

Desempenho das etapas de tratamento de água da estação de tratamento de água Poxim

Denise Conceição Gois Santos Michelan*, Isabela Ferreira Batista†, Daniela Ferreira Batista††, Débora de Gois Santos*, Luciana Coelho Mendonça*, Daniel Moureira Fontes Lima*

Resumo

A água para consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914 e Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, assim cabe às Estações de Tratamento de Água (ETA) garantir que a mesma chegue ao destino final livre de contaminações. Para isso, a estação de tratamento convencional é composta por mistura rápida, floculação, decantação, filtração e saída da água clorada. Neste trabalho buscou-se avaliar o desempenho das etapas de tratamento na ETA Poxim, localizada em Sergipe, de forma a caracterizar a eficiência da qualidade da água quanto aos parâmetros cor aparente, turbidez e pH, com o intuito de verificar possíveis desvios de etapa no tratamento, de modo a proporcionar menor intervalo de tempo e conseqüentemente chegar na distribuição o mais rápido possível. Como resposta, verificou-se que, de modo geral, na unidade de mistura rápida e floculação, não ocorreu remoção de cor aparente e turbidez. A decantação e a filtração são as unidades do tratamento de água em que melhor ocorre a remoção desses parâmetros com eficiência significativa. Algumas amostras de água da saída do filtro não atenderam aos limites de parâmetros recomendados pela Portaria do Ministério da Saúde e os piores resultados coincidiram com o período chuvoso. Diante do exposto, não se sugere período viável em fase de tratamento da água que possa passar por desvios de etapa no tratamento de água.

Palavras-chave

Otimização, Qualidade da água, Saneamento básico.

Performance of the water treatment stages of the Poxim water treatment plant

Abstract

Water for human consumption must attend drinking standards established by Ministry of Health ordinance 2914 and consolidation nº5, so it is up to Water Treatment Plant (WTP) to ensure that it arrives at its final destination free of contamination. For this, the conventional treatment plant consists of rapid mixing, flocculation, decantation, filtration and chlorinated water outflow. The purpose of this study was to evaluate the performance of the treatment steps in the Poxim WTP, located in Sergipe, Brazil, in order to characterize the water quality efficiency for the parameters apparent color, turbidity and pH, in order to verify possible deviations from the stage in the treatment, so as to provide a shorter time interval and consequently arrive at the distribution as soon as possible. In response, it was found that, in the fast blending and flocculation unit, it is not occurred apparent color removal and turbidity. Decantation and filtration are the water treatment units where the removal of these parameters with significant efficiency is most effective. Some water samples from the filter outlet did not meet the parameters limits recommended by the Ministry of Health Ordinance and the worst results coincided with the rainy season. In view of the above, it is not suggested a viable period in the treatment phase of the water that can pass through deviations of stage in the treatment of water.

Keywords

Optimization, Water quality, Basic sanitation.

I. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à sobrevivência de todos os seres vivos. Quando for destinada ao consumo humano, essa deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação,

seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa. Os teores máximos de impurezas permitidos na água constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água,

*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Sergipe, † Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos - Universidade Federal de Minas Gerais, ††Universidade Federal de Sergipe

E-mails: denise_gois@yahoo.com.br, isabela.f.batista@gmail.com, danielafs16@gmail.com, deboragois@yahoo.com.br, lumendon@uol.com.br, danielmfl@gmail.com

Data de envio: 26/05/2018

Data de aceite: 05/04/2019

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v7iss3p7>

a ser utilizada para um determinado fim, não contenha impurezas que venham a prejudicá-la [1].

Para se adequar aos padrões de qualidade para consumo humano, a água distribuída a uma comunidade ou população, normalmente é tratada nas Estações de Tratamento de Água (ETA) que faz parte do Sistema de Abastecimento de Água.

O tratamento da água consiste em submeter a mesma a processos químicos e físicos que a torna potável; desta forma, a ETA funciona como uma indústria que tem por finalidade transformar água bruta (AB) em água potável (produto final).

O processo de tratamento mais usado no Brasil, segundo Richter [2], é o tratamento convencional, que envolve unidades de mistura rápida, floculação, decantação, filtração e desinfecção, que devem ser avaliadas separadamente de forma a garantir maior adequação da água aos padrões de potabilidade [3].

