

I-020 - AVALIAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMPACTA TIPO CONVENCIONAL PRÉ-FABRICADA COM FILTROS MULTICELULARES DESCENDENTES – ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RAINHA ISABEL/BOM CONSELHO-PE

Romero Correia Freire⁽¹⁾

Químico pela Universidade Federal de Pernambuco. Biólogo pela Universidade de Pernambuco. Especialista em Saúde Pública pela Universidade de Pernambuco. Especialista no Ensino de Ciências pela Universidade de Pernambuco especialista em vigilância e saúde ambiental UFRJ. Pós graduando em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos.e tecnólogo em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Técnico em Química da Companhia Pernambucana de Saneamento.

Rafaela de Assis Lima⁽²⁾

Tecnóloga em tecnologia em gestão ambiental. Pós graduanda em vigilância e saúde ambiental. Pós graduanda em vigilância e saúde ambiental pela UFRJ. Pós graduanda em gerenciamento e elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Técnico em saneamento básico da Companhia Pernambucana de Saneamento.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dois Irmãos, 1012 – Dois Irmãos – Recife - PE - CEP: 52071-440 - Brasil - Tel: (81) 34129977 - e-mail: romerocorreia@compesa.com.br

RESUMO

A operação de retrolavagem em filtros de estações de tratamento consiste na passagem da água através do filtro em sentido contrário ao fluxo de filtração com o objetivo de remover material particulado na unidade de filtração, geralmente são utilizados reservatórios elevados, bombas centrífugas ou são autolaváveis. O projeto de uma estação de tratamento de água tem que alinhar todas operações unitárias presentes no tratamento afim de não sobrecarregar a operações posterior. A retrolavagem de filtros de areia com configurações ineficientes e a ocorrência de condições operacionais inadequadas tais como problemas na floculação e na decantação contribuem para limitar o desempenho desse processo, causando deficiências na limpeza dos meios filtrantes e comprometendo o funcionamento dos sistemas de tratamento de água. O objetivo do presente trabalho é avaliar e propor as adequações ao processo de tratamento de água retrolavagem nos filtros de areia da ETA Rainha Izabel que funciona com filtros autolaváveis, relacionando informações existentes na literatura com os testes realizados em bancada. Este trabalho visa contribuir para a melhoria do desempenho desses tipos de concepções de tratamento de água para consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de água, floculação, filtro multicelular.

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de água com filtros autolaváveis ou multicelulares São projetados para entrarem em lavagem sempre que a perda de carga atinja um valor determinado. Esses filtros possuem autonomia para a utilização de água na lavagem, não necessitando assim de bombas ou grandes reservatórios. O uso de filtros multicelulares garante uma constante velocidade ascensional durante a lavagem, o que garante a uniformidade da operação e eficiência no tratamento. Mas precisa que todas as operações unitárias (coagulação, floculação e decantação estejam operando satisfatoriamente, além da constituição da camada de filtração(areia e seixos) obdecerem a norma de projetos nbr 12216.

O presente trabalho contém estudos realizados na estação de tratamento de água da Companhia Pernambucana de Saneamento em Bom Conselho interior do estado de Pernambuco.

O trabalho foi executado em bancada onde realizou-se uma investigação experimental em aparelhos de floculação com reatores estáticos “jar-test”, utilizando-se sulfato de alumínio simulado-se a situação atual da

ETA como e simulações em condições adequadas. Onde foi recomendado a modificações nas operações de floculação e filtração.

METODOLOGIA

A ETA Rainha Isabel situada no município de Bom Conselho agreste pernambucano, é uma unidade de tratamento compacta de ciclo completo pré-fabricada em fibra, conforme ilustrada na figura 1.

