

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA DUPLA FILTRAÇÃO PARA
REMOÇÃO DE TURBIDEZ EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ÁGUA**

Daniele Cristina de Oliveira

Belo Horizonte
2012

Daniele Cristina de Oliveira

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA DUPLA FILTRAÇÃO PARA REMOÇÃO DE TURBIDEZ EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Saneamento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Saneamento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Libânio

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG

2012

O48a	<p>Oliveira, Daniele Cristina de.</p> <p>Avaliação da eficiência da dupla filtração para remoção de turbidez em uma estação de tratamento de água [recurso eletrônico] / Daniele Cristina de Oliveira. – 2012.</p> <p>1 recurso online (30 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: Marcelo Libânio.</p> <p>“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Saneamento e Meio Ambiente da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.”</p> <p>Bibliografia: f. 29-30.</p> <p>1. Engenharia sanitária. 2. Meio ambiente. 3. Água - Estações de tratamento. 4. Água - Purificação - Filtração. I. Libanio, Marcelo, 1960-. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p>CDU: 628</p>
------	--

Ficha catalográfica: Biblioteca Profº Mário Werneck, Escola de Engenharia da UFMG

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo e ao meu filho pelo apoio e amor incondicional.

Ao professor Marcelo, eterno mestre pela compreensão e dedicação em ensinar e orientar.

A minha querida amiga Anmara pela disponibilidade de ajudar sempre.

A Vanessa, pelo companheirismo e cumplicidade nos momentos bons e nos ruins.

RESUMO

A qualidade dos corpos hídricos está intimamente ligada aos usos da bacia na qual os mesmos estão inseridos. Atualmente, com o crescimento desordenado dos centros urbanos, os ecossistemas aquáticos sofrem grandes pressões que acabam por deteriorar a qualidade de suas águas. Dentro desse aspecto é de suma importância avaliar a qualidade da água bruta que aflui às estações de tratamento, a fim de se produzir água potável a partir da remoção ou redução de determinados constituintes dessa água, que a caracterizam em condições naturais como impura ou imprópria para consumo humano. Diante disso, é justificável o conhecimento prévio da água bruta e suas características para nortear a seleção de processos de tratamento, tendo como premissa básica a qualidade da água bruta, bem como a qualidade desejada para a água tratada. O método de tratamento da água pode representar um obstáculo à transmissão de doenças. O tipo de tratamento pode divergir de uma simples desinfecção a um tratamento mais complexo, dependendo das condições do manancial utilizado. Nesse contexto, destaca-se a importância da filtração no tratamento de água como sendo a etapa principal realizada em uma ETA, que constitui uma fundamental barreira sanitária adiante a desinfecção que completa o ciclo do tratamento convencional. Diante dessa situação, este trabalho buscou avaliar o desempenho de uma estação de tratamento de água (ETA) de dupla filtração, utilizando os parâmetros cor aparente e turbidez e comparando os resultados obtidos aos limites estabelecidos pelo padrão de potabilidade, conforme legislação federal do Ministério da Saúde - Portaria 2914/2011 e ainda, avaliar a eficiência da ETA quanto a remoção de cor e turbidez. Ao fim deste trabalho, pôde-se inferir que a eficiência global de remoção de cor foi de 93,6% e para o parâmetro turbidez, 97,6%, considerando períodos secos e chuvosos, o que reitera o bom funcionamento da ETA ainda quando vigia a Portaria que precede a atual.

Palavras-chave: ETA. Dupla filtração. Eficiência. Turbidez. Cor

ABSTRACT

The quality of water bodies is closely tied to the uses of the basin in which they are inserted. Currently, with the disordered growth of urban centers, aquatic ecosystems suffer great pressure which eventually deteriorate the quality of its waters. This aspect is of paramount importance to assess the quality of the raw water that surge to the treatment plants, in order to produce drinking water from the removal or reduction of certain constituents of the water, natural conditions that characterize it as unclean or unfit for human consumption. Given this, it is appropriate to the prior knowledge of raw water and its features to guide the selection of treatment processes, with the basic premise of raw water quality, as well as the desired quality for treated water. The method of water treatment may pose a barrier to the transmission of diseases. The type of treatment can vary from a simple to a more complex treatment disinfection, depending on the source used. In this context, we highlight the importance of filtration in water treatment as the main stage held in an ETA, which constitutes a fundamental health barrier further disinfection supplementing the conventional treatment cycle. At the end of this work, it might be inferred that the overall efficiency of color removal was 93.6 and turbidity parameter, 97.6, whereas dry spells and rainy, which reiterates the good functioning of the ETA even when the watchman Ordinance that precedes the current one.

Keywords: ETA. Double filtration. Efficiency. Turbidity. Color

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
CETESB	COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO
FDA	FILTRAÇÃO DIRETA ASCENDENTE
FDD	FILTRAÇÃO DIRETA DESCENDENTE
L/s	LITRO POR SEGUNDO
m	METRO
uH	UNIDADE DE HAZEN
UNT	UNIDADE NEFELOMÉTRICA DE TURBIDEZ
VMP	VALOR MÁXIMO PERMITIDO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	ETA Pípiripau	17
Figura 2	Módulo de dupla filtração de seção circular	19
Figura 3	Gráfico da média de cor	21
Figura 4	Gráfico da média de turbidez	22
Figura 5	Gráfico de comparação entre as Portarias 518/2004 e 2914/2011 período seco	23
Figura 6	Gráfico de comparação entre as Portarias 518/2004 e 2914/2011 período chuvoso	24
Figura 7	Gráfico de eficiência anual de remoção de cor	25
Figura 8	Gráfico de eficiência anual de remoção de turbidez	26