O processo de tratamento é escolhido com base em fatores econômicos e também alicerçado na qualidade da água bruta, pois, conforme Braga [4], a caracterização da água bruta é ferramenta importante para o diagnóstico da ETA, com indicação de quais são as melhores técnicas de tratamento para uma determinada água, bem como as variações sazonais que indicam a dosagem de produtos químicos. Assim, a qualidade da matéria-prima influencia diretamente os custos de produção da ETA.

Na busca pela otimização dos processos industriais surgem ferramentas que visam o aumento da produção através do controle de processos e automatização das etapas, o que possibilita a obtenção de maior rendimento e controle [5].

Essa procura pelo melhor rendimento está atrelada à eficiência. Essa eficiência de cada etapa do tratamento de água é fundamental para a otimização do processo, de forma a propiciar redução de custos e maiores volumes de água tratada. Segundo Bastos e outros [6], a avaliação funcional da eficiência da ETA deve ser feita, não apenas com a água que entra e que sai da Estação de tratamento, e sim de cada fase que compõe o sistema de tratamento.

Dessa forma, o desempenho no tratamento pode ser melhorado à medida que possíveis falhas em alguma das etapas podem ser corrigidas [4], o que acarreta em maior volume de água tratado em menor tempo e também economia de produtos, gerando redução nos custos do processo de tratamento.

Assim, pautado no argumento de que é possível se tratar maior volume de água em menor tempo, desde que não haja comprometimento da qualidade da água, buscou-se avaliar o desempenho das unidades de tratamento de água da ETA Poxim, que utiliza o sistema convencional para o tratamento. O desempenho do sistema foi avaliado através dos parâmetros cor aparente, turbidez e pH, para as etapas de mistura rápida, floculação, decantação e filtração.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo desenvolveu-se na Estação de Tratamento de Água ETA Poxim, localizada em Aracaju – Sergipe, que envia água para a capital sergipana. No ano de 2017, essa ETA tratava aproximadamente 2040 m³.h⁻¹ de vazão.

Coletou-se amostras de cada etapa do tratamento na ETA Poxim, com totalidade de dezesseis campanhas de monitoramento espaçadas quinzenalmente entre agosto de 2016 e julho de 2017. Todas as amostras foram acondicionadas em garrafas previamente higienizadas com água destilada.

Os procedimentos analíticos processados nesse estudo seguiram referência metodológica do Método Padrão [7]. A referência metodológica para a determinação da cor foi a nº 2120 para comprimento de onda de $\lambda=455$ nm, enquanto que a do pH foi a de nº 4500-H e a turbidez com referência metodológica de nº 2130.

A turbidez e a cor aparente foram estudadas por serem padrões organolépticos de potabilidade, e juntamente com o pH, por serem parâmetros analisados na ETA com frequência horária, o que significa facilidade na detecção de possível piora na qualidade da água em tratamento.

A turbidez, considerada parâmetro físico, demonstra o grau de interferência com a passagem de luz através da água, devido à presença de sólidos em suspensão. Esses podem ser de origem natural como partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microrganismos, ou ainda de origem antrópica como despejos domésticos, despejos industriais e erosão [8].

O parâmetro físico cor aparente indica a presença de substâncias dissolvida na água. Essas substâncias estão associadas à presença de matéria orgânica e mineral em solução.

O pH, parâmetro químico, representa a concentração de íons H⁺ promovendo condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. Esse parâmetro não apresenta riscos em termos de saúde pública, a menos que seu valor seja muito expressivo, podendo provocar irritações nos olhos e na pele [8]. O pH da água bruta na ETA indica qual reagente químico apresentará melhor desempenho nas reações.

Os resultados obtidos para água bruta foram comparados aos critérios estabelecidos pelo CONAMA nº 357 [9] que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências e os demais resultados foram comparados com a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde [10] que é parte integrante da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde [11], que abordam os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Na Tab. 1 são apresentados os valores de tolerância para cada parâmetro em estudo indicado pelo CONAMA e pelas Portarias do Ministério da Saúde. Assim, o monitoramento da água bruta foi comparado com limites para qualidade de água doce, classe 1, 2 ou 3, pois segundo o próprio CONAMA nº 357 [9], essas classes de água doce são aquelas que se permite abastecimento de água para consumo humano, por meio de tratamento simplificado, convencional ou convencional avançado, respectivamente. Ressalva-se que o objetivo, referente à eficiência de cada etapa de tratamento da ETA, foi determinado em função de valores e/ou concentrações de entrada e saída de cada etapa, conforme parâmetros das águas de estudo (Tab. 2), no qual as águas em estudo foram identificadas como água bruta (AB), mistura rápida (MR),