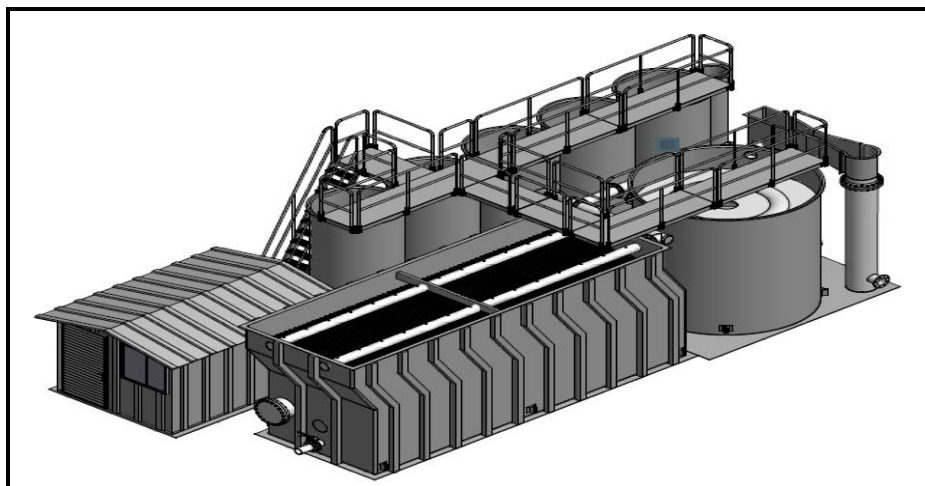


Figura 1: Vista isométrica da Estação de Tratamento de Água Bom Conselho

As unidades operacionais que compõe a ETA são: mistura rápida hidráulica com Calha Parshall (gradiente de mistura entre 850 s^{-1}), floculação em bandeja com uma unidade de floculador (gradiente de 40 s^{-1}), decantação modular com taxa $102,85 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$, filtração em seis filtros descendentes com taxa de $200 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$, dupla camada de antracito e areia nas proporções 28,60% de antracito e 71,40% de areia (filtros autolaváveis/multicelulares), célula de filtração trabalhando com camada suporte e meio filtrante conforme tabela 1 e 2, e desinfecção.

Tabela 1 – Camada suporte – Pedregulho.

<i>CAMADA</i>	<i>TAMANHO</i>	<i>ESPESSURA (mm)</i>
Inferior	$2 \frac{1}{2} - 1 \frac{1}{2}$	100
2 ^a	$1 \frac{1}{2} - 3/4$	80
3 ^a	$3/4 - 1/2$	80
4 ^a	$1/2 - 1/4$	80
5 ^a	$1/4 - 1/8$	80
Superior	$1/8 - \text{N}^{\circ}8$	80
TOTAL		500

Tabela 2 – Camada suporte – Pedregulho.

<i>DUPLA CAMDA</i>	<i>ANTRACITO</i>	<i>AREIA</i>
Tamanho efetivo	1,2 mm	0,6 mm
Coefficiente de desuniformidade	$\leq 1,4$	$\leq 1,4$
Faixa de peneiras	1,18 a 2,36 mm	0,5 e 1,18 mm
Peso específico real	1600 a 1650 kg/m ³	2600 a 2650 kg/m ³
Peso específico aparente	840 a 870 kg/m ³	-
Dureza	$\geq 3,0$ - escala de Mohs	-
Altura	200 mm	500 mm

Para realizar a avaliação da eficiência da ETA Princesa Isabel foram coletados dados históricos das operações unitárias e ensaio de jar test. No ensaio de jar test foi utilizado a dosagem atual de sulfato da ETA que é de 26 mg/l variando entre dosagens de 25, 26, 27 e 28 mg/l com gradiente de 40 s⁻¹ e tempo de detenção de 19,40 minutos. Os testes também foram realizados considerando a substituição do floculador existente por dois floculadores com gradientes propostos de 35 s⁻¹ e 20 s⁻¹ e tempos de detenção de 13,50 minutos em cada unidade de floculação totalizando 27 minutos de tempo de detenção. Atualmente a ETA opera com apenas um floculador de altura útil igual a 3,30 m, diâmetro de 3,00 m e área de 7,07 m².

As análises foram realizadas de acordo a NBR Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público e as literaturas que abordam o tema tratamento de água, concepções e projetos.

RESULTADOS OBTIDOS

Durante a operação observou-se que o tempo de detenção no floculador era insuficiente sendo apenas de 19,40 minutos. A NBR 12.216 recomenda de 20 a 30 min de detenção este tempo varia de acordo com a qualidade da água a ser tratada, devendo este ser definido através de teste de bancada. Devido ao tempo inadequado da água no floculador os flocos chegam muito finos nos decantadores modulares ocasionando a passagem para as unidades de filtração. Nas tabelas 3, 4 e 5 são apresentados os resultados obtidos nas análises realizadas na planta, jar test para as condições iniciais da ETA e jar test com os dois floculadores propostos, respectivamente.