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1	Padrões de atendimento estabelecido pela Portaria 2914/2011 Ministério da Saúde	20
----------	--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.2 Objetivo Geral	12
1.3 Objetivos Específicos	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Aspectos gerais do tratamento de água	13
2.2 Qualidade da água	14
2.3 Filtração	15
2.3.1 Filtração direta ascendente	16
2.3.2 Filtração direta descendente	17
2.3.3 Dupla Filtração	18
3 METODOLOGIA	20
3.1 Estação de tratamento	20
3.2 Obtenção dos resultados	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Análise estatística do monitoramento	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de um recurso hídrico, assim como sua quantidade está vinculada aos seus usos, ou seja, o manancial responde à condição da bacia. O que se observa é a crescente necessidade do manejo adequado dos recursos hídricos compatibilizando-os com seus diversos usos de forma a garantir a água na qualidade e quantidade desejáveis aos diversos fins. Considera-se este um dos maiores desafios da humanidade, saber utilizar seus recursos hídricos garantindo hoje e sempre seus usos múltiplos (MOTA, 2006).

O controle de qualidade da água vai além do monitoramento genuíno do afluente e do efluente da estação de tratamento de água (ETA). Exige o controle operacional e a avaliação permanente dos processos e das operações unitárias.

Na concepção de Bastos (2000) o desempenho de uma ETA está ligado de forma intrínseca à seleção adequada da tecnologia de tratamento a ser utilizada e de projeto criterioso, aliado ainda à disponibilidade de recursos humanos e materiais que propiciem uma boa prática de operação.

Dentre as diversas etapas que compõem o sistema de tratamento de água, a filtração destaca-se como o processo que tem como função a remoção das partículas responsáveis pela cor e turbidez, onde a presença destas podem comprometer a eficiência da desinfecção na inativação dos microrganismos patogênicos.

Dentro dessa linha de abordagem Libânio (2010) afirma que nas estações de tratamento convencionais fica a cargo da filtração possivelmente a função mais importante, por ser a etapa em que, se houver falhas nas etapas anteriores, podem ser suprimidas garantindo a confiabilidade do tratamento, bem como a qualidade da água.

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar o desempenho de uma estação de tratamento de água (ETA) de dupla filtração utilizando os parâmetros cor aparente e turbidez e comparando os resultados obtidos aos limites estabelecidos pelo padrão de potabilidade, conforme legislação federal do Ministério da Saúde - Portaria 2914/2011.

1.2 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho de uma estação de tratamento de água (ETA) de dupla filtração a partir de dados operacionais referentes a um período de cinco anos.

1.3 Objetivos Específicos

a) Avaliar a eficiência da mencionada ETA na remoção de cor aparente e turbidez.

b) Confrontar os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do tratamento de água

Muitas são as fontes de poluentes que degradam a qualidade das águas e estas podem ser localizadas de forma pontual, quando são lançados diretamente em um determinado local ou difusa, quando são lançados de forma dispersa nos corpos d'água (MOTA, 2006).

Desde os tempos remotos, fatos históricos se relacionam com o controle da qualidade da água. Segundo Pereira (1979 apud Machado, 2004) na bíblia é possível encontrar referências à acumulação, classificação, filtração e destilação de águas, objetivando a melhoria de sua qualidade. Tais fatos justificam, portanto, a importância do tratamento de água como premissa a saúde e qualidade de vida.

Para Casseb e Heller (1995), o tratamento de água visa condicionar as características da água bruta como encontrada na natureza, para que possa atender a qualidade necessária conforme o tipo de uso a que se pretende.

Dentre os diversos usos, os que são classificados como abastecimento doméstico e industrial estão absolutamente associados a tratamento prévio da água, haja vista seus requisitos mais exigentes, o que fortalece a inter-relação entre o uso da água e a qualidade requerida diretamente (von SPERLING, 2005).

Depois de assegurada a quantidade, de acordo com Kato e Piveli (2006), é essencial que a qualidade seja adequada para usos específicos. Cada finalidade demandará determinadas características qualitativas da água. Portanto, de acordo com a variação do emprego da água, as exigências do grau de pureza serão definidas por padrões de qualidade, por meio de valores e limites de diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Sob o ponto de vista tecnológico, água de qualquer qualidade pode ser, teoricamente, transformada em água potável. Entretanto, a confiabilidade na operação, na manutenção e os custos envolvidos, podem inviabilizar totalmente o uso de determinado curso d'água como fonte de abastecimento (DI BERNARDO, 2005).

2.2 Qualidade da água

No entendimento de Macedo (2007), do aspecto natural, os corpos d'água vão agregando-se e transformando-se ao longo do seu percurso pelas microbacias hidrográficas, que são territórios bem definidos, circunscritos pelos divisores de água. Os resultados das interações da água com a geologia, o solo, a vegetação e a fauna dos ambientes são os causadores de tais transformações, promovendo alterações em sua qualidade e quantidade ao longo de seu trajeto.

Neste contexto, Libânio (2008) afirma que os conceitos de qualidade da água são de subjetividade significativa estando intrínseco ao uso a que esta se destina, sendo necessário, portanto, estabelecer padrões de qualidade que tem como objetivo a qualidade ambiental por meio de minimização de danos à saúde humana e a degradação dos recursos naturais.

Nesse mesmo raciocínio, Mota (2006), enfatiza que para cada uso da água, é necessário determinar limites máximos de substâncias que a mesma pode conter sendo estes denominados padrões de qualidade quando estabelecidos pela legislação.