início e final do floculador (IF) e (FF) respectivamente, início e final do decantador (ID) e (FD) respectivamente, coleta em ponto intermediário entre a entrada e saída do decantador (Int D), e saída do filtro (SF). Apenas o decantador apresentou

ponto de coleta intermediário, por causa da sua vasta extensão de comprimento.

A Figura 1 ilustra o fluxograma dos pontos de água coletados.

Tab. 1: Parâmetros físico-químicos a serem monitorados segundo critérios do CONAMA nº 357 [9] e da Portaria nº 2914 [10] e Portaria de Consolidação nº 5 [11].

CONAMA		Portaria do Ministério da Saúde	
Parâmetros	Tolerância máxima para água doce	Parâmetros	Tolerância máxima
Turbidez	40 uT (classe 1) 100 uT (classe 2 e 3)	Turbidez	1uT
Cor verdadeira	Cor natural de corpo de água (classe 1) 75 uT (classe 2 e 3)	Cor aparente	15 uH
pH	6,0 – 9,0	pH	6,0 – 9,5

Fonte: adaptado de [9], [10] e [11].

Tab. 2: Informações de entrada e saída de cada etapa de tratamento da ETA.

Etapa	Unidade de tratamento	Dados de Entrada	Localização Intermediária	Dados de saída
1	Mistura Rápida	AB (Água Bruta)	-	MR (Mistura Rápida)
2	Floculador	IF (Início do Floculador)	-	FF (Final do Floculador)
3	Decantador	ID (Início do Decantador)	Int D (Intermediário no decantador)	FD (Final do Decantador)
4	Filtro	FD (Final do Decantador)	-	SF (Saída do Filtro)

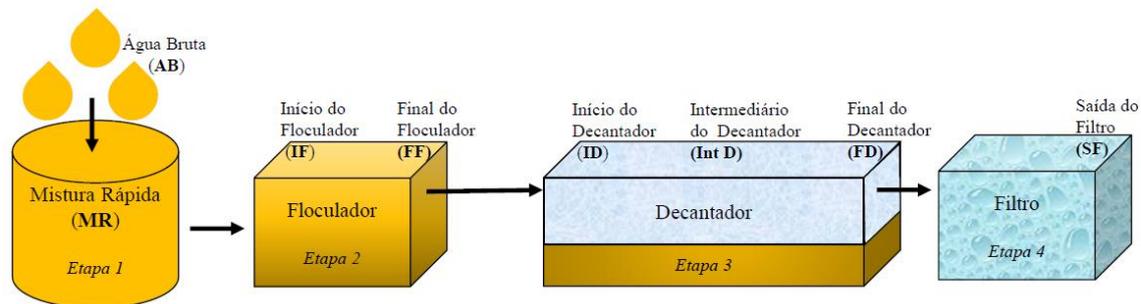


Fig. 1: Fluxograma dos pontos de coleta de água.

Assim, o sistema de tratamento foi dividido em quatro etapas que teve seu desempenho avaliado individualmente, conforme os dados de entrada e de saída de cada unidade de tratamento. A água foi considerada apta a desviar da etapa de tratamento ao atingir eficiência igual a 100% para os parâmetros cor e turbidez. Com relação à verificação de quais períodos, possivelmente, poderia haver alteração de trajetória entre as unidades, durante o tratamento na ETA, essa informação foi definida em função das estações do ano no Nordeste do Brasil e baseou-se nos dados obtidos, ou seja, havendo reduções significativas do parâmetro de uma etapa para a outra, a etapa posterior poderia ser omitida, o que leva a água a permanecer menor tempo na ETA, e chegar às edificações, em tempo hábil inferior ao tradicional.

Todas as amostras coletadas foram processadas no mesmo turno da coleta. Outra observação que se fez pertinente é com relação à precipitação pluviométrica nas proximidades da ETA Poxim, referente a 3 dias antes da coleta. Isso ocorre porque a precipitação poderia estimular o escoamento superficial das águas de chuva no solo, às margens do manancial abastecedor da ETA Poxim, carregando para o manancial essa água gerada do escoamento juntamente com impurezas presentes no solo, além de propiciar maior instabilidade das margens do rio, o que pode ocasionar erosão.

