ETA Anápolis/GO nas três fases da coleta.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Caracterização da água bruta do Ribeirão Piancó

A caracterização da água bruta do Ribeirão Piancó demonstra que a mesma atende aos padrões exigidos para classificação para águas doces de classe 2, conforme estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005, os quais a maioria dos corpos hídricos do estado de Goiás pertence, não sendo registrados valores para os parâmetros alumínio, ferro e manganês (Tabela 2).

**Tabela 2 – Caracterização físico-química e bacteriológica da água bruta do Ribeirão Piancó, no período de março a junho de 2012.**

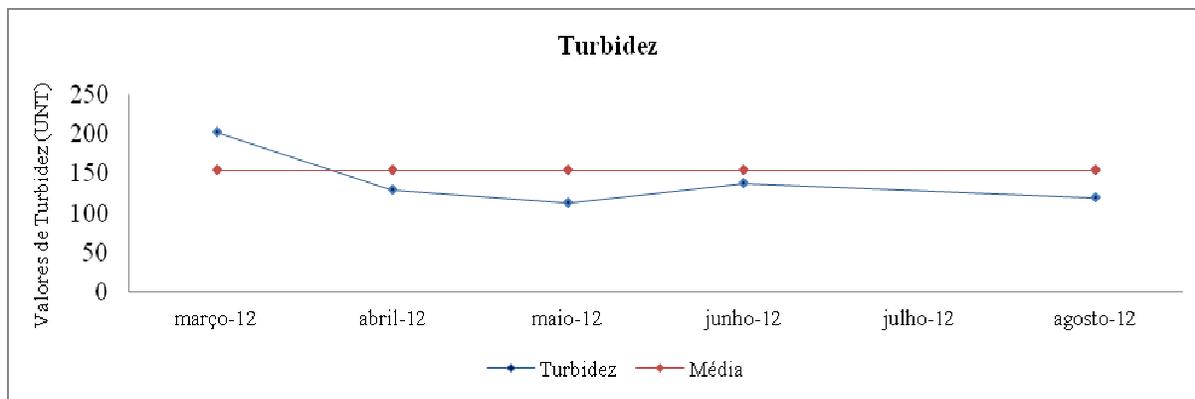
Natureza da Análise	Parâmetro	Unidade	Data			
			mar/12	abr/12	maio/12	jun/12
Físico-Química	Turbidez	UNT	58,80	15,80	15,30	7,15
	pH	-	6,22	6,39	6,33	6,38
	Alumínio	mg L <sup>-1</sup>	NR	NR	NR	NR
	Ferro	mg L <sup>-1</sup>	NR	NR	NR	NR
	Manganês	mg L <sup>-1</sup>	NR	NR	NR	NR
Bacteriológica	Coliformes Totais	N.M.P.100 mL <sup>-1</sup>	>1600	1600	920	540
	Coliformes E.coli	N.M.P.100 mL <sup>-1</sup>	NR	NR	NR	NR

N.M.P. (Número Mais Provável): 100 mL<sup>-1</sup>

#### 3.2 – Análises de caracterização das amostras da água de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO

##### 3.2.1 – Turbidez

A turbidez da água de lavagem de filtro apresentou variações superiores aos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 nas cinco amostras realizadas no presente estudo, conforme ilustra a Figura 11.



**Figura 11 – Valores médios de turbidez obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA/Anápolis.**

Esta resolução estabelece para corpos hídricos de classe 2 deve-se ter valores máximos de 40 UNT. Nota-se que acontece uma tendência decrescente nos meses de março a maio voltando novamente a se elevar a partir deste mês, mostrando que houve uma precipitação maior de chuva no mês de março e junho, indicando o possível aumento de partículas de natureza inorgânica, como siltes, argila e areia.

Camargo (2011) afirma que, em períodos chuvosos, as águas de lavagem de filtro devem ser monitoradas constantemente, pois uma turbidez elevada da água bruta ocasiona a saturação do filtro que, por conseguinte eleva o nível coluna de água sobre o leito filtrante.