Entretanto, Midaglia (2009) ressalta que a água pode sofrer mudança de estado em decorrência do clima e assim alterar sua disponibilidade em termos de quantidade. A alteração da qualidade da água é um processo natural, pois está sujeita a intempéries variando de acordo com a estação climática do ano e conforme a estação hídrica (período seco ou chuvoso) sendo, portanto, necessária uma série de análises realizadas ao longo do ano para a verificação de oscilações em função dessas variações.

Os órgãos públicos podem estabelecer critérios ou condições a serem atendidos pelos mananciais em função dos usos aos quais os mesmos se destinam. Nesses casos, é feita uma classificação das águas sendo, para cada classe, definidos os usos a que se destina e os critérios ou condições a serem observados (CETESB, 2003).

2.3 Filtração

A fim de se obter água potável a partir da remoção ou redução de determinados constituintes da água bruta que a caracterizam como impura, faz-se a seleção de processos de tratamento, tendo como premissa a qualidade da água bruta bem como a qualidade desejada para a água tratada (RICHTER, 2009).

Diante do exposto, o método de tratamento da água pode representar um obstáculo à transmissão de doenças. O tipo de tratamento pode variar de uma simples desinfecção a um tratamento mais complexo, dependendo das condições do manancial utilizado (CETESB, 1990).

A filtração passou a ser difundida a partir do século XVIII, como demonstram as escritas antigas Gregas e Sanscritas como tratamento de água e principalmente a filtração através do carvão (PATERNIANI, PELEGRINI, 2007 apud MACEDO, 2007).

No mesmo sentido, ainda segundo Macedo (2007), os filtros pioneiros possuíam leitos de pedras porosas e eram, sobretudo, domésticos sendo que o primeiro filtro de areia a ser construído foi em 1804 em Peasley (Escócia), por John Gibbs. Entretanto, os primeiros filtros de areia a serem usados pela primeira vez para abastecer Londres em 1828, foram construídos por James Simpson (COSTA, 1980; HESPANHOL, 1969 apud MACEDO, 2007).

Por isso mesmo, Richter (2009) destaca a importância desta operação unitária dentro dessa linha de abordagem quando ressalva que outras localidades

adotaram o método com êxito, sendo que na Inglaterra tornou-se obrigatória a filtração de água de rios para consumo humano, a partir de 1852.

Do mesmo modo, Di Bernardo (2005) afirma ser a filtração a etapa principal realizada em uma ETA, a fim de produzir água com qualidade e que atenda às normas de potabilidade sob quaisquer circunstâncias, constituindo, portanto, uma imprescindível barreira sanitária que precede a desinfecção final.

Por sua vez, Libânio (2010), define a filtração como um processo que tem como emprego principal a remoção das partículas responsáveis pela cor e turbidez, nas quais a presença comprometeria a eficácia da desinfecção na inativação dos microrganismos patogênicos. Portanto, nas estações de tratamento convencional, fica a cargo da filtração a função mais importante por se estabelecer na fase em que, se houver falhas provenientes das etapas anteriores no tratamento, estas possam ser corrigidas afiançando a qualidade da água tratada.

No mesmo raciocínio, Richter (2009) considera que a filtração é, provavelmente, o processo unitário mais importante na cadeia de tratamento, podendo ser o único, como por exemplo, na filtração lenta, ou apenas precedido pela coagulação e/ou floculação, como na filtração direta.

Ainda segundo Richter (2009), a filtração é um processo físico-químico para separação de impurezas em suspensão na água por um meio poroso, onde diversos materiais granulares podem ser usados para esse fim, sendo que o mais comum é a areia seguido pelo antracito.

2.3.1 Filtração direta ascendente

De acordo com Di Bernardo (2003), a filtração direta ascendente se destaca por possibilitar a filtração no sentido do maior grão para o menor, culminando com valores menores de perda de carga durante a filtração devido à remoção da quantidade substancial de impurezas na porção do meio filtrante de maior granulometria. Como resultado, há um aumento da duração da carreira de

filtração além da permissão da utilização da altura total do meio filtrante para retenção de impurezas.

Outras vantagens desse tipo de filtração, ainda sobre o ponto de vista da autora, é poder empregar menor quantidade de coagulante por m³ de água tratada. A justificativa para tal, é que a floculação ocorre na camada suporte, onde fica retida grande parte das impurezas, não havendo necessidade da formação prévia de flocos densos e grandes.

Esse tipo de filtração, conforme ressalta Casseb e Heller (1995), funciona com fluxo de baixo para cima e dispensa a floculação e a decantação, sendo aplicado, minutos antes da filtração um coagulante. A lavagem é feita com uma corrente de água no mesmo sentido da filtração.

Entretanto, do ponto de vista de Di Bernardo (2005), somente é recomendável a operação de ETAs de filtração direta com taxa declinante variável quando a água bruta que afluí à estação apresentar-se com turbidez e cor verdadeira relativamente baixas e que não sofram variações bruscas de qualidade.

2.3.2 Filtração direta descendente

Nesse tipo de filtração, a água percorre a camada filtrante de cima para baixo e do material mais fino para o mais grosso, sendo a lavagem filtro realizada em intervalos de 20 a 40 horas, dependendo das condições de operação. CASSEB E HELLER (1995).

Para esse tipo de filtração, conforme Di Bernardo (2005), em contraposição a de taxa constante deve ser adotado a filtração com taxa declinante variável. O meio filtrante é constituído de camada simples ou dupla objetivando em ambos os meios, garantir a penetração de impurezas ao longo do material granular propiciando carreiras de filtração com duração plausível.