A presença de precipitação que antecedeu os dias de coleta foi registrada nos dias 03/11/2016; 23 e 24/03/2017; 05, 06 e 07/04/2017; 21, 22 e 23/06/2017 e em todos os dias do mês de junho/2017 até dia 07/07/2017. Essas informações foram obtidas com base no INMET (2016-2017), cuja localização da

estação operante é ARACAJU – SE (OMM: 83096), latitude -10,95°, longitude -37,04° e altitude 4,72 m.

III. RESULTADOS

Os resultados para o parâmetro pH estão apresentados na Tab. 3, correspondente às 16 campanhas. O período com chuva não trouxe interferência quanto ao parâmetro pH.

De modo geral, os resultados das amostras da água bruta apresentaram singela tendência à acidez, com exceção das amostras de 07/04/2017 (Coleta 13) até a última amostra, com valores enquadrados de acordo com a Resolução CONAMA n°. 357 [9]. A mesma observação se faz com relação às demais

amostras referentes ao pH, comparada com as Portarias do Ministério da Saúde [10] e [11]. Como a água de saída do filtro, que é a distribuída à população, apresentou predominância inferior ao mínimo recomendado pelas portarias, recomenda-se fazer a correção do pH da água, de modo a enquadrá-la entre 6,0 e 9,5.

Tab. 3: Dados de coleta referente ao pH das unidades da ETA Poxim.

Coleta	AB	MR	IF	FF	ID	Int D	FD	SF
1	5,00	4,50	5,00	4,00	4,50	4,50	4,50	5,00
2	5,00	5,00	4,50	4,50	5,00	5,00	4,50	6,00
3	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	5,50	5,00	5,50
4	5,00	4,50	4,50	5,00	5,50	6,00	5,00	5,00
5	4,50	4,50	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
6	5,00	4,50	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
7	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	4,50	5,00
8	5,00	4,50	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
9	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00
10	5,00	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,00	5,00
11	5,62	4,65	5,56	5,35	5,61	5,72	5,80	5,79
12	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,50	5,00	5,00
13	8,00	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
14	6,50	6,00	6,50	6,50	7,00	7,00	6,50	6,50
15	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
16	7,00	6,00	6,00	5,50	6,50	6,50	6,50	6,50

Legenda: AB – água bruta, MR – água na mistura rápida, IF – água no início do floculador, FF – água no final do floculador, ID – água no início do decantador, Int D – água em ponto intermediário do decantador, FD – água do final do decantador, SF – água na saída do filtro.

Não foi observado grande variação do pH entre as etapas de tratamento, na mesma campanha, o que indica que a água tende a permanecer com o mesmo pH durante todo o tratamento.

A. Eficiência da Unidade de Tratamento - Mistura Rápida

Na maioria das amostragens houve acréscimo entre a cor e turbidez da água bruta e a cor e turbidez do início do floculador; desta forma, o valor da eficiência é negativo (Fig. 2). Isso pode ser justificado porque, na etapa anterior à floculação, houve adição do coagulante, com o objetivo de desestabilizar as partículas coloidais através de dois fenômenos: o químico e o físico. O primeiro acontece por meio das reações do coagulante com a água e formação de espécies hidrolisadas carregadas positivamente ou os precipitados do alumínio proveniente do coagulante utilizado. Por sua vez, o de ordem física, atua no processo do transporte

das espécies hidrolisadas, de modo a formar aglomerados (flocos) maiores [12], o que pode caracterizar aspecto de sujeira. Segundo Von Sperling [13], quando a origem da cor é natural (água bruta), não traz risco direto à saúde, entretanto consumidores tendem a duvidar da confiabilidade da água.

Com base na Fig. 2, observa-se que das dezesseis campanhas realizadas, apenas três apresentaram remoção na etapa 1, que só seria possível desviar essa etapa, caso a água bruta apresentasse baixos níveis de cor aparente e turbidez, o que não foi observado, pois a cor aparente ao longo do estudo variou de 115 a 652 uH, enquanto que a da turbidez oscilou entre 12 e 57 uT, para a água bruta. Conforme os dados apresentados na Tab. 4, a água do rio Poxim apresenta significativos valores para os parâmetros analisados, o que exige maior atenção no tratamento, assim como maiores dosagens de coagulante.

