

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n° 271
Cidade Universitária – Butantã
CEP. 05508-900
São Paulo – Capital
Tel.: 3091-5220 Fax: 3091-5423



**ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
HIDRÁULICA E AMBIENTAL**



**DEPARTAMENTO DE ÁGUA
E ESGOTO S/A
MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ**



**Projeto de Readequação dos
Decantadores da Estação de
Tratamento de Água
Anhangabaú
DAE Jundiaí**

NOVEMBRO DE 2015

O conteúdo e as conclusões aqui apresentadas são da exclusiva responsabilidade do autor e não refletem, necessariamente, as opiniões da Universidade de São Paulo.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Seckler', with a large, decorative flourish at the end.

Prof. Associado Sidney Seckler Ferreira Filho
Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. APRESENTAÇÃO DA ETA ANHANGABAÚ	7
3. AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS UNITÁRIOS DA ETA ANHANGABAÚ E ESTABELECIMENTO DAS VAZÕES MÁXIMAS DE TRATAMENTO	16
4. DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE READEQUAÇÕES NOS DECANTADORES DA ETA ANHANGABAÚ	18
5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS MÓDULOS DE SEDIMENTAÇÃO LAMINAR A SEREM INSTALADOS NOS DECANTADORES DA ETA ANHANGABAÚ	27

1. INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água, coleta, afastamento e tratamento de esgotos da Cidade de Jundiaí são de responsabilidade do Departamento de Água e Esgoto S/A, doravante denominada de DAE Jundiaí. Atualmente, o seu sistema de produção de água é composto primordialmente por uma estação de tratamento de água denominada de ETA Anhangabaú, sendo que sua capacidade nominal de tratamento é igual a 2,0 m³/s. Os principais mananciais que abastece a referida ETA são o Rio Jundiaí-Mirim e reforçado pelo Rio Atibaia em períodos de estiagem. A Figura 1 apresenta uma vista geral do município de Jundiaí e o posicionamento da ETA Anhangabaú operada pelo DAE Jundiaí.

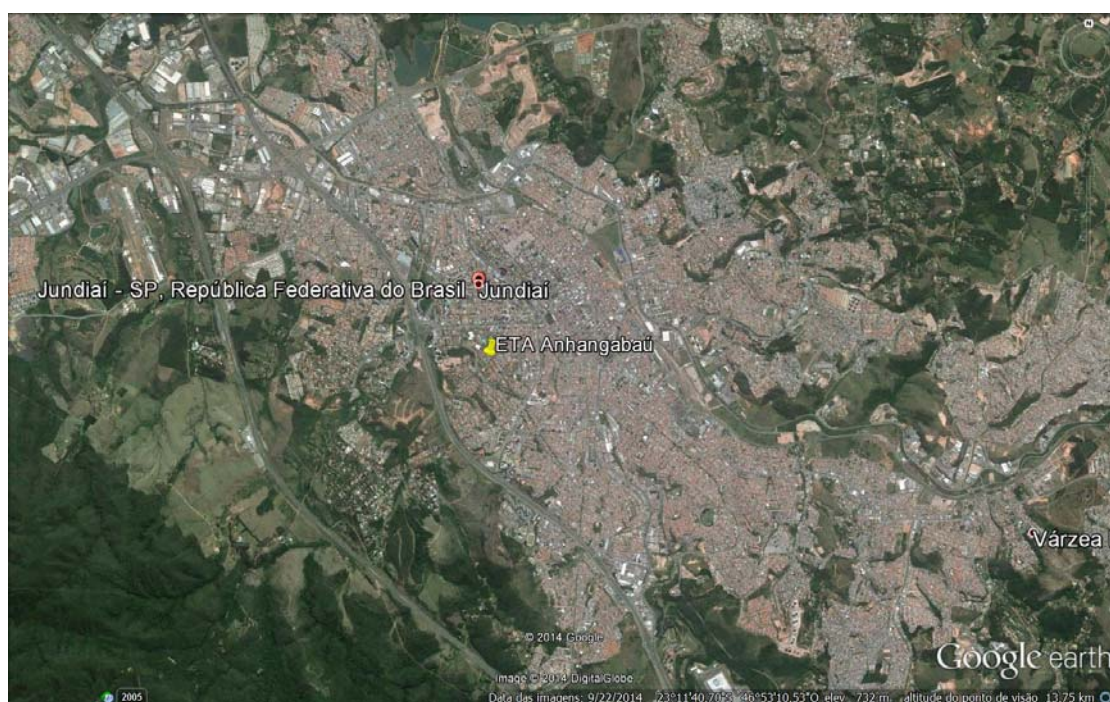


Figura 1 – Posicionamento da ETA Anhangabaú em relação ao município de Jundiaí

A ETA Anhangabaú é do tipo convencional de ciclo completo, tendo por processos unitários principais as etapas de coagulação química, floculação, sedimentação, filtração, fluoretação, desinfecção e correção final de pH.

A última obra de adequação dos seus processos de tratamento ocorreu na década de 90, quando por meio de implantação de um conjunto de obras e melhorias operacionais, que permitiram que a sua capacidade nominal fosse aumentada de 900 L/s para 2.000 L/s.

Considerando a necessidade de aumento da capacidade de produção de água tendo por fim o atendimento da demanda do município de Jundiaí, foram efetuados estudos de avaliação do conjunto de processos unitários que compõem o processo de tratamento tendo por finalidade avaliar a possibilidade de aumento de vazão, dos atuais 1,85 m³/s para um valor acima de sua capacidade nominal de projeto que é de aproximadamente 2,0 m³/s.