Tabela 3 - Análises realizadas na planta.

<i>DATA</i>	<i>TUBIDEZ (UNT)</i>	
	<i>ÁGUA BRUTA</i>	<i>ÁGUA TRATADA</i>
16/11/2016	2,01	2,02
17/11/2016	1,60	2,18
18/11/2016	2,69	2,93
19/11/2016	1,87	1,93

Tabela 4 – Testes em bancada com as condições da ETA.

<i>TURBIDEZ</i>	<i>JARRO 1</i>	<i>JARRO 2</i>	<i>JARRO 3</i>	<i>JARRO 4</i>
ÁGUA BRUTA	2,05	2,05	2,05	2,05
ÁGUA DECANTADA	3,15	2,18	2,93	2,96
DOSAGEM DE SULFATO	25 mg/l	26 mg/l	27 mg/l	28 mg/l

Tabela 5 - Testes em bancada com as propostas para os floculadores.

<i>TURBIDEZ</i>	<i>JARRO 1</i>	<i>JARRO 2</i>	<i>JARRO 3</i>	<i>JARRO 4</i>
ÁGUA BRUTA	2,05	2,05	2,05	2,05
ÁGUA DECANTADA	0,52	0,65	0,65	0,71
DOSAGEM DE SULFATO	25 mg/l	26 mg/l	27 mg/l	28 mg/l

De acordo com a tabela 3 é possível verificar que a água decantada apresenta turbidez maior que a água bruta, pois o tempo de floculação não é suficiente para formar flocos densos capazes de serem removidos no decantador modular.

A tabela 4 apresenta o ensaio de bancada com as mesmas condições da ETA variando a dosagem de coagulante, tendo resultado parecido com os realizados na planta para mesma dosagem.

Já na tabela 5 foi realizado teste com dois gradientes propostos de 35 s⁻¹ e 20 s⁻¹ e tempos de detenção de 13,50 minutos para cada floculador considerando a substituição do floculador existente por dois floculadores 2,50 m de diâmetro e 3,30m de altura útil, aumentando desta forma o tempo total de detenção que passaria de 19,40 minutos para 27 minutos. Os resultados auferidos são bem superiores as condições atuais da ETA, além de proporcionar economia com dosagem de coagulante.

O mecanismo de coagulação na ETA Pricesa Isabel é o de varredura. O mecanismo de varredura é utilizado para tecnologias convencionais, ou de ciclo completo, que incluem as etapas de tratamento: coagulação, floculação, decantação e filtração. Os flocos formados no mecanismo de coagulação por varredura deverão apresentar densidade suficiente para permitir sua deposição nos decantadores.

No floculador não é possível fazer análise visual do processo (tamanho dos flocos), o fluxo é descendente, a NBR 12116 no item 5.9.9 cita que “os tanques de floculação devem apresentar a maior parte da superfície exposta, de modo a facilitar o exame do processo”.

A taxa de filtração é uma variável de suma importância nas unidades multicelulares de filtração. Nos filtros a velocidade ascensional para lavagem não é suficiente, a lavagem apresentava velocidade de 0,52 m/min. e expansão em torno 10% o que é não é suficiente para limpeza do material utilizado na filtração (antracito + areia) com taxa de 200 m³/m²/dia, desta forma mesmo com a qualidade de água decantada estando boa, em pouco tempo irá colmatar o leito filtrante inviabilizando o tratamento.

A proporção areia e antracito estão fora da recomendada na literatura (40% de areia + 60% de antracito), a existente é de 700 mm (200 mm de antracito 28,60% + 500 mm de areia 71,40%), além do tamanho efetivo da areia ser de 0,60 mm. A espessura relativa das camadas de antracito e areia tem influência direta na duração da carreira de filtração, quanto maior a razão entre o volume de antracito e areia, maior será o tempo entre as lavagens consecutivas. A camada suporte apresenta-se bastante irregular o que não ajuda na lavagem dos filtros gerando caminhos preferenciais.