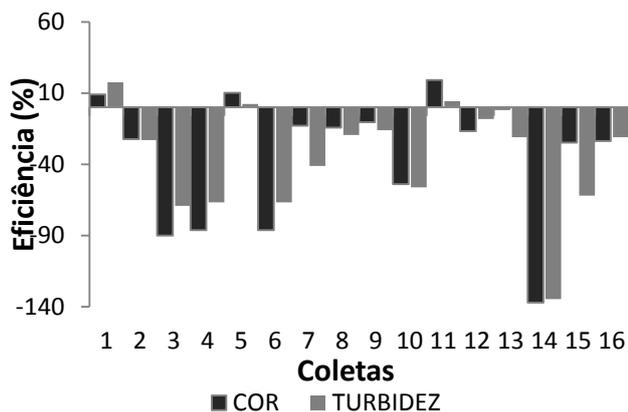


Fig. 2: Eficiência da remoção da cor e turbidez na etapa 1 do tratamento de água (Mistura Rápida).

Tab. 4: Resultados da análise cor e turbidez da água bruta

Coleta	Cor	Turbidez
1	167	17
2	152	13
3	149	13
4	115	12
5	502	42
6	181	14
7	217	17
8	372	36
9	318	31
10	171	16
11	307	23
12	359	37
13	652	57
14	350	29
15	566	50
16	393	57

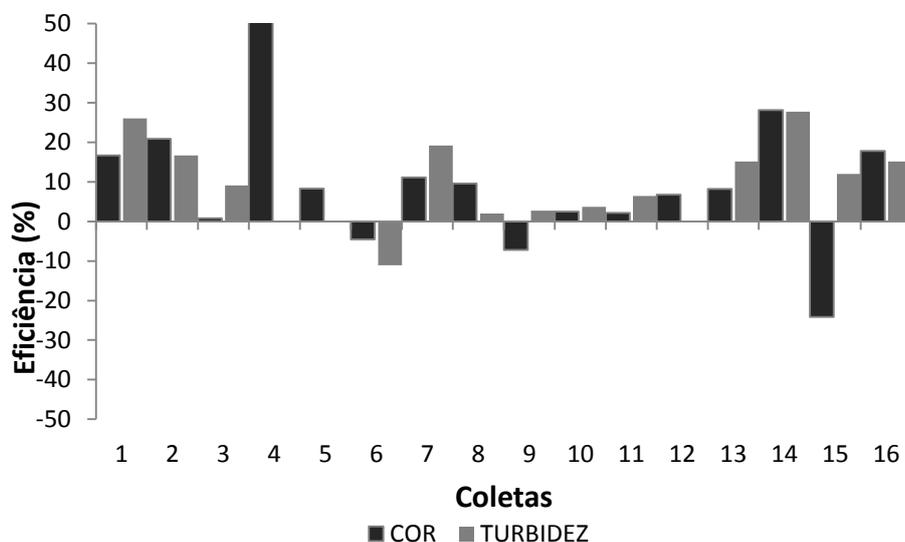


Fig. 3: Eficiência da remoção da cor e turbidez na etapa 2 do tratamento de água (Flocculador).

Os dados de turbidez de água bruta foram comparados com as classes de água para o tipo água doce, o que indicou maior predominância de enquadramento para o manancial na classe 1, com tendência para a classe 2 no período do outono, que para a região têm-se o início das primeiras chuvas do ano. O período em que se enquadra a água bruta como classe 2 está associado à precipitação ocorrida da região, caracterizado pelo período chuvoso (aproximação do inverno). Desta forma, a água do manancial Poxim, se enquadra na classe 1, não admitindo um tratamento simplificado.

B. Eficiência da Unidade de Tratamento – Flocculador

O flocculador tem por objetivo proporcionar agregação das impurezas para formar os flocos. A velocidade da água é menor nessa etapa, assim é possível que alguns dos flocos formados tenham decantado e permanecido nessa unidade de flocculação até a próxima limpeza da unidade, o que resultou, ao longo das campanhas, pequenas ou nulas remoções.