Com base na avaliação hidráulica e de processos unitários efetuados para a ETA Anhangabaú, concluiu-se ser viável o aumento de capacidade de produção de água dos atuais 1,85 m³/s para 2,4 m³/s. No entanto, de forma que seja possível garantir que este aumento de vazão não comprometa a qualidade da água tratada, algumas modificações e reformas foram propostas, sendo estas:

- Modificação da atual unidade de mistura rápida, sugerindo que a unidade de mistura rápida originalmente concebida para a ETA Anhangabaú seja novamente colocada em operação. Desta forma, faz-se necessária a troca dos equipamentos de agitação existentes por sistemas mais novos e a modificação do ponto de aplicação de coagulante.
- Alteração das dimensões das passagens de água floculada entre as diferentes câmaras de floculação.

- Alteração das atuais condições de distribuição da água floculada aos decantadores, prevendo-se a desativação da atual cortina de distribuição dotada de orifícios e prevendo-se uma passagem inferior única por placa.
- Troca de todos os equipamentos de agitação, garantindo-se que as novas unidades possuam diâmetro do rotor mínimo igual a 2,0 metros e sejam do tipo turbina de fluxo axial providos de estrutura anti-vórtice.
- Reforma dos decantadores da ETA Anhangabaú, prevendo-se que sejam instalados módulos de sedimentação laminar na região abaixo das calhas de coleta de água decantada. Desta forma, os mesmos deverão ser transformados em decantadores híbridos, ou seja, parte trabalhando como decantadores convencionais de fluxo horizontal e parte como decantadores laminares.
- Remoção das placas de orifício instaladas nas tubulações de saída de água filtrada de todas as unidades de filtração.

Considerando que a reforma das atuais unidades de sedimentação é considerada uma prioridade pelo DAE Jundiaí, de forma que seja possível garantir o aumento da produção de água tratada pela ETA Anhangabaú, este Relatório objetiva apresentar o detalhamento das modificações requeridas, bem como seu respectivo memorial de cálculo de processos unitários.

2. APRESENTAÇÃO DA ETA ANHANGABAÚ

A estação de tratamento de água Anhangabaú foi implantada no ano de 1969 com capacidade inicial igual a 900 L/s, tendo sido a mesma concebida com quatro módulos de tratamento (conjunto unidade de floculação mais unidade de sedimentação). O projeto original da ETA Anhangabaú foi posteriormente reavaliado pela SEREC na década de 90 e, por meio de modificações nos módulos de tratamento (construção de uma nova estrutura de chegada de água bruta e unidade de mistura rápida, ampliação das unidades de floculação e reforma das unidades de filtração), possibilitou que a sua capacidade nominal de tratamento fosse ampliada para 2.000 L/s.

Embora sem acesso aos documentos, descritivos e memórias de cálculo do projeto original, os documentos relativos à ampliação da capacidade de produção de água da ETA Anhangabaú relatam que a mesma poderia ser futuramente aumentada para 3.000 L/s por meio de construção do quinto módulo de tratamento, mas que, no entanto, encontra-se comprometido pela inexistência de área disponível para a construção das unidades.

Atualmente, a ETA Anhangabaú encontra-se operando com uma vazão máxima em torno de 1.850 L/s, sendo que esta apresenta variações horárias de acordo com a demanda exercida pelo sistema de distribuição. Com a necessidade de aumentar a oferta de água tratada com vistas a possibilitar uma maior confiabilidade na operação do sistema de abastecimento de água e, levando-se em consideração o fato de que a concepção da ETA Anhangabaú é da década de 80, torna-se relevante avaliar quais modificações podem ser implementadas em curto prazo e que permitam um aumento na vazão de água tratada.

A ETA Anhangabaú foi concebida como sendo do tipo convencional de ciclo completo, composto por processos unitários de coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção final de pH. A Figura 2 apresenta uma vista geral da mesma e sua disposição na área de implantação.



Figura 2 – Disposição geral da ETA Anhangabaú na área de implantação do sistema de produção de água

A Figura 3 apresenta um fluxograma indicativo da ETA Anhangabaú e a disposição de seus processos unitários e pontos de aplicação de produtos químicos.