### 3.2.2 – pH

A variação de pH pode ser atribuída à adição do coagulante durante o processo de tratamento da água, conforme ilustra a Figura 12.

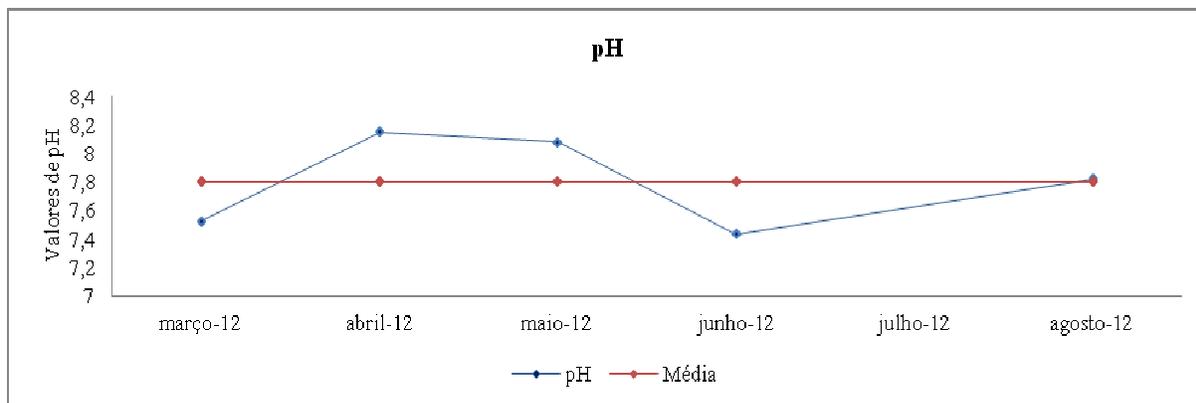


Figura 12 – Valores médios de pH obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO.

Segundo Menezes (2005), o pH é, em geral, influenciado pelo teor de sulfato de alumínio na água, ou seja, maior concentração de sulfato de alumínio, menor valor do pH; sendo observado no presente estudo o decaimento destes valores nos meses considerados chuvosos.

As análises comprovaram que os valores de pH encontram-se dentro dos padrões exigidos pela resolução CONAMA 357/2005 a qual não deve ultrapassar os limites de 6,0 a 9,0.

### 3.2.3 – Alumínio

Verificam-se altas concentrações de alumínio na água de lavagem dos filtros (ALF) nos meses de março e junho (Figura 13), podendo-se concluir que foram utilizadas elevadas quantidades do coagulante – sulfato de alumínio, a fim de se obter a qualidade da água para consumo, conforme estabelecidos pela Portaria 518/2005 do Ministério da Saúde.

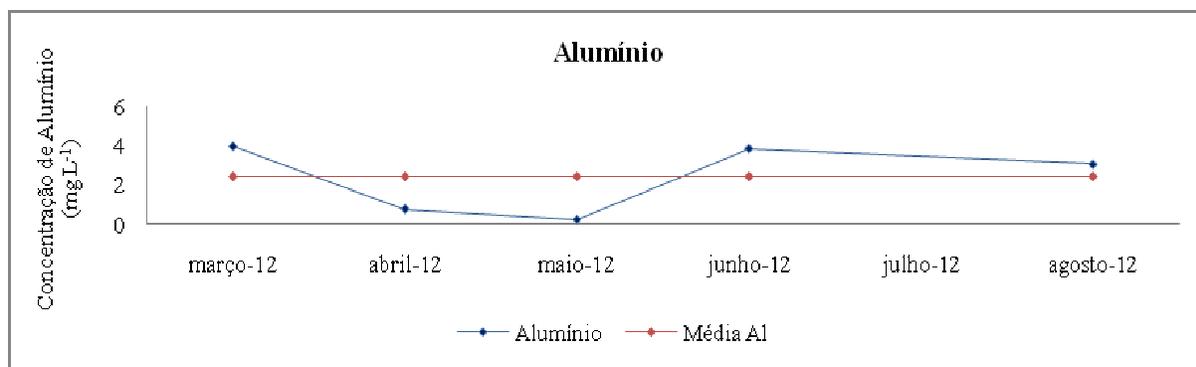


Figura 13 – Valores médios de alumínio obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece limite de 0,1 mg L<sup>-1</sup> de alumínio corpos hídricos de classe 2, estando as concentrações apresentadas no presente estudo, acima deste valor.