A Fig. 3 apresenta a eficiência dessa etapa. Conforme pode-se observar, ao longo das campanhas, o melhor desempenho da unidade apresentou eficiência de aproximadamente 50%, valor que não permite desvio da próxima etapa. Em algumas campanhas, observa-se piora na qualidade da água que pode ser justificado por possíveis revolvimentos da lâmina de água, ocasionado pela incidência do vento, o que pode aumentar a velocidade da água e dificultar a formação de flocos.

C. *Eficiência da Unidade de Tratamento – Decantador*

Como nessa etapa as partículas formadas no processo de coagulação tendem a sedimentar através da ação da gravidade e se depositar no fundo do decantador, a água em estudo apresentou significativos valores de redução da cor e turbidez. Na Fig. 4 observa-se os resultados dessa etapa.

Comparando-se a etapa anterior com o decantador, nota-se a respeito da turbidez que entre os valores obtidos para a água bruta e o final do floclador, a turbidez permaneceu praticamente constante. A partir do decantador houve maior predominância de redução da turbidez. A exceção correspondeu apenas ao mês de julho de 2017 (campanhas 15 e 16), no qual houve registro de precipitação, conforme Fig. 5.

Com relação à cor aparente, nos meses de abril e maio de 2017 não houve remoção desse parâmetro, também relacionado à presença da precipitação (Fig. 5).

O decantador foi a etapa de tratamento de água que melhor removeu a turbidez e a cor, como se pode observar os resultados na Fig. 4, qualitativa e quantitativamente, se comparados com as demais etapas.

As coletas 3 e 4 apresentaram eficiência de 100% para a remoção da turbidez, porém a eficiência na remoção da cor foi 31,7 e 62,26%, respectivamente, o que não enquadra a água nos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde; dessa forma, a próxima etapa não pode ser desviada.

Algumas campanhas apresentaram piora na qualidade da água, o que pode ser explicado devido às características da água bruta ou à baixa dosagem de coagulantes, que não promoveu a aglutinação de todas as partículas na etapa anterior.

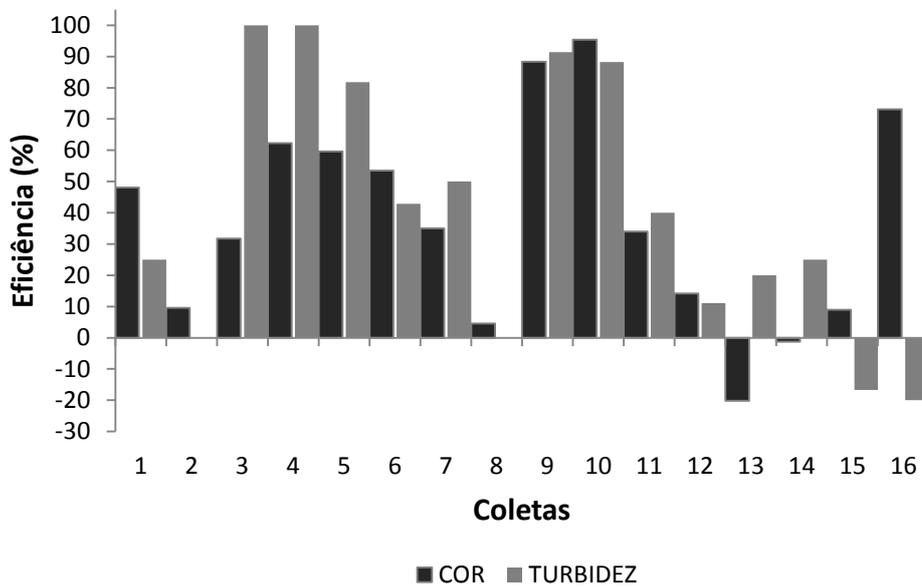


Fig. 4: Eficiência da remoção da cor e turbidez na etapa 3 do tratamento de água (Decantador).