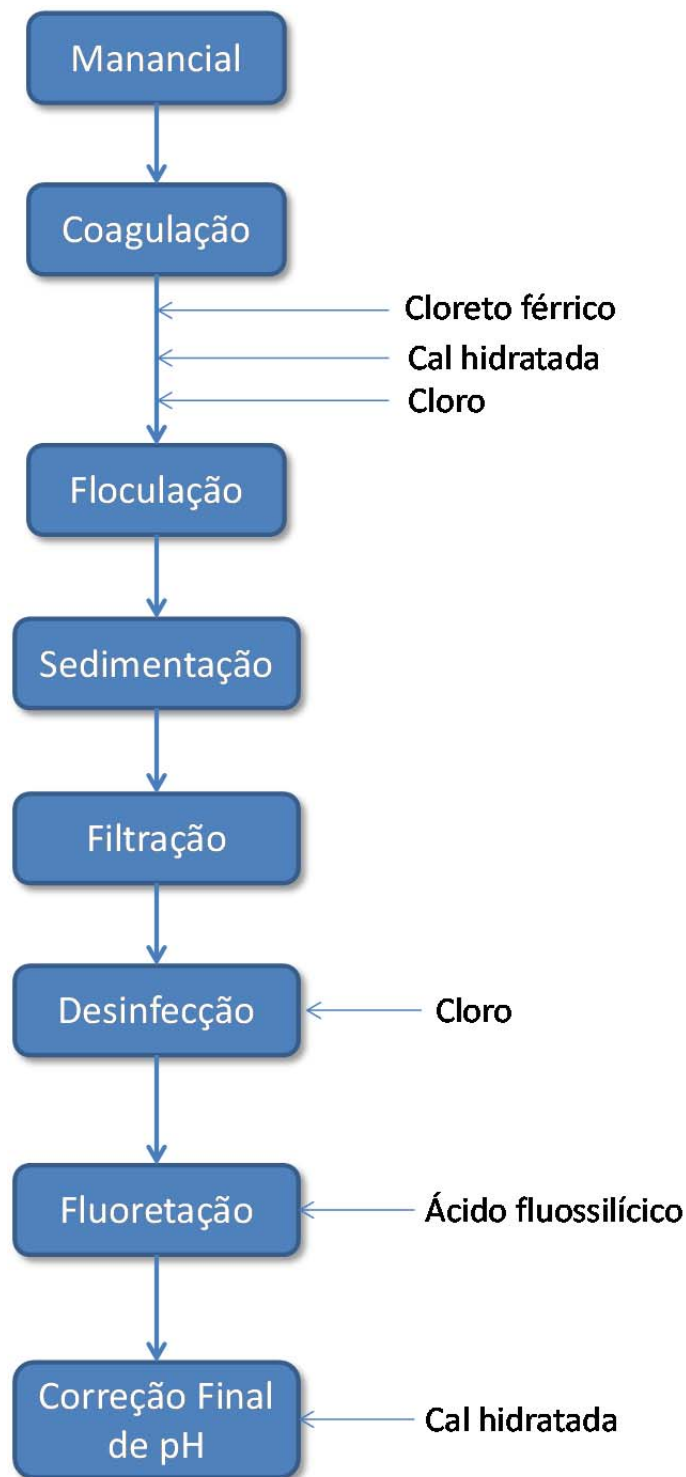


Figura 3 – Disposição dos processos unitários da ETA Anhangabaú e pontos de aplicação de produtos químicos

A água bruta aduzida a partir da captação chega a ETA Anhangabaú por recalque por meio de uma adutora de 1.500 mm de diâmetro e a mesma descarrega em uma estrutura de chegada de água bruta que, imediatamente a envia a um canal com 1,75 metros de largura e altura útil igual a 1,40 metros. A Figura 4 apresenta uma vista geral do canal de chegada de água bruta existente e ponto atual de aplicação de coagulante.



Figura 4 – Vista geral do canal de chegada de água bruta na ETA Anhangabaú

O processo de coagulação é atualmente conduzido por meio de dispersão do coagulante na fase líquida por meio de calha distribuidora, conforme apresentado na Figura 4. No entanto, o projeto original efetuado pela SEREC contemplou a aplicação de coagulante na parte final do canal de água bruta e considerou a adoção de mistura rápida mecanizada por meio de três equipamentos de agitação dispostos em série, conforme apresentado na Figura 5.



Figura 5 – Vista geral da unidade de mistura rápida concebida para a ETA Anhangabaú – Projeto SEREC

A unidade de mistura rápida concebida pela SEREC contempla três reatores de mistura completa em série, sendo que cada câmara possui dimensões iguais a 2,75 metros de largura, 2,75 metros de comprimento e altura de lâmina d'água igual a 2,0 metros. Desta forma, cada câmara de mistura rápida possui volume útil igual a $15,1 \text{ m}^3$ e volume total igual a $45,3 \text{ m}^3$. Em cada câmara de mistura rápida foram previstos a instalação de um agitador mecanizado do tipo turbina com potência individual igual a 10 CV, o que permite a obtenção de um gradiente de velocidade superior a 500 s^{-1} .

Após o processo de coagulação a água coagulada é enviada por meio de um canal de água coagulada a um canal que permite a divisão de vazões entre os diferentes conjuntos de floculador e decantador (módulo de tratamento) – Vide Figura 6.



Figura 6 – Vista geral do canal de água coagulada e sua distribuição entre as unidades de floculação e respectivos módulos de tratamento

A ETA Anhangabaú possui um total de quatro módulos de tratamento, sendo que cada módulo possui um conjunto interligado de unidade de floculação e decantador convencional de fluxo horizontal. Cada unidade de floculação possui um total de seis câmaras de floculação, sendo que as mesmas estão dispostas em duas linhas de três câmaras em séria, conforme apresentado na Figura 7.

As câmaras de floculação 1A, 1B e 2B possuem dimensões unitárias iguais a 5,71 metros de largura por 5,84 metros de comprimento e lâmina líquida igual a 3,8 metros. Por sua vez, as câmaras de floculação 2A, 3A e 3B possuem dimensões unitárias iguais a 5,71 metros de largura por 5,4 metros de comprimento e lâmina líquida igual a 3,8 metros. A Figura 8 apresenta uma vista geral de uma unidade de floculação típica em operação na ETA Anhangabaú.