De acordo com Menezes (2005), o alumínio na água é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. O aumento da concentração de alumínio está associado ao período de chuvas e, portanto, à alta turbidez. O acúmulo de alumínio no homem tem sido associado ao aumento de casos de demência senil do tipo Alzheimer (MENESES, 2005).

### 3.2.4 – Ferro

Assim como o alumínio, foi observada a presença do elemento ferro em todas as análises realizadas no presente estudo, conforme demonstra a Figura 14.

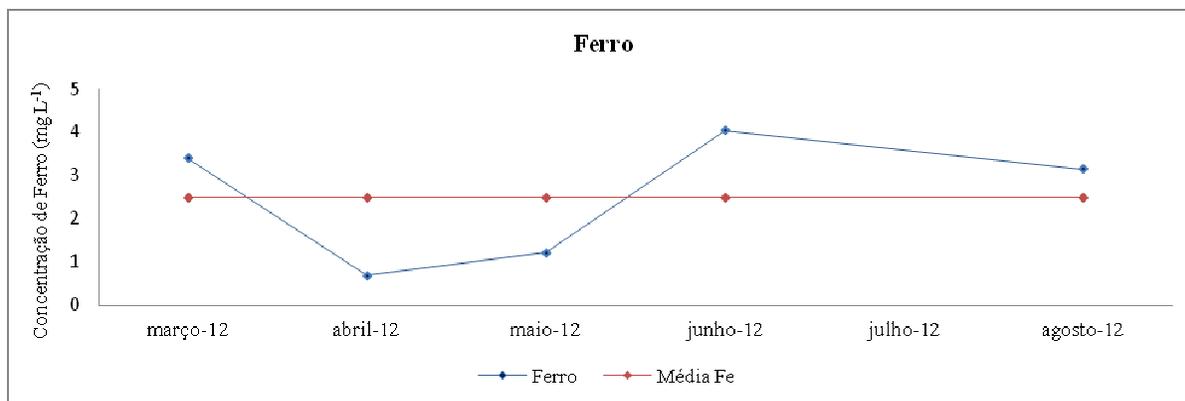


Figura 14 – Valores médios de ferro obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO.

As concentrações de ferro obtidos nas análises realizadas encontram-se fora do limite de  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$  estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. O ferro, apesar de não se constituir um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água, como por exemplo, confere cor e sabor à água, provocando mancha em roupas e utensílios sanitários; também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferrobactérias, ocasionando a contaminação biológica da água, na própria rede de distribuição.

### 3.2.5 – Manganês

Os valores de manganês encontrados na ALF (Figura 15) foram inferiores a  $0,031 \text{ mg L}^{-1}$ , estando abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para lançamento de efluentes que é de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

