



I-228 - ADEQUAÇÃO DOS PERFIS DO DECANTADOR LAMELAR PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DECANTADA – ESTUDO DE CASO NA ETA ARCOVERDE/PE

Romero Correia Freire ⁽¹⁾

Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos hídricos pelo IFCE/ANA, Especialista em vigilância e saúde ambiental pela UFRJ. Especialista em Saúde Pública pela UPE, Especialista no Ensino de Biologia pela UPE, Químico pela UFPE. Biólogo pela UPE. Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo IFPE. Técnico em Química da Companhia Pernambucana de Saneamento.

Joana Eliza de Santana

Engenheira Química pela Universidade Federal de Pernambuco, com especialização em Engenharia Ambiental e Saneamento pela Estácio. Técnica em Química da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA.

Endereço⁽¹⁾: Av. Cruz Cabugá, 1387, Santo Amaro – Recife/PE - CEP: 50040-905 - Brasil - Tel: (81) 34129728 - e-mail: romerocorreia@compesa.com.br

RESUMO

Com a mudança da qualidade das águas superficiais, há a necessidade de adequação das estações de tratamento de água, o que pode acarretar na substituição de decantadores convencionais por lamelares. No dimensionamento dos processos, incluindo a decantação, de qualquer estação de tratamento de água, é fundamental o conhecimento dos parâmetros que influenciam no seu desempenho. Para isso é importante a realização de ensaios de tratabilidade. Sendo assim, o presente trabalho vem relatar os resultados de um estudo sobre a adequação dos perfis dos decantadores lamelares da ETA Arcoverde, em Pernambuco, para obtenção da redução na turbidez da água decantada. Como resultado, constatou-se que o tamanho do perfil utilizado na ETA Arcoverde não era do tamanho adequado para a sedimentação dos flocos, sendo necessário a alteração do seu perfil de 60 cm para 80 cm.

PALAVRAS-CHAVE: Decantador lamelar, Velocidade crítica de sedimentação, Perfis tubulares.

INTRODUÇÃO

A decantação é um fenômeno físico que, em decorrência das forças gravitacionais, permite a separação de partículas ou flocos pré-formados com densidades superiores a da água, através da sedimentação em uma superfície ou zona de armazenamento.

Os decantadores podem ser convencionais ou modulares. Os primeiros são tanques retangulares de escoamento horizontal. Os segundos, também conhecidos como de alta taxa, possuem uma série de elementos tubulares inclinados de pequeno diâmetro agrupados de modo a atuar como uma unidade e têm o intuito de aumentar a área de sedimentação e a taxa de escoamento superficial; eles podem ter uma eficiência superior aos primeiros se projetados de forma hidraulicamente correta (RICHTER, 2009).

O ideal é que os módulos de decantação tenham baixo peso, pouca espessura cuja variação seja mínima. Uma maior espessura faz com que a área de decantação seja diminuída e haja um aumento na velocidade de projeto. Os tipos de módulo, sua altura e geometria devem ser determinados de acordo com os ensaios de tratabilidade e fundamentos da sedimentação das partículas críticas que se deseja remover. Obstruções dos perfis tem como causas possíveis a aderência de algas e lodo, devida a definição de módulos sem realização de ensaios de tratabilidade, mal dimensionamento do decantador e manutenção incorreta dos módulos.

Segundo Di Bernardo, Dantas e Voltan (2017), uma água decantada deve ter turbidez máxima de 5 uT, para que os filtros funcionem satisfatoriamente. Valores de turbidez acima desta medida sobrecarregam os filtros, diminuindo a carreira de filtração e aumentando o gasto com água de lavagem, além do desgaste do leito filtrante diminuindo sua vida útil. O mau funcionamento dos decantadores pode causar a produção de água

tratada com qualidade que não atende à Portaria de Consolidação nº 05, Anexo XX, de 28/09/17 do Ministério da Saúde.

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é adequar os perfis dos decantadores lamelares da ETA Arcoverde, em Pernambuco, para obtenção da redução na turbidez da água decantada, de modo a minimizar o impacto nos filtros e conseqüentemente na água filtrada.