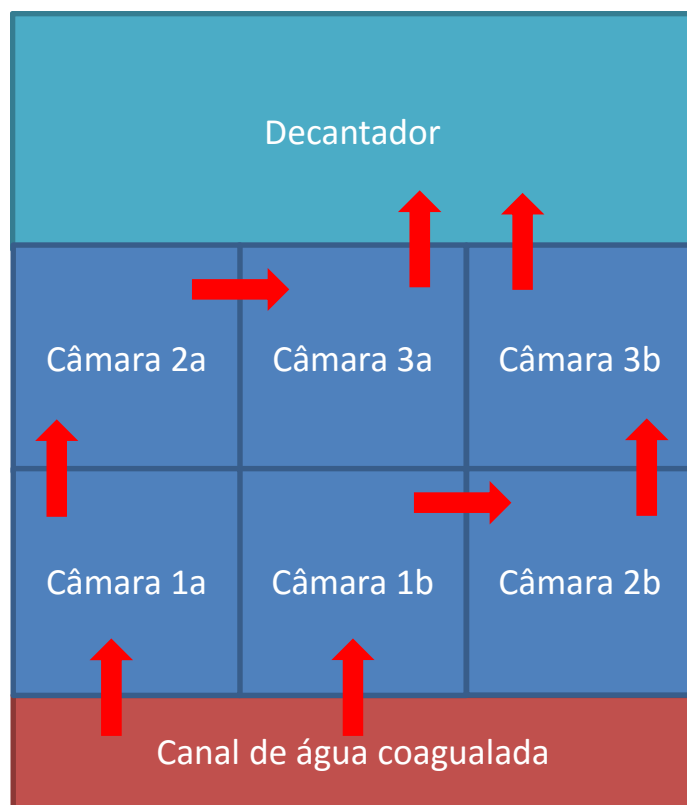


Figura 7 – Esquema hidráulico operacional das câmaras de floculação em operação na ETA Anhangabaú



Figura 8 – Vista geral de uma unidade de floculação típica em operação na ETA Anhangabaú

Uma vez flocculada, a água é enviada ao sistema de sedimentação, sendo que a ETA Anhangabaú é dotada de um total de quatro decantadores convencionais de fluxo horizontal (Figura 9) tendo por dimensões básicas 17,5 metros de largura por 40,9 metros de comprimento e 4,0 metros de altura, perfazendo um volume unitário igual a 2.863 m³. Os decantadores são esgotados em regime de batelada, isto é, após um período de tempo em operação (cerca de 30 a 40 dias), o mesmo é esgotado e o lodo encaminhado para um tanque de equalização para posterior envio via rede coletora de esgotos sanitários até a estação de tratamento de esgotos.



Figura 9 – Vista geral dos decantadores da ETA Anhangabaú - Decantadores convencionais de fluxo horizontal

A água decantada de cada decantador é coletada em sua parte final por meio de calhas de coleta de água decantada e enviada a um canal comum de água decantada para posterior distribuição ao sistema de filtração. Cada decantador possui um total de 4 calhas de coleta de água decantada, apresentando cada uma um comprimento individual igual a 25,0 metros, 0,7 metros de largura e 0,3 metros de altura útil total.

A água decantada produzida por todos os decantadores é enviada a um canal comum de água decantada e posteriormente conduzida às

unidades de filtração. A ETA Anhangabaú possui um total de 8 unidades de filtração, sendo estes filtros rápidos por gravidade de fluxo descendente do tipo dupla camada de areia e antracito, operando hidraulicamente como taxa declinante. Cada unidade de filtração possui uma área útil de filtração igual a $81,3 \text{ m}^2$, o que totaliza uma área total de filtração igual a $650,3 \text{ m}^2$.

A Figura 10 apresenta uma vista geral das unidades de filtração implantadas na ETA Anhangabaú.



Figura 10 – Vista geral das unidades de filtração implantadas na ETA Anhangabaú – Filtros rápidos por gravidade

A água filtrada produzida pelas unidades de filtração da ETA Anhangabaú são encaminhada por gravidade para o tanque de contato, sendo este encaminhamento efetuado de forma independente por cada dois conjuntos de filtros rápidos. Imediatamente na entrada do tanque de contato, é efetuada a aplicação de cal hidratada como agente pós-alcalinizante, flúor na forma de ácido fluossilícico e cloro como agente desinfetante.

3. AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS UNITÁRIOS DA ETA ANHANGABAÚ E ESTABELECIMENTO DAS VAZÕES MÁXIMAS DE TRATAMENTO

Com base na avaliação efetuada dos processos unitários da ETA Anhangabaú individualmente, foi possível elaborar um quadro resumos dos valores de vazões máximas admissíveis afluentes a cada processo unitário, tendo-se admitido os seguintes valores de projeto:

- Tempo de detenção hidráulico nas unidades de floculação: maior do que 20 minutos
- Taxa de escoamento superficial para decantadores convencionais: $60 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$.
- Taxa de escoamento superficial para decantadores laminares: $150 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$.
- Taxa de filtração para filtros do tipo dupla camada areia e antracito: $360 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$.