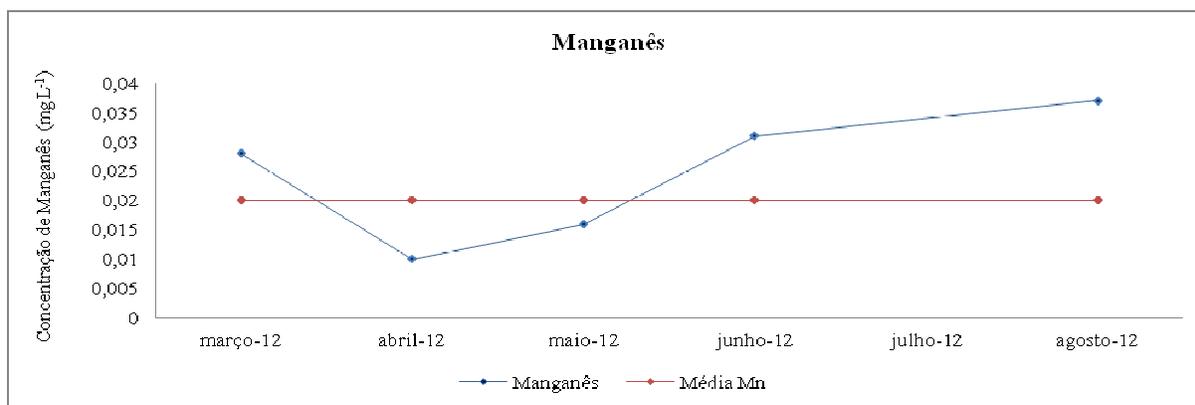


Figura 15 – Valores médios de manganês obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA/Anápolis.

De acordo com Ferreira & Laje Filho (1999), um dos principais motivos para restrição ao reuso da água da limpeza e lavagem das ETA é quando esta água apresenta uma qualidade microbiológica não satisfatória ou presença de ferro e manganês, o que se deve ao fato de que, sendo o processo de filtração uma operação de pré-concentração de sólidos e microrganismos, quando ocorre à reciclagem integral a água de lavagem pode prejudicar o processo de tratamento da fase líquida.

### 3.2.6 – Coliformes Totais

A Figura 16 traz os valores de coliformes totais avaliados nas amostras de ALF.

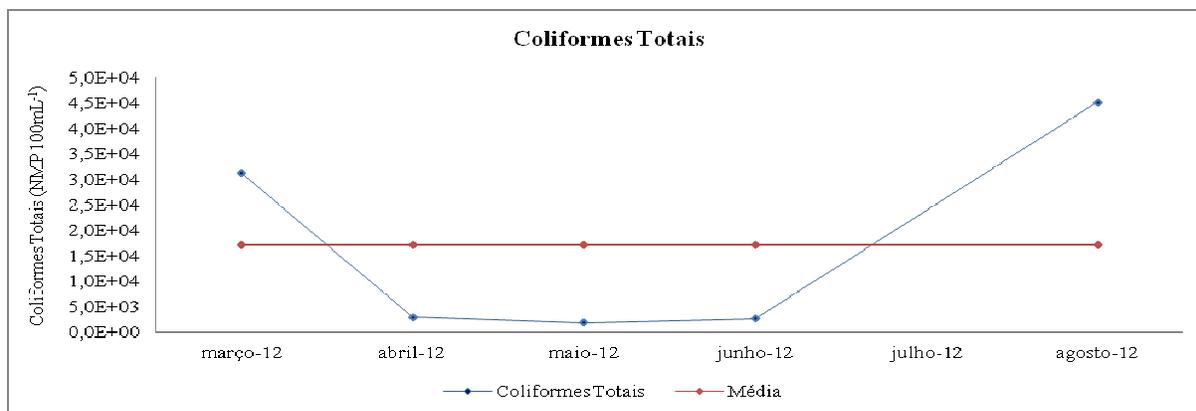


Figura 16 – Valores médios de Coliformes Totais obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO.

Verifica-se valores entre  $5.10^3$  NMP  $100\text{ mL}^{-1}$  a  $5.10^4$  NMP  $100\text{ mL}^{-1}$  para coliformes totais. A Resolução CONAMA 357/2005 determina que, para os demais usos das águas doces de classe 2, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Portanto, todos os resultados encontrados neste estudo estão fora dos limites estabelecidos por esta resolução.

### 3.2.7 – Coliformes Termotolerantes

Quanto aos valores de coliformes termotolerantes avaliados nas amostras de ALF, verifica-se um número muito elevado desses contaminantes biológicos (Figura 17).