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETA Arcoverde é uma estação de tratamento convencional com vazão aduzida igual a 250 L/s (150 L/s do Rio São Francisco e 100 L/s da Baragem Riacho do Pau). A água bruta possui cor e turbidez em torno de 60 uC e 40 uT, respectivamente. A turbidez média da água decantada é 12 uT bem acima dos 5 uT indicados. Seus dois decantadores (cada um com área igual a $16,5 \times 6 \text{ m} = 99 \text{ m}^2$) são modulares com perfis de 60 cm, geometria retangular, espessura de 2 mm e montados em blocos através de cola em ângulos de 60° (Figura 1). As dimensões e áreas dos perfis e dos dutos (Figura 2) são $86 \times 46 \text{ mm}$ e $74 \times 34 \text{ mm}$, respectivamente.

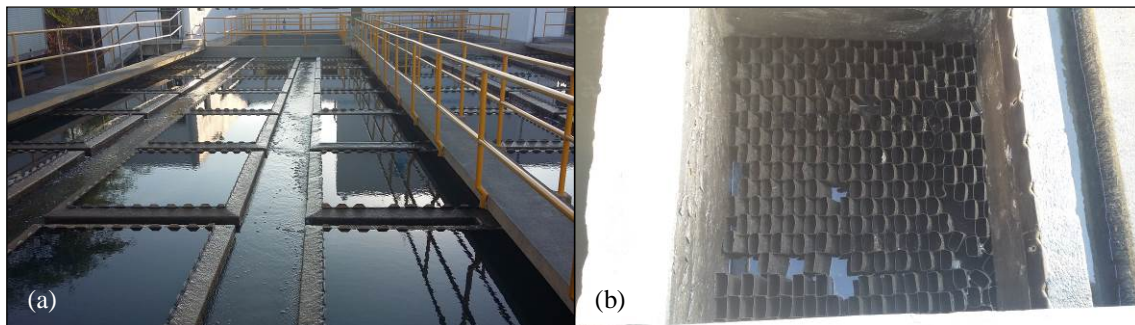


Figura 1: (a) Decantadores da ETA Arcoverde. (b) Perfis do decantador.

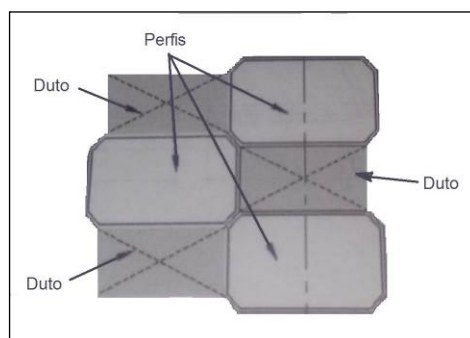


Figura 2: Perfis e dutos.

Fonte: Adaptado de Di Bernardo, Dantas e Voltan (2017).

Para realização do estudo, primeiramente foram feitos ensaios em *Jar Test* (Ethik modelo 218-6), para determinar as características finais da água variando as concentrações do sulfato de alumínio (solução a 2% m/v); 68 mg/L era a aplicação do coagulante na ETA Arcoverde no dia do estudo. Com os resultados deste teste, foi escolhido a dosagem de coagulante com melhor resultado para a determinação da velocidade crítica de sedimentação.

As condições iniciais dos ensaios foram: a) mistura rápida: tempo de mistura de 10 s, rotação do agitador de 350 rpm e dosagem de sulfato de alumínio variando de 30 a 55 mg/L; c) floculação: rotação do agitador 80 rpm por 10 min, 50 rpm por 10 min, 30 rpm por 10 min; d) decantação: rotação do agitador de 10 rpm por 4 min no primeiro *Jar Test*.



No segundo *Jar Test*, utilizou-se a melhor dosagem do coagulante e variou-se o tempo de decantação de 2,2 a 4 minutos, mantendo as outras condições de ensaio.

Após os ensaios, foram calculados de acordo com Di Bernardo, Dantas e Voltan (2017) as áreas internas dos perfis e dutos, a altura dos perfis, a área útil da seção total dos dutos e perfis, os números de dutos e perfis e o comprimento necessário do perfil (através da Tabela 1) e a velocidade de sedimentação do floco a ser removido (considerando um coeficiente de segurança igual a 1,5).