Portanto, com base nas características da ETA Anhangabaú, podem ser calculadas as vazões máximas admissíveis afluentes, estando os seus valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Vazões máximas admissíveis afluentes a cada processo unitário da ETA Anhangabaú

Processo unitário	Vazões afluentes máximas admissíveis (m^3/s)
	ETA Anhangabaú
Floculadores	2,4
Decantadores ¹	3,0
Filtros	2,4

¹ Considerando a transformação dos atuais decantadores convencionais para decantadores laminares

Os valores de vazões máximas admissíveis calculados e apresentados na Tabela 1 indicam que, para a ETA Anhangabaú, os processos unitários limitantes são ambos o processo de floculação ($2,4 \text{ m}^3/\text{s}$) e filtração ($2,4 \text{ m}^3/\text{s}$). Desta forma, a análise a ser efetuada para as unidades de sedimentação deverá partir do pressuposto de que a capacidade hidráulica máxima admissível da ETA Anhangabaú deverá ser de $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

VAZÕES ADMISSÍVEIS PARA ETA ANHANGABAÚ

- Vazão atual de operação: $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Vazão de projeto: $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Vazão máxima admissível: $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$
-

4. DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DE READEQUAÇÕES NOS DECANTADORES DA ETA ANHANGABAÚ

A ETA Anhangabaú possui quatro unidades de sedimentação, sendo que cada uma delas contígua ao seu respectivo floculador, conforme já apresentado anteriormente. Cada unidade de sedimentação possui como dimensões básicas 17,5 metros de largura por 40,9 metros de comprimento, o que totaliza uma área de sedimentação útil igual a 715,7 m².

A operação da ETA Anhangabaú com uma vazão afluyente igual a 2,0 m³/s deverá exigir que os decantadores existentes trabalhem com uma taxa de escoamento superficial próximo de 60 m³/m²/dia, valor este relativamente alto para decantadores convencionais de fluxo horizontal.

Pelo fato dos decantadores existentes serem do tipo convencionais de fluxo horizontal, os mesmos suportam taxas de escoamento superficial de até 60 m³/m²/dia caso as condições de pré-tratamento sejam adequadas. Partindo deste pressuposto, a ETA Anhangabaú pode ser operada com uma vazão máxima afluyente igual a 2,0 m³/s, sem que sejam esperados prejuízos ao processo de tratamento e considerando a possibilidade de emprego de polímeros como auxiliares de floculação.

Considerando que a vazão máxima requerida para a ETA Anhangabaú deverá ser igual a 2,4 m³/s, esta deverá acarretar uma sobrecarga nas unidades de sedimentação que não deverão ser absorvidas pelas unidades existentes. Desta forma, considerando a inexistência de área disponível para a implantação de uma quinta unidade de sedimentação, torna-se imperativo a modificação dos decantadores existentes de convencionais de fluxo horizontal para decantadores laminares.

A condição ótima para a instalação dos módulos de sedimentação laminar é a área coberta pelas calhas de coleta de água decantada, uma vez que as mesmas são relativamente longas. Portanto, uma vez transformados em decantadores laminares e assumindo que a área coberta pelos módulos de sedimentação laminar ocupe a área abaixo das calhas de coleta de água decantada, tem-se uma área de sedimentação disponível igual a 437,5 m² por decantador.

Uma vez que a área coberta pelas calhas de coleta de água decantada possuem dimensões úteis iguais a 17,5 metros de largura por 25,0 metros de comprimento, podem ser estimadas as suas velocidades de sedimentação e entre as placas, a saber:

Para as vazões de projeto consideradas (0,5 m³/s e 0,6 m³/s por decantador laminar), podem ser calculadas as seguintes grandezas características de unidades de sedimentação laminar, a saber (Tabela 2):

$$L = \frac{l}{w}$$

L= dimensão característica dos módulos de escoamento laminar
 l= comprimento do módulo de escoamento laminar em cm
 w= espaçamento entre os módulos de escoamento laminar em cm

$$V_0 = \frac{Q}{A_0} = \frac{Q}{A_p \cdot \sin\theta}$$

V₀= velocidade de escoamento entre as placas em m/s
 Q= vazão da unidade em m³/s
 θ= ângulo dos módulos em relação ao plano horizontal
 A₀= área de escoamento no sentido do fluxo entre os módulos de escoamento laminar em m²

Tabela 2 – Valores de velocidade de escoamento entre as placas para a unidade de sedimentação operando com diferentes vazões afluentes

Cenário	Vazão individual a cada decantador (l/s)	Grandeza l/w	Velocidade de escoamento entre as placas (cm/min)
1	500	24	9,9
2	600	24	11,9

As velocidades de escoamento entre os módulos de escoamento laminar são bastante adequadas e estão situadas abaixo de 15,0 cm/min. Considerando que os valores usualmente empregados em projeto de decantadores laminares são tais que resultam menores do que 20 cm/min,

conclui-se que os decantadores laminares da ETA Anhangabaú deverão operar de forma adequada com uma vazão de alimentação em torno de 0,6 m³/s por decantador.

A velocidade crítica de sedimentação das partículas coloidais pode ser estimada com o uso da seguinte expressão:

$$V_s = \frac{V_0}{(L \cdot \cos\theta + \text{sen}\theta)}$$

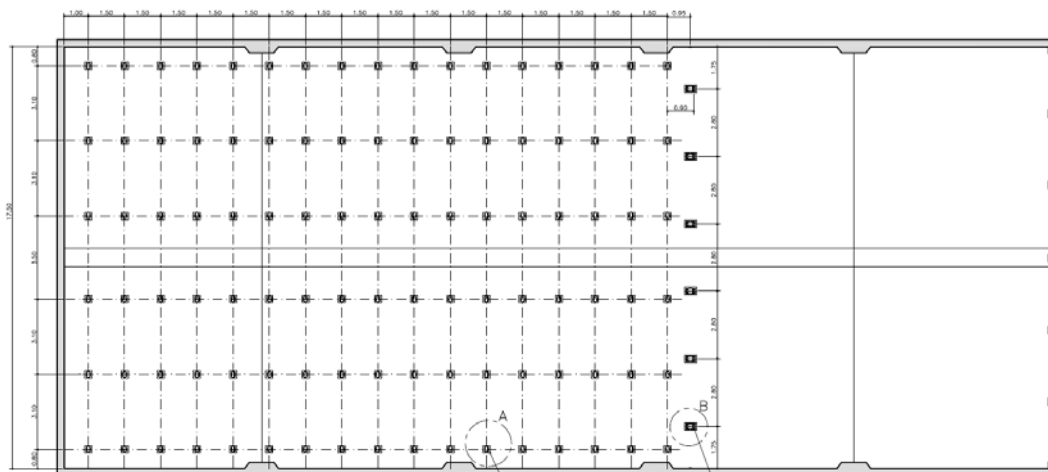
Para as velocidades de escoamento entre os módulos tubulares supracitados e assumindo que o ângulo das placas com o plano horizontal deverá ser de 60°, tem-se os seguintes valores de velocidade crítica de sedimentação (Tabela 3):

Tabela 3 – Valores de velocidade crítica de sedimentação para a unidade de sedimentação operando com diferentes vazões afluentes

Cenário	Vazão individual a cada decantador (l/s)	Grandeza l/w	Velocidade de escoamento entre as placas (cm/min)	Velocidade crítica de sedimentação (cm/min)
1	500	24	9,9	0,77
2	600	24	11,9	0,93

Os valores de velocidade crítica de sedimentação estão situados entre 11,1 m/dia a 13,4 m/dia, sendo que estes podem ser considerados como plenamente adequados para processos de tratamento de água dotados de uma eficiente operação de seus processos de coagulação e floculação. Desta forma, uma vez garantindo-se uma operação adequada de ambos os processos unitários de montante (etapas de coagulação e floculação), deverá ser plenamente possível garantir que a maior parte dos flocos formados apresente valores de velocidades de sedimentação superiores a 20 m/dia.

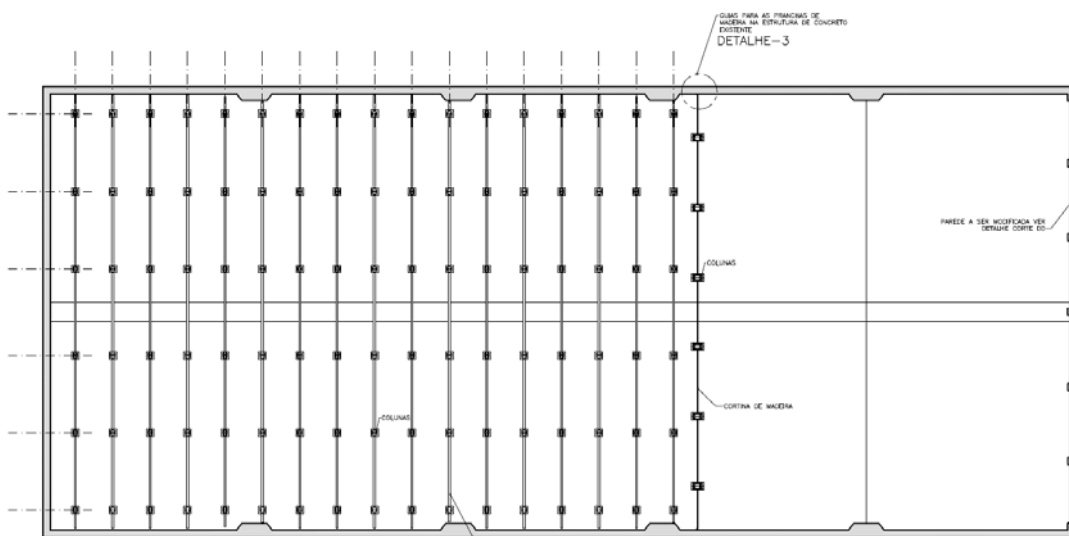
A instalação dos módulos de sedimentação laminar abaixo das calhas de coleta de água decantada existente deverá exigir a construção de uma estrutura suporte que possibilite o seu correto posicionamento. As Figuras 11 e 12 apresentam uma planta e corte de um decantador existente e o posicionamento de sua estrutura suporte para a instalação dos módulos de sedimentação laminar.



PLANTA-1 LOCALIZAÇÃO DAS COLUNAS METÁLICAS PARA MÓDULOS DE DECANTAÇÃO E CORTINA DE MADEIRA
ESCALA 1:100

COLUNAS METÁLICAS DE SUSTENTÇÃO DA ESTRUTURA DOS MÓDULOS DE DECANTAÇÃO
VER DETALHE

COLUNAS METÁLICAS DA CORTINA DE MADEIRA



PLANTA-2 VIGAS DE MADEIRA SOBRE AS COLUNAS METÁLICAS E CORTINA DE MADEIRA
ESCALA 1:100

VIGAS DE MADEIRA 7 x 15cm

CRUZO PARA AS PRIMARIAS DE MADEIRA NA ESTRUTURA DE CONCRETO EXISTENTE
DETALHE-3

PAREDE A SER MODIFICADA VER DETALHE SOBRE ED

COLUNAS

COLUNAS

CORTINA DE MADEIRA

Figura 11 – Posicionamento da estrutura suporte para a instalação dos módulos de sedimentação laminar – Planta geral de um decantador típico da ETA Anhangabaú