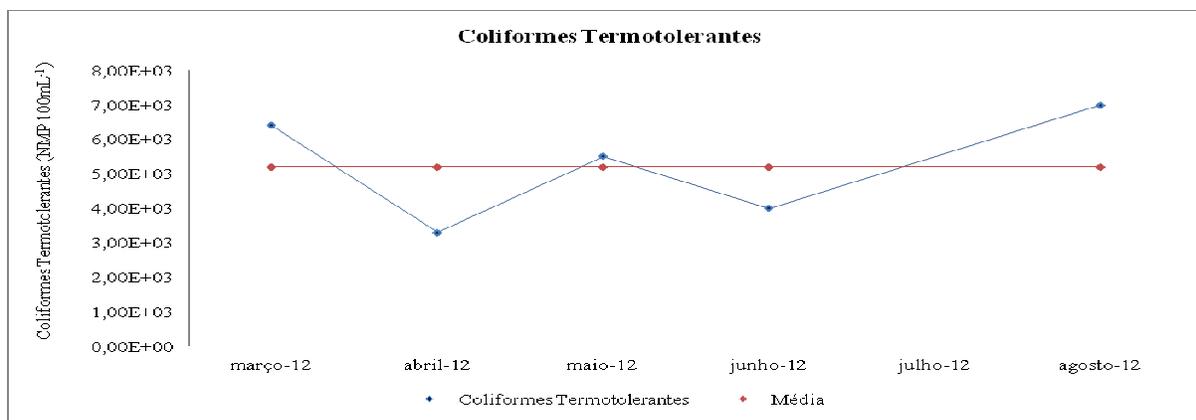


Figura 17 – Valores médios de coliformes termotolerantes obtidos nas análises da água de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO.

Os coliformes termotolerantes são definidos como microrganismos do grupo coliforme representados principalmente pela *Escherichia coli*. Assim como na análise de coliformes totais, obteve-se para os coliformes termotolerantes valores superiores aos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, ao estabelecer que a determinação de *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Portanto os resultados encontrados que variaram entre  $4.10^3$  NMP  $100\text{ mL}^{-1}$  a  $7.10^3$  NMP  $100\text{ mL}^{-1}$  também estão fora dos limites estabelecidos.

### 3.3 – Proposta de implantação de reaproveitamento da ALF

No estudo aqui descrito, a ideia principal é adotar o esquema de equalizadores para receber apenas a água da lavagem dos filtros que ocorre diariamente e onde são consumidos cerca de 1200 m<sup>3</sup> de água tratada. Essas águas provenientes da lavagem dos filtros receberão o tratamento adequado objetivando o retorno ao início da produção. Esse procedimento diminuiria a necessidade no aumento da quantidade de bombeamento de água bruta.

Proposta semelhante e com resultados positivos foram avaliados na ETA Rio Descoberto/DF documentadas em uma tese de mestrado por Barbosa (1997) a qual ressalta que, “a avaliação dos resultados obtidos na recuperação da água de lavagem dos filtros da ETA-RD indica uma excelente tratabilidade da mesma, sem o comprometimento do desempenho da estação de tratamento de água”.

No esquema proposto para a ETA Anápolis/GO, cada equalizador terá a capacidade para 150 m<sup>3</sup> de efluente de lavagem de filtro onde se recolherá o sobrenadante a uma taxa de aproximadamente 43 Ls<sup>-1</sup>. O recalque do efluente será feito por uma bomba de 10 CV que efetivará a recirculação do mesmo para o começo do tratamento na ETA. O excedente retornará ao equalizador ocasionando assim o total esvaziamento do equalizador conforme Figura 18.