2.3.3 Dupla Filtração

Para Di Bernardo (2005), a dupla filtração surge como alternativa atrativa em consequência das limitações da qualidade da água bruta no tratamento, por meio da filtração direta ascendente (FDA) ou da filtração direta descendente (FDD) considerando ainda, as condições prévias da água em questão a ser tratada, como por exemplo, valores relativamente altos de concentração de algas, de cor verdadeira, de turbidez ou de coliformes, variações bruscas dos parâmetros de qualidade, dentre outros aspectos.

Diante do ponto de vista de Wiecheteck (2010), objetivando melhorar a qualidade da água filtrada, surgiram estudos aplicando-se a filtração rápida descendente precedida da filtração direta ascendente, originando a dupla filtração, apresentando também menor custo quando comparado ao do tratamento convencional.

A dupla filtração possibilita o tratamento de água de pior qualidade, de acordo com Di Bernardo (2003), além de possibilitar o uso de taxas de filtração mais elevadas, oferecendo maior segurança com analogia às alterações bruscas de qualidade da água bruta, e ainda, apresenta maior remoção global de microrganismos.

Na dupla filtração, como afirma Di Bernardo (2005), tem-se a associação da filtração direta ascendente com filtração rápida descendente, onde ambos os filtros tem como meio filtrante somente areia, sendo que a diferença está no fato de que a areia no filtro ascendente possui grãos maiores que aquela usada quando se tem somente a filtração direta ascendente.

Quanto ao funcionamento, a instalação de dupla filtração pode funcionar com taxa constante ou com taxa declinante para os filtros ascendentes e para os filtros descendentes, podendo estar conjugados (os dois ocupando a mesma unidade) ou separados fisicamente (DI BERNARDO, 2008).

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho utilizou-se informações e dados obtidos junto à concessionária responsável pelo abastecimento de água e para a interpretação dos resultados analíticos a estatística descritiva.

3.1 Estação de tratamento

A área de pesquisa compreende uma estação de tratamento de água do Distrito Federal, responsável por abastecer integralmente a cidade de Planaltina e complementar o abastecimento de Sobradinho.



Figura 1- ETA Pipiripau

A estação Pipiripau opera com a tecnologia da dupla filtração onde unidades filtrantes de escoamento ascendente precedem os filtros de escoamento descendente, sendo ambos com meios filtrantes de areia. A estação foi projetada inicialmente para vazão afluente 640 L/s, porém, potabiliza aproximadamente 320l/s, de acordo com registros das vazões médias do ano de 2011. Esta estação

entrou em operação a partir do ano 2000 e abastece toda a cidade de Planaltina, complementando ainda o abastecimento de Sobradinho e, eliminando de vez o problema da falta d'água na época de seca nestes municípios.

Dispondo de seis módulos de dupla filtração de seção circular, conforme figura 1, as unidades de escoamento ascendente apresentam diâmetro de 5,5 m e as de escoamento descendente de 4,5 m. Por meio de um injetor, a mistura rápida ocorre na tubulação de água bruta, sendo a vazão de água coagulada dividida entre as câmaras de carga de dupla filtração.



Figura 2- Módulo de dupla filtração de seção circular

3.2 Obtenção dos resultados

Os dados necessários para a análise dos resultados finais dessa pesquisa foram retirados em banco de dados, com valores já compilados e disponibilizados pela Caesb, entre os períodos de 2006 a 2010.

Para responder aos objetivos desse trabalho recorreu-se aos resultados dos parâmetros turbidez e cor verdadeira, pois os mesmos podem indicar de forma

segura a eficiência do tratamento de água utilizando a tecnologia de dupla filtração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os resultados do monitoramento compreendido entre os anos de 2006 a 2010, sendo os mesmos comparados com a legislação vigente, especificamente a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (M.S).

4.1 Análise estatística do monitoramento

Como a produção de dados de qualidade de água somente tem valor técnico em termos de monitoramento ambiental, a veracidade dos resultados obtidos devem ser coerentes e fidedignas, portanto, faz-se necessário trabalhar os dados estatisticamente para que a interpretação das informações seja condizente com a realidade local (VASCONCELOS; TUNDISI; TUNDISI, 2009).

O quadro 1 apresenta os parâmetros de relevância para este trabalho, bem como seus respectivos valores, conforme padrão estabelecido pela Portaria pertinente a potabilidade de água para consumo humano.

Quadro 1 - Padrões de atendimento estabelecido pela Portaria 2914/11 M.S.

Parâmetro	Unidade	Portaria 2914/11
Cor	uH	15
Turbidez	UNT	0,5 (95% das amostras)

Foram avaliados estatisticamente os resultados dos parâmetros mencionados da água bruta e tratada, o que permitiu a confecção dos gráficos a seguir e que, por conseguinte, apresentam a eficiência obtida no tratamento por dupla filtração.