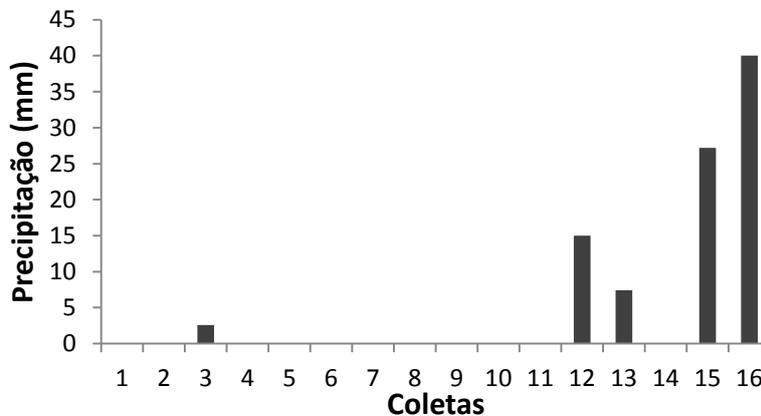


Fig. 5: Somatório da precipitação do dia da coleta e dos três dias precedentes à coleta.

D. *Eficiência da Unidade de Tratamento – Filtro*

Sendo a última etapa do tratamento de água, esperou-se que o filtro apresentasse o máximo de eficiência na remoção da

cor e turbidez, de forma a enquadrar a água nos padrões de potabilidade. A Fig. 6 apresenta os resultados obtidos para a remoção da cor e turbidez na etapa de tratamento 4.

Apesar da significativa redução dos parâmetros estudados, a coleta 4 foi a única que apresentou 100% de eficiência na remoção da cor e turbidez, as demais coletas, mesmo não chegando à eficiência máxima, enquadraram a maioria das amostras aos padrões de potabilidade.

Vale ressaltar que algumas campanhas apresentaram piora na qualidade da água ao passar pelo filtro, algumas delas já tinham atingido boa qualidade na etapa anterior. Isso pode ocorrer devido às condições de manutenção e limpeza do filtro, pois a quantidade de sujeira na camada porosa pode provocar a colmatação do meio filtrante do filtro.

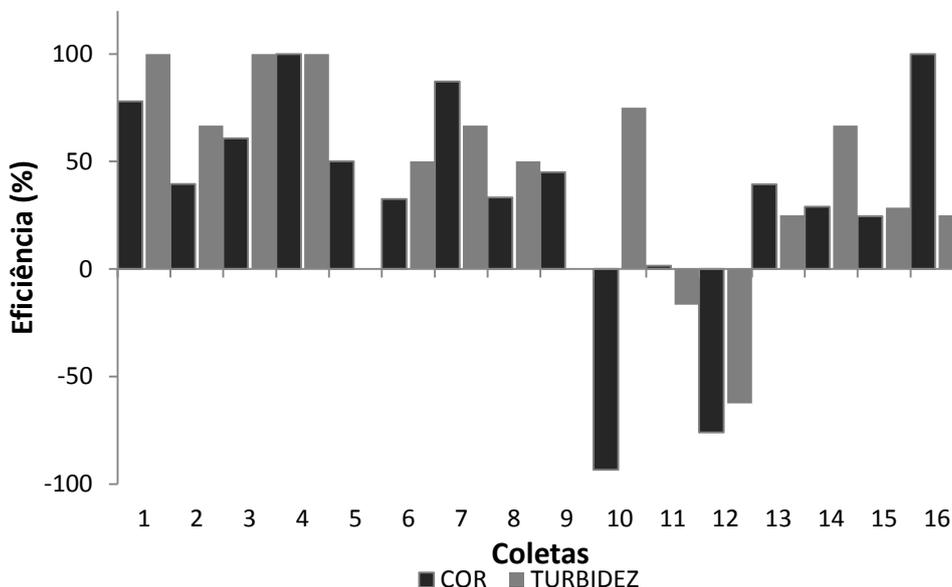


Fig. 6: Eficiência da remoção da cor e turbidez na etapa 4 do tratamento de água (Filtro).

E. Avaliação do desempenho das etapas da ETA Poxim

Ao analisar as amostras, verificou-se que, devido aos expressivos índices de cor e turbidez da água do manancial, apenas após passar pela última etapa de tratamento algumas amostras se adequaram aos padrões de qualidade exigidos pelas Portarias do Ministério da Saúde [10] e [11], cumprindo assim os limites impostos por este órgão regulador.

Pode-se observar que os piores índices se destacaram nos meses de março a julho, período que coincide com as chuvas na bacia hidrográfica.