Tabela 1: Comprimento necessário dos dutos (em metro) em função da velocidade de sedimentação de uma partícula discreta e da velocidade média de escoamento no duto de 48 x 85,5 mm.

| V _s (cm/min.) | Velocidade de escoamento (cm/min) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|--------|
| | 10 cm/min. | | | 15 cm/min. | | | 20 cm/min. | | | 25 cm/min. | | | 30 cm/min. | | |
| | transição | perf. des. | total | transição | perf. des. | total | transição | perf. des. | total | transição | perf. des. | total | transição | perf. des. | total |
| 1,0 | 0,4405 | 0,7744 | 1,2149 | 0,6595 | 1,2007 | 1,8602 | 0,8785 | 1,6612 | 2,5397 | 1,1010 | 2,0935 | 3,1945 | 1,3191 | 2,5357 | 3,8548 |
| 1,5 | 0,4405 | 0,5248 | 0,9653 | 0,6595 | 0,5440 | 1,2035 | 0,8785 | 0,7895 | 1,6680 | 1,1010 | 1,0054 | 2,1064 | 1,3191 | 1,2294 | 2,5485 |
| 2,0 | 0,4405 | 0,1155 | 0,5560 | 0,6595 | 0,2145 | 0,8740 | 0,8785 | 0,3465 | 1,2250 | 1,1010 | 0,4548 | 1,5558 | 1,3191 | 0,5622 | 1,8813 |
| 2,5 | 0,4163 | 0 | 0,4163 | 0,6595 | 0,0177 | 0,6772 | 0,8785 | 0,0797 | 0,9582 | 1,1010 | 0,1230 | 1,224 | 1,3191 | 0,1627 | 1,4818 |
| 3,0 | 0,3291 | 0 | 0,3291 | 0,5320 | 0 | 0,5320 | 0,7678 | 0 | 0,7678 | 0,9844 | 0 | 0,9844 | 1,1946 | 0 | 1,1946 |
| 3,5 | 0,2654 | 0 | 0,2654 | 0,4391 | 0 | 0,4391 | 0,6356 | 0 | 0,6356 | 0,8219 | 0 | 0,8219 | 0,9962 | 0 | 0,9962 |
| 4,0 | 0,2176 | 0 | 0,2176 | 0,3678 | 0 | 0,3678 | 0,5452 | 0 | 0,5452 | 0,7034 | 0 | 0,7034 | 0,8606 | 0 | 0,8606 |

Fonte: DI BERNARDO; DANTAS, 2005.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do primeiro ensaio de *Jar Test* estão indicados na Tabelas 2.

Tabela 2: Resultado do primeiro ensaio de *Jar Test*

| Jarro | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Dosagem de sulfato (mg/L) | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| Cor remanescente (uC) | 15 | 12 | 10 | 8 | 8 | 8 |
| Turbidez remanescente (uT) | 40 | 35 | 30 | 12 | 12 | 11 |

O melhor resultado, levando em conta também os aspectos econômicos, foi utilizando a dosagem de 45 mg/L. Então ela foi utilizada na determinação da velocidade crítica de sedimentação. Estes resultados se encontram na Tabela 3.

Tabela 3: Resultado do segundo ensaio de *Jar Test*.

| Jarro | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|------|-----|------|-----|------|-----|
| Dosagem de sulfato (mg/L) | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Velocidade crítica de sedimentação (cm/min) | 1,75 | 2 | 2,37 | 2,8 | 2,92 | 3,2 |
| Tempo de decantação (min) | 4 | 3,5 | 3 | 2,5 | 2,4 | 2,2 |
| Turbidez remanescente (uT) | 8 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 |

Como o indicado é que a turbidez da água decantada seja menor que 5 uT, tem-se que a velocidade crítica de sedimentação é 2,92 cm/min. Foi utilizado o valor arredondado de 3,0 cm/min nos cálculos que se seguem (Tabela 4). A velocidade média de escoamento nos dutos e perfis deve ser menor ou igual a 15 cm/min. adotou-se o valor de 15 cm/min.

Tabela 4: Resultado dos cálculos.

| | Cálculo | Resultado |
|------------------------------------|---|------------------------------|
| Área interna dos perfis | $A_p = 86 \times 46 \text{ mm}$ | 39,56 cm ² |
| Área interna dos dutos | $A_d = 74 \times 34 \text{ mm}$ | 25,16 cm ² |
| Altura do perfil | $H_p = 0,60 \times \text{sen } 60^\circ$ | 0,52 m |
| Área útil | $A_u = 0,25(\text{m}^3/\text{s}) * 60(\text{s}/\text{min}) / 0,15(\text{m}/\text{min})$ | 100 m ² |
| Número de perfis e dutos | $N_{pd} = A_u / [(A_p + A_d) / 2] = 30.902$ | 15.451 perfis e 15.451 dutos |
| Velocidade crítica de sedimentação | $V_{cs} = 3,0 \times 1,5$ | 2,0 cm/min |
| Comprimento indicado do perfil | Através da Tabela 2 para velocidade de escoamento total | ≥0,87 m |