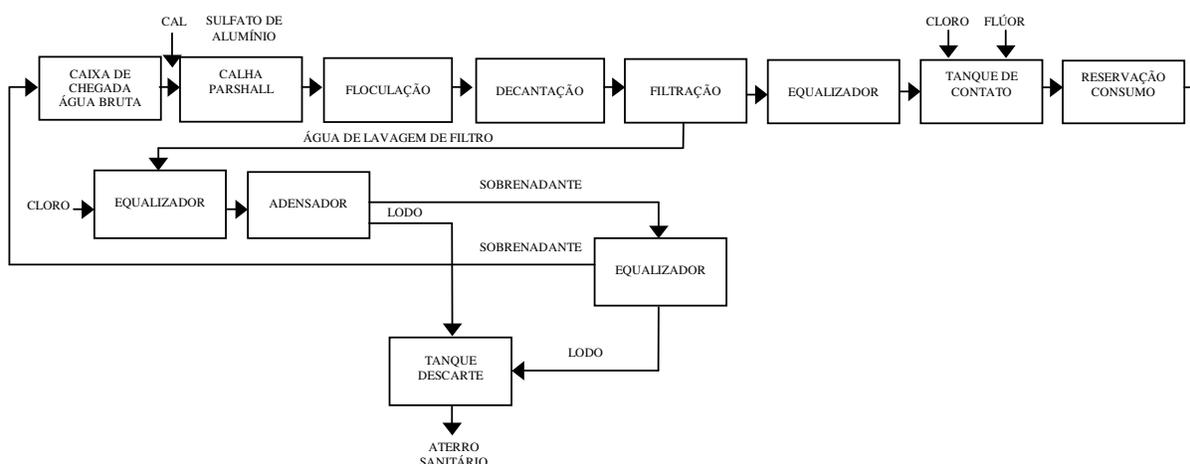


Figura 18 – Desenho esquemático da tecnologia proposta para reaproveitamento das águas de lavagem dos filtros da ETA Anápolis/GO.

Para verificar a qualidade da água presente nos equalizadores e adequá-la ao retorno do processo, deve se colher amostras após ser adicionado cloro, substância responsável pela eliminação dos microorganismos encontrados na água decantada do equalizador. O resultado das análises amostrais podem permitir a construção de uma curva de remoção de impurezas da unidade de filtração.

Para evitar a elevação da turbidez na água dos adensadores, se isso vier a ocorrer, propõe-se fazer o controle da concentração do lodo, para determinar o limite da concentração de sólidos e assim definir a frequência, os números de horas de operação e qual equipamento deverá entrar em operação. Os sólidos oriundos do adensador são conduzidos a um tanque de descarte de onde acontecerá o envio para o aterro sanitário.

## 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A destinação inadequada das águas de lavagem de filtros e demais resíduos gerados nas Estações de Tratamento de Água são fatores preocupantes devido ao tipo de prática realizada por muitas ETA brasileiras. Os mesmos contaminam no meio ambiente prejudicam a qualidade das águas comprometendo mananciais e águas superficiais e geram um grande desperdício no lucro das empresas.

O reaproveitamento das águas de lavagem de filtros são objetos de estudo de diversos pesquisadores em inúmeras ETA's do Brasil, as quais procuram encontrar meios de evitar o desperdício da mesma fazendo análises das águas residuárias e experiências de tecnologias que ajudariam a minimizar problema do descarte da forma como acontece.

Algumas Estações de Tratamento de Água já se beneficiam com tecnologias de aproveitamento da água de lavagem de filtro, e, tendo como exemplo tais ETA's, procedimentos parecidos foram sugeridos á Estação de Tratamento de Água de Anápolis/GO.

Com base nas características apresentadas pelos resíduos e coletas de amostras realizadas durante o processo de experimentação na ETA Anápolis/GO, observa-se que o método de desenvolvimento da tecnologia sugerida é viável ao reuso da água de lavagem de filtro desde que sejam observadas algumas considerações:

- A eficiência dos decantadores e flotadores;
- O monitoramento constante das dosagens de produtos químicos observando os períodos climatológicos da região.
- A determinação da quantidade de água que poderão ser reintroduzidas no processo inicial de forma a não comprometer a eficiência do tratamento.
- Monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

A tecnologia proposta para a Estação de Tratamento de Água de Anápolis pode levar ao aproveitamento equivalente a 1.200 m<sup>3</sup> diários de água, volume este que deixarão de ser descartado no Córrego João Cesário, gerando assim benefícios econômicos e ambientais.