Para o parâmetro turbidez, as Portarias do Ministério da Saúde [10] e [11] recomenda 1uT, porém observou-se que 56,25% das amostras analisadas na saída do filtro apresentaram valores acima do recomendado, ou seja, fora do padrão. Para o parâmetro cor percebeu-se que quatro das amostras apresentaram valores menores que 15uH que é o valor recomendado, assim apenas 25% das amostras atenderam às portarias.

Observou-se ainda que, na coleta do dia 23 de junho de 2017 (15ª campanha), quando a água bruta apresentou o pior índice de turbidez e cor, a amostra da saída do filtro apresentou 9 uT e 46 uH para turbidez e cor aparente, respectivamente. O pior índice registrado na saída do filtro foi observado no dia 24 de março (13ª campanha) onde a água apresentou 13 uT para o parâmetro turbidez e 139 uH para cor.

IV. CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que as etapas de tratamento da ETA em estudo apresentam bom desempenho na redução dos níveis

de cor e turbidez e pH, 18,75% das amostras ficaram dentro do recomendado pelas Portarias do Ministério da Saúde [10] e [11]. Assim, a água apresenta tendência à acidez, que deve ser corrigida antes de ser distribuída aos usuários.

Observou-se ainda que, em virtude das características da água bruta do rio Poxim, somada às concentrações de chuvas em localidades que influenciaram a qualidade da água do rio, não se pode afirmar que em alguma estação do ano, será viável o desvio de rotas durante o tratamento de água. Percebe-se significativas reduções dos parâmetros entre o final do floculador e início do decantador. Possivelmente nessa mudança de etapa, em alguns períodos do ano, possa ser viável o desvio da água em tratamento, a partir da instalação de tubulação coletora de água, localizada em ponto intermediário do decantador (aproximadamente na metade do comprimento do decantador), de modo que a água desprenda menor tempo no interior da ETA.

A avaliação funcional da ETA Poxim em todas as entradas e saídas das unidades de tratamento de água foi realizada conforme recomendação de Bastos e outros [6]. Como recomendação para este estudo, de modo geral, não se sugere que etapas do tratamento sejam omitidas, uma vez que a qualidade da água bruta não favorece esse procedimento, de modo a garantir água com qualidade potável.

de turbidez e cor aparente, no entanto deve-se atentar para os dias em que esses parâmetros não são atendidos, a fim de garantir um tratamento adequado para essa situação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a COPEs e DESO.

V. BIBLIOGRAFIA

- [1] CORREA DA; AMARAL L. Análise microbiológica da água e torneiras dos bebedouros das escolas do município de Ilícinea e Campos Gerais-MG. Orientadora: Poliana de Oliveira Coelho. Campos Gerais. Faculdade de Ciências e Tecnologias de Campos Gerais – FACICA, 2012. Monografia (Conclusão de curso) 53p.
- [2] RICHTER CA. ÁGUA: Métodos e Tecnologia de Tratamento. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- [3] LOPES VC. Proposição de um Índice para Avaliação de Desempenho de Estações Convencionais de Tratamento de Água. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG, 2005.
- [4] BRAGA FP. Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água do município de Juiz de Fora – MG. Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2014.
- [5] BATALHA M. Introdução à Engenharia de Produção. Elsevier Editora Ltda., 2013.
- [6] BASTOS R; OLIVEIRA D; FREITAS AG; NASCIMENTO LE. Ensaios de trabalhabilidade e avaliação de desempenho, recursos fundamentais de projeto e operação de ETAs com vistas à otimização do tratamento e da qualidade da água. VIII Exposição de Experiências Municipais de Saneamento, Minas Gerais: Belo Horizonte. 2005.
- [7] STANDARD Methods for examination of water and wastewater. 21th ed. Washington: APHA. 2005.
- [8] ALMEIDA JC. Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Pelotas, 2013.
- [9] BRASIL. Resolução CONAMA n°. 357 de 17 de março de 2005 do Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, padrão de potabilidade de água para consumo animal e dá outras providências. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>
- [10] BRASIL. Portaria n°. 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011. Disponível em: http://bvmsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
- [11] BRASIL. Portaria de Consolidação n° 5. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 2017. Disponível em: http://bvmsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html
- [12] DI BERNARDO L; SABOGAL PAZ LP. Seleção de Tecnologias de tratamento de água. São Carlos: Editora LDIBE LTDA. 2008. Volume 1. 878p.
- [13] VON SPERLING M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.