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O perfil utilizado no decantador da ETA Arcoverde é de 60 cm, quando o comprimento necessário é que seja maior que 87 cm. Sendo indicado o de 1,0 m. A troca do tamanho do perfil também gera uma economia no uso de coagulantes e faz com que produtos coadjuvantes/auxiliares da decantação não sejam necessários, quanto menos incremento de produtos químicos no tratamento de água melhor, menos riscos de formação de subprodutos. Estes coadjuvantes tornam os flocos mais densos e aumentam a probabilidade de eles serem retidos no decantador. Com os perfis com alturas não compatíveis, os flocos passam direto, alguns se depositando sobre os perfis e outros indo para filtros, sobrecarregando-os. Excesso de flocos nos filtros, atrelados a lavagens mal efetuadas, aumentam a chance do surgimento de canais preferenciais, em que a matéria orgânica possa passar para a água final, gerando trihalometanos ao ser clorada.

É importante evitar unir os perfis com colas, sejam colas especiais de PVC ou outras colas especiais. Com o tempo e o contato com a água, geralmente, os perfis individuais se desprendem, sendo indicados o uso de arrebitos, que fixam melhor.

Em decantadores de alta taxa relativamente pequenos, com área inferior a 100 m², o ideal para remoção de lodos são poços com descargas individuais (Figura 3), o que já existe na ETA Arcoverde.

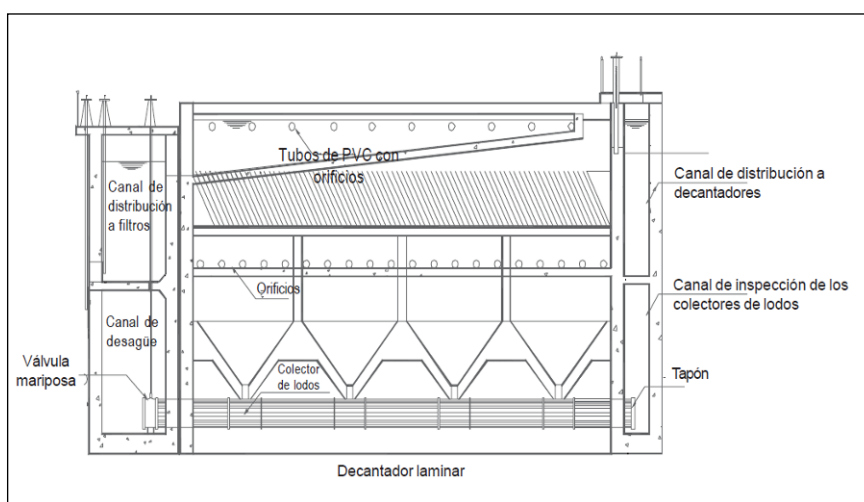


Figura 3: Poço de sucção para retirada de lodo.

Fonte: <http://www.ingenieriasanitaria.com/pdf/manual2/ma2_cap4.pdf> Acesso em 23 out. 2018



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no estudo realizado, pode-se concluir que o tamanho do perfil utilizado na ETA Arcverde não é o tamanho adequado para sedimentação dos flocos e interfere diretamente na qualidade da água decantada, comprometendo a operação dos filtros, consequentemente a qualidade da água filtrada. Os perfis de 60 cm devem ser substituídos por perfis de 1,0 m para melhorar a qualidade da água decantada e, assim aumentar a vida útil dos filtros e garantir a qualidade da água que será distribuída, trazendo mais qualidade e economia ao processo. Recomenda-se outros estudos de tratabilidade (para determinação das melhores concepções dos perfis de decantação) para águas eutrofizadas e águas com alta cor e baixa turbidez, em que a tendência é a formação de flocos leves e a sedimentação em decantadores convencionais é complexa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
2. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B. Métodos e técnicas de tratamento de água. — 2ª ed. Vol. 1 — São Carlos: RiMa, 2005.
3. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.; D.B.; VOLTAN, P.E.N. Métodos e técnicas de tratamento de água. — São Carlos: LDiBe Editora, 2017.
4. RICHTER, C.A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Editora Blucher, 2009.