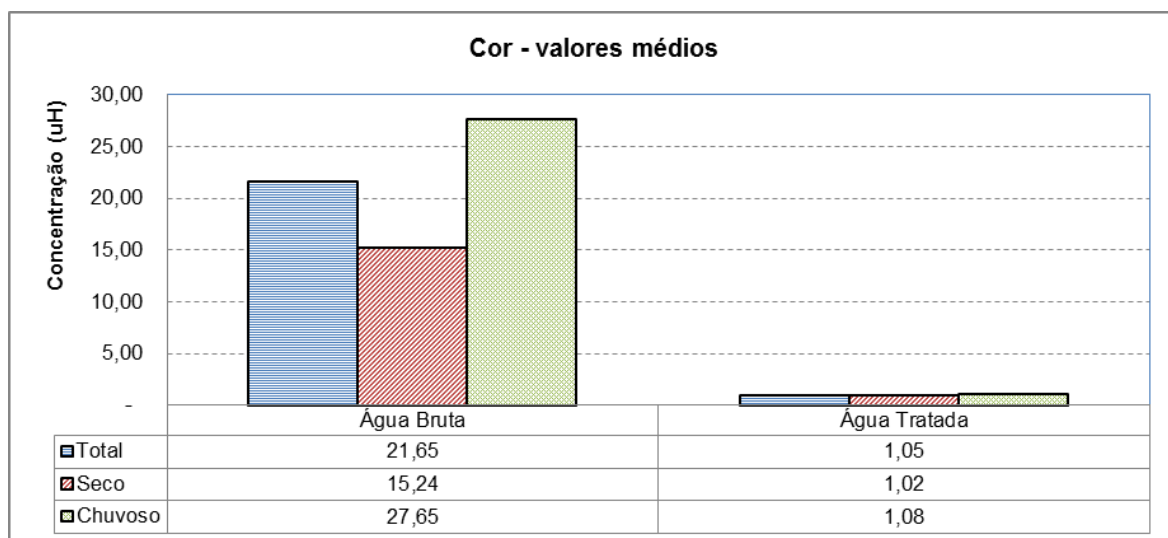


Figura 3- Média de cor

Como se pode notar, na figura demonstrada pelo gráfico acima, houve uma diminuição significativa da cor após a dupla filtração, independente do período em que foi feita a análise. Tal fato é comprovado pelo baixo desvio padrão verificado, que foi de 0,18 uH.

Outro fato importante que cabe ressaltar é que a cor da água, em especial, no período chuvoso, como era de se esperar, encontra-se elevada. Contudo no período seco, esteve próximo ao permitido pela legislação que rege os padrões de potabilidade (15 uH). Embora, a cor não tenha necessariamente caráter sanitário, é avaliado como padrão de potabilidade. De acordo com Kato e Piveli (2006), a cor tende a influenciar na escolhada água pelo consumidor. Águas turvas, para a população, são menos confiáveis e por conseguinte, menos aceitáveis, haja vista que estes associam a cor com a descarga de esgotos.

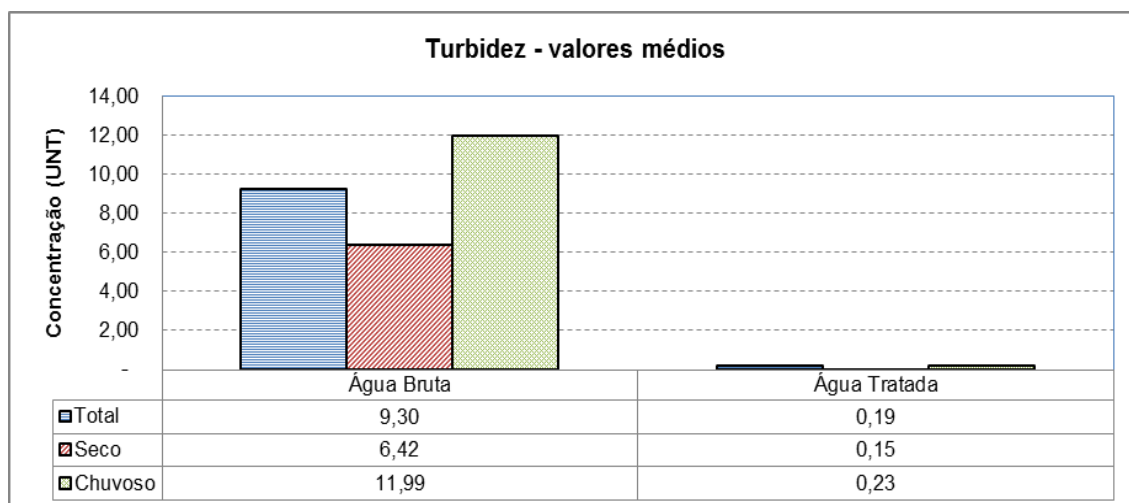


Figura 4 – Média de Turbidez

A figura 4 apresenta o gráfico da turbidez analisada nos períodos chuvosos e secos e os resultados obtidos após a dupla filtração. Neste é possível verificar a redução significativa da turbidez, sendo que os resultados ficaram abaixo do valor máximo permitido (VMP) pela última atualização dos padrões de potabilidade (0,5 UNT).

Em ambos os períodos analisados os resultados foram positivos, onde o desvio padrão encontrado foi de 0,12 UNT apenas, o que corrobora com a hipótese de que a tecnologia aplicada é eficaz em ambas situações, onde se tem diferentes níveis de turbidez.

Apesar da turbidez da água bruta não ser consideravelmente elevada e ainda assim sofrer variações, de acordo com o que é verificado nos diferentes períodos, a clarificação da água pode ser dificultada, onde a simples filtração pode não ser viável, gerando sobrecarga nessa etapa, o que pode culminar em carreiras de filtração curtas e água filtrada de qualidade não desejada.

Portanto, pode-se inferir, que a dupla filtração, pode ser uma alternativa mais viável para o tratamento, garantindo maior confiabilidade quanto a desinfecção da água, haja vista que menores valores de turbidez estão associados a eficiência da inativação de vírus e protozoários.

Em resposta ao último objetivo específico desse trabalho, avaliou-se os resultados encontrados com as duas últimas Portarias do Ministério da Saúde (518/2004 e 2914/2011), ressaltando-se para tal as mudanças ocorridas com o parâmetro turbidez. Para o parâmetro cor, não houve mudança quanto ao VMP, em relação a Portaria 518/2005 M.S.