O recomendável é que a areia tenha tamanho efetivo entre 0,70 e 0,85 mm e carvão antracito entre 1,30 mm e 1,60 mm a fim de evitar intermesclar muito acentuada na interface antracito areia e comprometer o leito filtrante, e altura do leito de 800 mm (480 mm de antracito / 60% + 320 mm de areia / 40%).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nas estações de tratamento com filtros multicelulares (autolaváveis) a lavagem de cada unidade filtrante é realizada com o fluxo das demais e possuem grandes vantagens na operação desde que esteja bem projetada. As principais vantagens apresentadas pela utilização deste tipo de filtro são: não requer equipamentos mecânicos (bombas) nem reservatórios para lavagem, necessita de poucas válvulas e tubulações, operação facilitada, não há possibilidade de surgir carga negativa no leito filtrante, e a expansão do leito inicia-se lentamente, pois quando o nível do filtro está abaixo do vertedor geral de saída a velocidade do fluxo ascendente começa a aumentar gradualmente até atingir o valor máximo quando o nível da água chega a calha coletora de água de lavagem.

A substituição do floculador existente por outros dois com 2,50 m de diâmetro e 3,30 m de altura útil cada, é necessária para que o tempo de detenção atinja 27 minutos com respectivos gradientes de 35 s^{-1} e 20 s^{-1} sendo este tempo o adequado para a formação de flocos que possam ser sedimentados no decantador evitando a passagem desses para os filtros, para as condições desta ETA.

Também se observou a necessidade da instalação de um sexto filtro com a mesma área dos demais já existentes para que a velocidade fique em $0,72 \text{ m/min}$, suficiente para lavagem do antracito e areia sem possibilidade de perda de material e proporcionando uma expansão de 25% onde a nova taxa ficaria em $163,63 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$.

A tabela 6 apresenta detalhadamente os tamanhos e as espessuras da camada suporte.

Tabela 6 - Camada suporte – Pedregulho (Situação proposta).

<i>CAMADA</i>	<i>TAMANHO</i>	<i>ESPESSURA (mm)</i>
Inferior	1 ½" – 1"	100
2 ^a	1" - ¾"	80
3 ^a	¾ - ½"	80
4 ^a	½ - 3/16"	80
5 ^a	Malha 10 fio 24	80
TOTAL	420	

Sugerimos a uniformidade na composição da camada suporte conforme tabela 6 ou eliminação da mesma e implantação de crepinas especiais de fluxo radial que não necessitam desta camada.

RECOMENDAÇÕES

A implementação das modificações sugeridas possibilitam equalizar os problemas das operações unitárias de floculação e filtração da ETA Rainha Isabel. Para o processo de floculação a substituição do floculador atual por dois novos floculadores devido a qualidade da água bruta que está sendo aduzida para tratamento.

Nos ensaios em laboratório detectou-se que os gradientes adequados são 35 s^{-1} e 20 s^{-1} com tempo de detenção de 13,50 minutos para cada floculador.

Os filtros multicelulares utilizados na ETA funcionam muito bem desde que bem projetados hidráulicamente, utilizado o material correto no leito filtrante, emprego do sistema de drenagem apropriado e aplicação da camada suporte correta para as necessidades da ETA. No entanto para melhor desempenho desta etapa do tratamento é preciso a instalação de mais um filtro para aumentar a velocidade ascensional de lavagem e adequar a dupla camada de filtração (antracito/areia) nas proporções e granulometrias definidas, além do redimensionar a camada suporte.

É de suma importância que antes da escolha do tipo de tratamento a ser empregado sejam realizados por um período de dois anos ensaios de floculação, análises físico-químicas, hidrobiológicas e microbiológicas da

água a ser tratada antes de determinar uma concepção de tratamento para não ocorrer problemas futuros com o tratamento da água.

A aplicação dessas ações na Estação de Tratamento de Água Princesa Isabel evita a depreciação da qualidade da água contribuindo desta forma para a melhor oferta de água tratada a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DI BERNARDO, L, DANTAS, A. D. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. São Carlos: Rima Editora, 2005, 1584 pg, v. 2.
2. FERREIRA FILHO, S.S. Estudo comparativo do comportamento hidráulico de meios filtrantes de areia-antracito e areia-carvão ativado granular no tratamento de água. 1993. 407 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
3. NBR 12216/ NB00592/ 92/ 27,90 /Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.
4. RICHTER, Carlos A; AZEVEDO NETTO José M. Tratamento de água. Tecnologia atualizada. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher LTDA, 1991