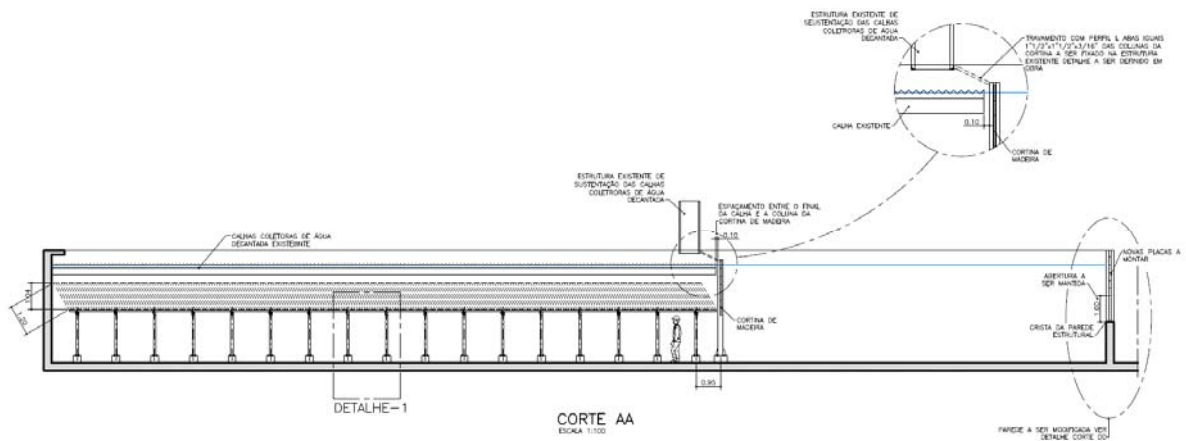


Figura 12 – Posicionamento da estrutura suporte para a instalação dos módulos de sedimentação laminar – Corte geral de um decantador típico da ETA Anhangabaú

Atualmente, a distribuição da água floculada para os decantadores existentes é efetuado por meio de uma cortina dotada de 294 bocais com diâmetro igual a 125 mm, conforme apresentada na Figura 13.



Figura 13 – Estruturas de saída do canal de água floculada e passagem para os decantadores

Para a estrutura de distribuição de água floculada apresentada acima é possível efetuar o cálculo da velocidade de passagem e respectivo gradiente de velocidade de acordo com as seguintes expressões, estando os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 5.

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot f \cdot V^3}{\mu \cdot D \cdot 2 \cdot g}}$$

O fator de atrito pode ser estimado pela expressão proposta por Colebrook e White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left[\frac{k}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{R_e \cdot \sqrt{f}} \right]$$

Tabela 4 – Gradientes de velocidade estimados para o sistema de distribuição de água floculada aos decantadores – Vazão unitária por decantador: 0,5 m³/s

Passagem	Descrição	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Gradiente de velocidade (s ⁻¹)
1	294 orifícios circulares com 0,125 m	1,70	0,139	17,4

Tabela 5 – Gradientes de velocidade estimados para o sistema de distribuição de água floculada aos decantadores – Vazão unitária por decantador: 0,6 m³/s

Passagem	Descrição	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Gradiente de velocidade (s ⁻¹)
1	294 orifícios circulares com 0,125 m	2,04	0,166	22,4

Ainda que alguns gradientes de velocidades calculados e apresentados nas Tabelas 4 e 5 sejam inferiores a 30 s^{-1} , tem-se que as velocidades nas passagens são bastante elevadas, resultando superior a $0,15 \text{ m/s}$, o que é bastante elevado e que oferece condições para a ruptura dos flocos previamente formados no processo de floculação.

Atualmente, tem-se observado que estruturas de distribuição de água floculada a decantadores compostos por orifícios ou bocais são bastante deficientes, uma vez que as mesmas tem ocasionado uma significativa ruptura dos flocos formados, conforme se observa na Figura 14.

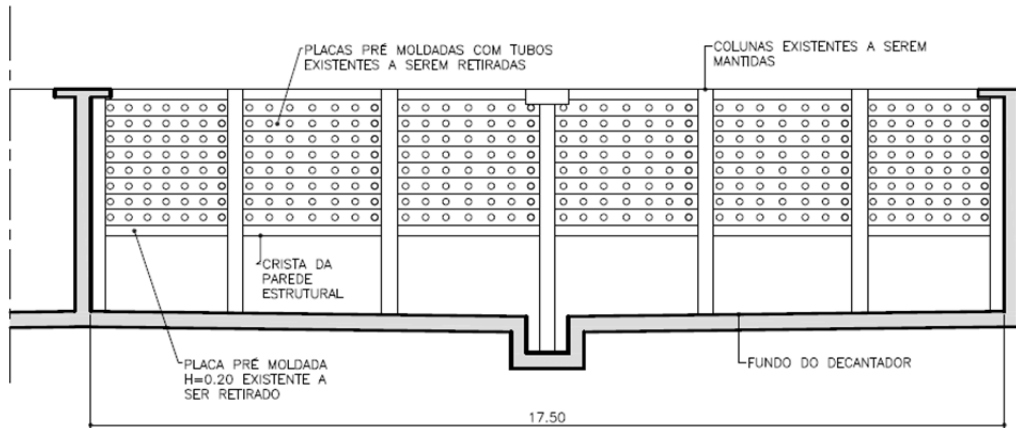


Figura 14 – Ruptura de flocos formados durante o processo de floculação quando da passagem por estruturas de distribuição compostas por orifícios ou bocais – ETA 2 SANASA

Conforme já comentado, a passagem da água floculada aos decantadores é efetuada por meio de um total de 294 orifícios implantados em 6 painéis com dimensões unitárias iguais a 2,78 metros de largura por 2,40 metros de altura (Vide Figura 15).