## 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21a ed., Washington D.C., USA, American Public Health Association, 2005.
2. BARBOSA, A. B. D. **A experiência da CAESB em recuperação de água de Lavagem de Filtros e desidratação de Lodo de ETA**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Foz do Iguaçu, 1997.
3. BARROSO, M. M. (2002). **Problemática dos metais e Sólidos no Tratamento de Água (Estação Convencional de Ciclo Completo) e nos Resíduos gerados**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
4. BRASIL, **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938org.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938org.htm)>. Acesso em 06/11/2011
5. BRASIL, **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei\\_9605\\_98.pdf](http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf)>. Acesso em 28/09/2011
6. BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.- Série E. Legislação de Saúde. Brasília DF.
7. CAMARGO, R. P. L. et. al. **Estudos de Resíduos gerados na ETA de Anápolis – GO: Caracterização e quantificação**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis - GO, 2011
8. CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em <[http:// www.cetesb.sp.gov.br/](http://www.cetesb.sp.gov.br/)>. 02 Ago. 2012.
9. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005. 23p. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.
10. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 430 de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2011. 8p.
11. FERREIRA FILHO, S.S.; LAJE FILHO, F.A. **Redução de perdas e tratamento de lodo em ETA. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA**. Brasília: SEPURB, 23p. 1999. Documentos Técnicos de Apoio.

12. FILHO, J. D. S, RITA, E. S. S. **Gerenciamento do Resíduo Gerado na Clarificação de Água da RLAM.** Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, BA., 2002. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/monografias/mono\\_santosfilho\\_e\\_rita.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_santosfilho_e_rita.pdf)>. Acesso em 16/07/2012.
13. FONTANA, A. O. **Sistema de Leito de Drenagem e Sedimentador como solução para Redução de Volume de Lodo de Decantadores e Reuso de Água de Lavagem de Filtros – Estudo de Caso – ETA Cardoso.** São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, 2004.
14. GÓIS, P. F. **Ensaio de tratabilidade de água bruta para instalação de filtração direta em estação de tratamento de água de Anápolis, Goiás.** Anápolis. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, 2012.
15. MARTINS, F. B. et.al. - XI ENGEMA: Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente - **Reuso da Água de Retro-Lavagem de Filtros em Estações de Tratamento de Água: Estudo do Caso da ETA de Alvorada- RS, Fortaleza,** - Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Canoas – RS, 2009. Disponível em: <[http://www.unifor.br/docs/engema/apresentacao\\_oral/ENGEMA2009\\_242.pdf](http://www.unifor.br/docs/engema/apresentacao_oral/ENGEMA2009_242.pdf)>. Acesso em: 14/07/2012.
16. MENESES, A.C.L.S.M. Presença de alumínio no efluente descartável gerado numa estação de tratamento de água e suas implicações na qualidade da água do corpo receptor. João Pessoa: **PRODEMA/UFPB**, Dissertação Mestrado, 2005. 110p.
17. PARSEKIAN, M. P. S. **Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do estado de São Paulo.** São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.
18. SANEAGO – **Manual de Operação de ETA.** Instrução IT.07.0192 de 08 de setembro de 2003.
19. SARON, A.; SILVA, E. P. **Redução na Dosagem de Sulfato de Alumínio na ETA Guarau com a Utilização do Sistema de Recuperação de Água de Lavagem de Filtros.** ABES. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/guarau.pdf>>. Acesso em 16/07/2012.
20. SCALIZE, P. S.; DI BERNARDO, L. **Caracterização da água de Lavagem de Filtros Rápidos de Estações de Tratamento de Água e dos Sobrenadantes e Sedimentos obtidos após ensaios de Clarificação utilizando Polímero Aniônico.** Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/ii-023.pdf>>. Acesso em 26/07/2012.
21. SILVA, G.C.O. et. al. **Caracterização Quali-Quantitativa e Avaliação da Possibilidade de Reuso da Água de Lavagem dos Filtros da ETA São Sebastião, Cuiabá – MT.** Revista Águas Subterrâneas. XV Congresso Brasileiro de Água Subterrâneas, 2008. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.emnuvens.com.br/asubterraneas/article/view/23422/15508>>. Acesso em 26/07/2012.