Várias mudanças podem ser ressaltadas na nova Portaria, contudo, para a análise desse trabalho apenas a turbidez sofreu alteração, onde o padrão passou de 1,0 UNT para 0,5 UNT. Inicialmente, pode-se pensar que a redução tenha sido irrisória. No entanto, como ressaltado por Ribeiro (2012), é uma alteração substancial, pois, este parâmetro está intimamente ligado às questões microbiológicas.

Os resultados são apresentados abaixo, por meio dos dos gráficos 5 e 6.

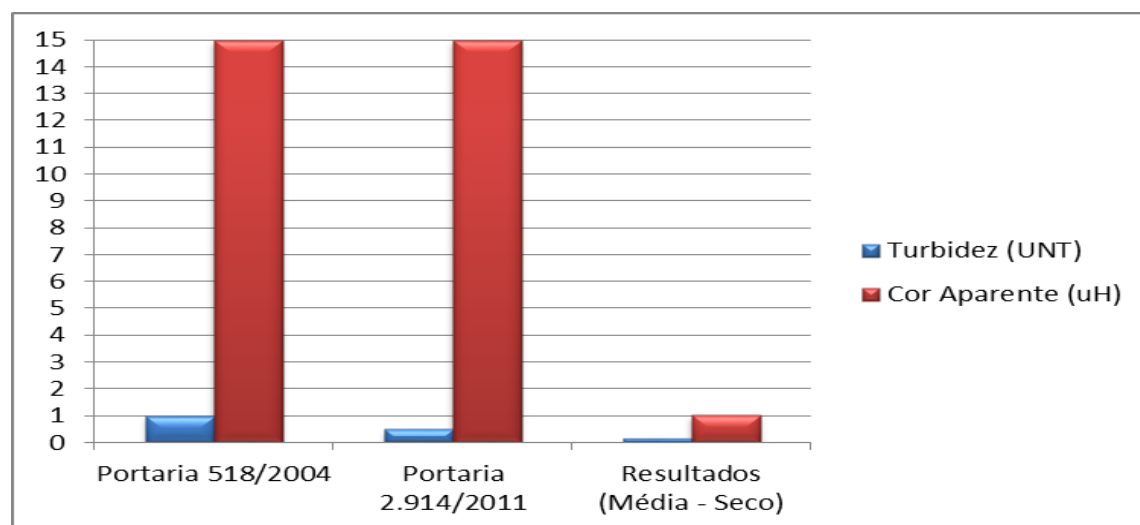


Figura 5 – Comparação entre as portarias e os resultados obtidos no período seco

O gráfico da figura 5 apresenta as alterações visualizadas, bem como os resultados obtidos, no período seco, por meio da tecnologia de tratamento de água por dupla filtração. Embora tenha tido uma mudança nos valores máximos permitidos para o parâmetro turbidez, os resultados obtidos nos anos analisados (2006 a 2010) estiveram abaixo do VMP para a nova Portaria, o que pressupõe que a tecnologia aplicada é realmente eficaz, uma vez que as concessionárias

prestadoras do serviço de tratamento de água tem até 4 anos, após a entrada em vigor da portaria, fato que se deu em dezembro de 2011, para atendimento a legislação.

Vale destacar que esta nova Portaria, de acordo com Ribeiro (2012), é a quinta versão da norma brasileira de qualidade da água para consumo que, desde 1977, vem avançando por revisões periódicas, com objetivando a sua atualização e a junção de novos conhecimentos, em especial oriundo dos avanços científicos conquistados no que tange ao tratamento de água, controle e vigilância da qualidade da água e de avaliação de risco a saúde.

Algumas mudanças na nova portaria enfatizam a importância da redução da turbidez, ressaltando sua ligação com as questões microbiológicas. Ribeiro (2012) enfatiza que anteriormente era recomendado que a cada análise de turbidez fosse feita uma análise bacteriológica, ao passo que na nova portaria, esse critério virou exigência. A partir disso, pode-se imprimir que a redução da turbidez tornou-se mais restrita, onde a dupla filtração apresenta-se como uma tecnologia apropriada para atender a nova exigência, o que foi comprovado pelos resultados apresentados.

A cor teve uma redução significativa, estando dentro do padrão de potabilidade da nova portaria. Como já mencionado, a cor não apresenta características sanitárias, quando analisada isoladamente, contudo, é de suma importância sua avaliação, pois, como explica Kato e Piveli (2006) para verificação da cor, seja ela verdadeira ou aparente, há a necessidade da remoção da turbidez, portanto, se os resultados da turbidez são satisfatórios, os resultados da cor tendem a ser diretamente proporcionais.