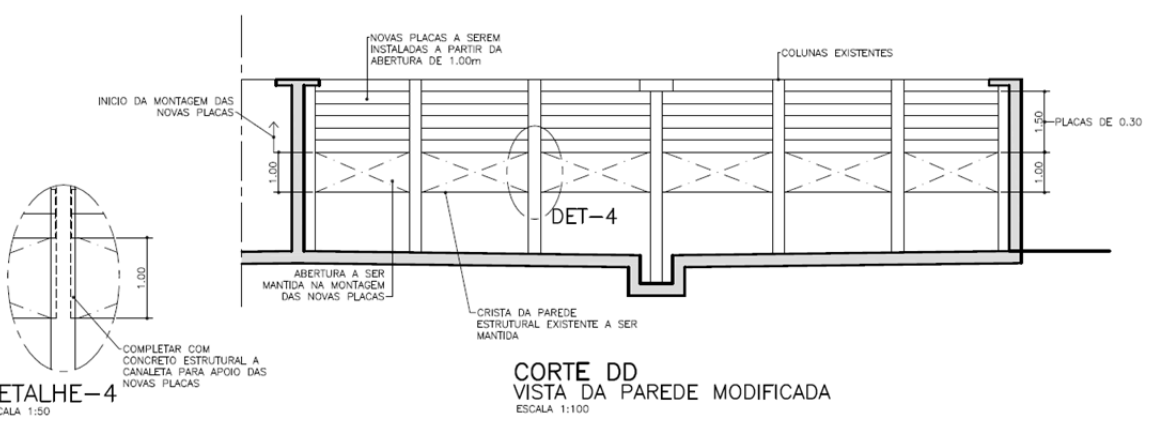
Desta forma, sugere-se uma reforma das atuais estruturas de distribuição de água floculada aos decantadores da ETA Anhangabaú,

prevendo-se a eliminação da estrutura que contém os 294 orifícios circulares e reformando-se a cortina de distribuição de modo que a mesma tenha a seguinte configuração apresentada na Figura 16.



CORTE DD
VISTA ATUAL DA PAREDE A SER MODIFICADA
 ESCALA 1:100

Figura 15 – Conjunto de painéis dotados de orifícios para a distribuição da água floculada aos decantadores da ETA Anhangabaú



CORTE DD
VISTA DA PAREDE MODIFICADA
 ESCALA 1:100

Figura 16 – Concepção proposta para a passagem de água floculada para os decantadores da ETA Anhangabaú

Desta forma, a passagem da água floculada e sua distribuição para a sua respectiva unidade de sedimentação deverá ser efetuada por meio de uma passagem única submersa e inferior em cada painel instalado com dimensão igual a 2,78 metros de largura e 1,0 metros de altura, o que totaliza uma área de passagem por placa e por decantador igual a 2,78 m² e 16,68 m² e, desta forma, tem-se que sua velocidade deverá ser igual a:

$$v_i = \frac{Q_d}{A_f} = \frac{0,5 \text{ m}^3 / \text{s}}{16,68 \text{ m}^2} \cong 0,030 \text{ m} / \text{s}$$

$$v_f = \frac{Q_d}{A_f} = \frac{0,6 \text{ m}^3 / \text{s}}{16,68 \text{ m}^2} \cong 0,036 \text{ m} / \text{s}$$

Uma vez efetuadas as modificações sugeridas nas unidades de floculação e transformando-se os atuais decantadores convencionais de fluxo horizontal para decantadores laminares, possibilitará que cada uma destas unidades possa operar com uma vazão unitária igual a 0,6 m³/s. Logo, a vazão máxima afluyente a ETA poderá chegar a 2,4 m³/s sem que haja prejuízo a qualidade da água tratada.

5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS MÓDULOS DE SEDIMENTAÇÃO LAMINAR A SEREM INSTALADOS NOS DECANTADORES DA ETA ANHANGABAÚ

Os módulos de sedimentação laminar a serem instalados na ETA Anhangabaú deverão atender as seguintes características técnicas a saber:

- Os módulos de sedimentação laminar deverão apresentar comprimento igual a 1,2 metros e ângulo com a horizontal igual a 60°
- O material a ser utilizado na fabricação dos módulos de sedimentação laminar deverá ser passível de utilização no tratamento de águas de abastecimento para fins potáveis e ser devidamente aprovado pelos órgãos competentes.
- A geometria dos dutos de sedimentação laminar deverá ser tal que o espaçamento perpendicular entre os dutos (menor distância) seja superior a 40 mm e inferior a 60 mm.
- A espessura das placas utilizadas na confecção dos módulos de sedimentação laminar não poderá ser superior a 1,5 mm, devendo as mesmas serem montadas por termosoldagem de forma que os dutos de sedimentação laminar sejam preservados, não haja possibilidade dos mesmos serem alterados ao longo do tempo. Não serão aceitos módulos de sedimentação laminar construídos e montados com o uso de rebites ou cola química, que venham a sofrer processos de degradação ou deterioração ao longo do tempo.
- A montagem dos módulos e sua respectiva instalação em campo deverão ser de inteira responsabilidade do fornecedor dos módulos de sedimentação laminar.