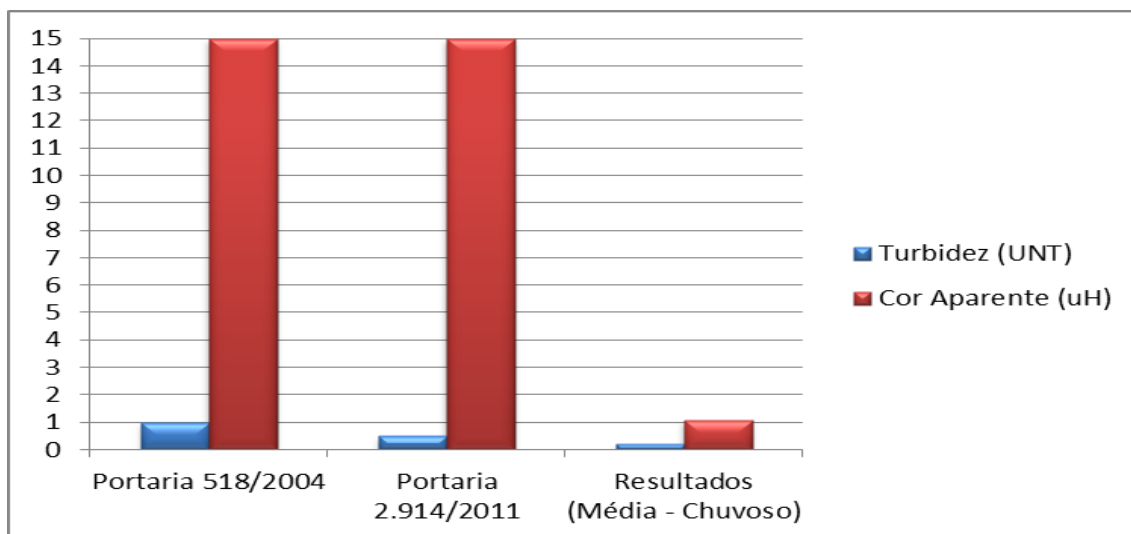


Figura 6 – Comparação entre as portarias e os resultados obtidos no período chuvoso

No gráfico da figura 6 observa-se a mesma tendência analisada para o período seco. Sabe-se que períodos chuvosos tendem a promover maior carreamento de partículas, com aumento a turvação da água. Dessa forma, pode-se inferir que a dupla filtração é uma eficaz opção de tratamento, uma vez que os resultados obtidos atenderam a legislação atualizada.

As figuras 7 e 8 apresentam respectivamente a eficiência anual quanto ao atendimento ao padrão de potabilidade.

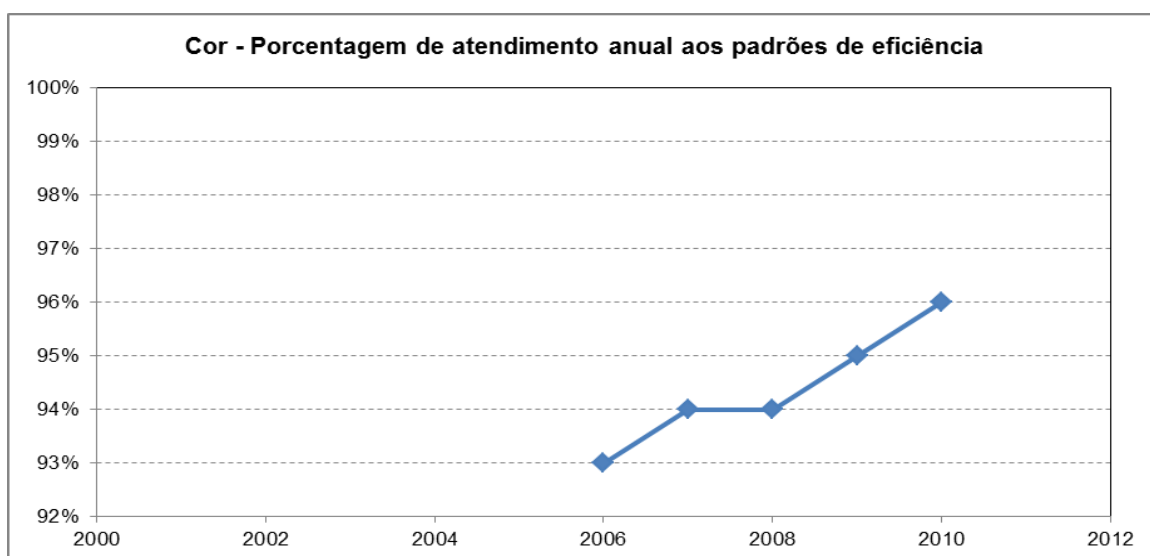


Figura 7 – Eficiência anual de remoção de cor

A análise do gráfico da figura em questão valida o que fora citado anteriormente. Em relação a remoção de cor, a eficiência em média de remoção anual foi de 94,4% durante todo o período amostrado. Mesmo não havendo mudança na nova Portaria quanto ao VMP para este parâmetro, ainda assim, o processo de dupla filtração já garantia sua eficácia quanto a remoção da cor aparente.

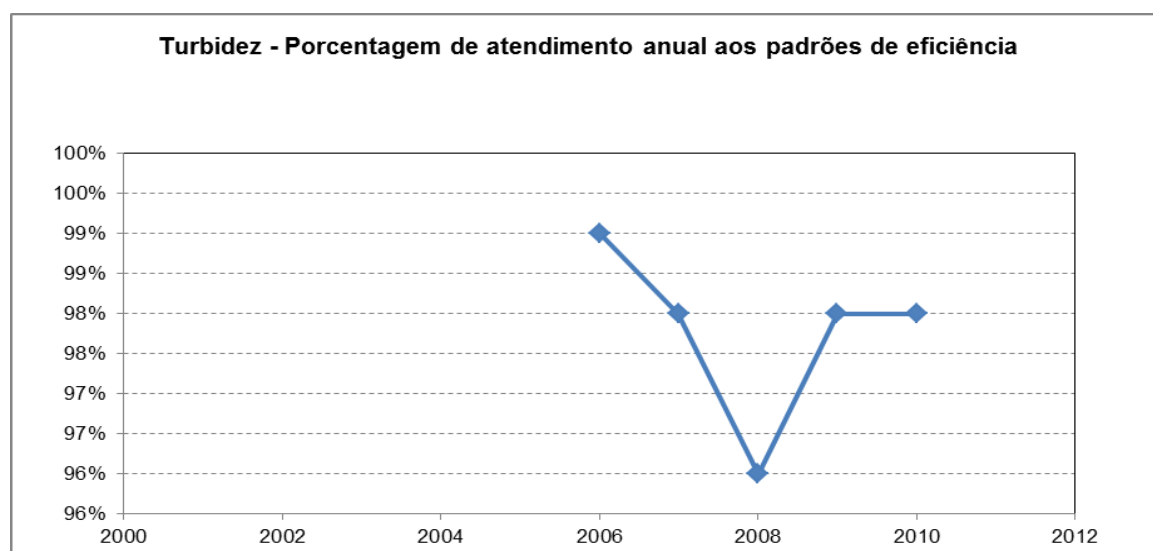


Figura 8 – Eficiência anual de remoção Turbidez.

A mesma tendência foi seguida pelo parâmetro turbidez, conforme verificado na figura 8 por meio do respectivo gráfico, onde a média de eficiência para os cinco anos avaliados foi de 97,8%, também satisfazendo a legislação pertinente e substanciando a robustez da ETA estudada.

Todavia, ainda que os resultados demonstrem a eficiência da tecnologia de dupla filtração para o tratamento de águas, contudo, ainda se faz pertinente realizar a última etapa do tratamento, que é a desinfecção, para garantir uma água confiável para consumo humano, já que falhas no sistema podem ocorrer, bem como pequenos microorganismos podem vir a passar pelos filtros. Dessa forma, a segurança da água potável é garantida, assegurando a integridade do tratamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a avaliação da eficiência da remoção de cor e turbidez na estação de tratamento de água em questão que dispõe de sistema de dupla filtração, foram analisados dados coletados diariamente durante o período compreendido entre janeiro de 2006 a dezembro de 2010.

Durante todo o período amostrado, foi verificado o bom funcionamento da ETA no que tange aos parâmetros analisados neste trabalho, cor aparente e turbidez. A eficiência de remoção de turbidez encontrada foi de 97,6% do total das amostras, considerando os períodos secos e chuvosos, enquanto que para a cor aparente, o resultado obtido foi de 93,6%, nas mesmas condições e períodos.

De acordo com os resultados, pode-se inferir que o processo de dupla filtração permite o tratamento de água de pior qualidade, possibilita o uso de taxas de filtração mais elevadas, oferece maior segurança com relação às variações bruscas de qualidade da água bruta, apresenta maior remoção global de microrganismos e pode dispensar o descarte de água pré-filtrada no início da carreira de filtração.

Portanto, diante dos resultados analisados e, considerando a turbidez como um dos parâmetros mais relevantes como indicador da água tratada, pode-se ainda deduzir que a ETA em questão já se encontrava de acordo com a nova Portaria que passou a vigorar em dezembro de 2011, confirmando a eficácia no tratamento e a garantia de fornecer água com qualidade.

REFERÊNCIAS

BARROS, R.T. DE V.; CASTRO, A. DE A.; COSTA, A. M. DA L. M.; CHERNICHARO, C. A. DE L.; VON SPERLING, E.; MÖLLER, L. M.; HELLER, L.;

CASSEB, M. M. S.; VON SPERLING, M. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221p.

BASTOS, R.K.X., VARGAS, L.C.; MOYSES, S.S; SILVA, H.C. Avaliação de desempenho de estações de tratamento de água. Desvendando o real. In:

CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília DF, dez 2011.

CETESB. Companhia de tecnologia de saneamento ambiental do estado de São Paulo: Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2002. Coletânea de textos da Cetesb, 2003.

DI BERNARDO, A.S; Desempenho de sistemas de dupla filtração no tratamento de água com turbidez elevada. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Joinville – S.C – I-177 , 2003.

DI BERNARDO, L; DANTAS, A.D.B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Volume I. Segunda edição. São Carlos, SP. RiMa, 2005. 792p

_____ : DI BERNARDO, L; PAZ, L.P.S. Seleção de Tecnologias de tratamento de água. Volume I. São Carlos. Editora LDIBE LTDA, 2008. 878p.

LIBANIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água: 2 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

MACEDO, J.A.B. Águas e Águas: 3 ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2007 Edição Atualizada e Revisada.

MACHADO, C.J.S (Org.). Gestão de Águas Doces. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

MOTA, Suetônio. Introdução à Engenharia Ambiental. 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

PEREIRA, J.F.; Saneamento de Águas. Juiz de Fora: MG – UFJF- Universidade Federal de Juiz de Fora, 1979, 68p. Citação de citação – Verificar como referencia isto.

PIVELI, R.P; KATO, M.T. Qualidade das águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos. São Paulo: ABES, 2006.

REVISTA DAE. NOVA PORTARIA DE POTABILIDADE DE ÁGUA: Busca do consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil. Publicação quadrimestral da Sabesp. São Paulo. N° 189 – Maio / Agosto de 2012.

RICHTER, C.A. Água: Métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Editora Bluncher, 2009. 333p.

VON SPERLING, M; Introdução à Qualidade de Água e ao Tratamento de Esgotos. 3 ed. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

VASCONCELOS, F.M; TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M. Avaliação da qualidade de Água. Base Tecnológica para a Gestão Ambiental. Belo Horizonte: SMEA, 2009.

WIECHETECK, G.K. (2010) Utilização da Dupla Filtração com Filtro de Areia Grossa para Remoção de substâncias Influência da Disposição dos Grãos de Areia na Eficiência da Filtração Direta Ascendente. São Carlos. 74 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.