



SAEMA – ARARAS/SP

CONTRATO Nº 003/2018

**PROJETO EXECUTIVO DE REFORMA E MODERNIZAÇÃO DA
UNIDADE DE FILTRAÇÃO, VEICULAÇÃO DE ÁGUA TRATADA
AOS RESERVATÓRIOS E SISTEMA DE TRATAMENTO DOS
RESÍDUOS GERADOS NA ETA DE ARARAS**

**RELATÓRIO R1
ETAPA 01: ATIVIDADES PRELIMINARES**

Novembro 2018

**PROJETO EXECUTIVO DE REFORMA E MODERNIZAÇÃO DA
UNIDADE DE FILTRAÇÃO, VEICULAÇÃO DE ÁGUA TRATADA
AOS RESERVATÓRIOS E SISTEMA DE TRATAMENTO DOS
RESÍDUOS GERADOS NA ETA DE ARARAS**
SAEMA – ARARAS/SP

CONTRATO Nº 003/2018

Responsabilidade técnica:

Eng. Civil Luiz Di Bernardo – CREA-SP 0600314035

Eng^a. Civil Angela Di Bernardo Dantas – CREA-SP 5060728293



RELATÓRIO R1
ETAPA 01: ATIVIDADES PRELIMINARES

[Visita inicial de inspeção a ETA e da área de implantação do STR]
[Análise dos dados de operação dos filtros e de projetos/estudos existentes]
[Ensaio complementares]
[Estimativa da geração de resíduos]

Novembro 2018

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	1
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
3	ANÁLISE DE DADOS OPERACIONAIS DA ETA	5
3.1	VAZÃO AFLUENTE A ETA	5
3.2	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA	6
3.2.1	Turbidez.....	7
	• Barragem Hermínio Ometto	7
	• Barragem Tambury.....	9
	• Rio Mogi Guaçu	11
	• Mistura da água bruta <i>in natura</i>	12
3.3	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DECANTADA	14
3.3.1	Turbidez.....	15
3.4	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA FILTRADA.....	16
3.4.1	Turbidez.....	16
3.5	PRODUTOS QUÍMICOS.....	19
4	VISITA TÉCNICAS.....	22
4.1	VISITA TÉCNICA 01	22
4.2	VISITA TÉCNICA 02	23
4.2.1	Avaliação da lavagem dos filtros.....	24
4.2.1.1	Filtro 1	24
4.2.2	Filtro 2	26
4.2.3	Filtro 5	28
4.2.4	Filtro 7	30
4.2.5	Filtro 8	32
4.2.6	Filtro 9	33
4.2.7	Considerações finais sobre lavagem dos filtros	35
4.3	VISITA TÉCNICA 03	36
4.3.1	Topografia	37
4.3.2	Ensaio de desaguamento de resíduos da ETA com geotecido	37
4.3.3	Análises da qualidade da água da Represa Hermínio Ometto e córrego afluente ao Ribeirão das Furnas	39



4.4	VISITA TÉCNICA 04	41
4.4.1	Topografia	41
4.4.2	Coleta de amostras para realização do ensaio em coluna de sedimentação	42
5	PARÂMETROS DE PROJETO – DIRETRIZES GERAIS.....	44
5.1	UNIDADE DE FILTRAÇÃO	44
5.2	SISTEMA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NA ETA.....	44
5.2.1	Geração de resíduos na ETA.....	45
5.3	ESTUDO PRELIMINAR DA COMPOSIÇÃO DO STR.....	48
6	ATIVIDADES EM ANDAMENTO E FUTURAS	50
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, resultado da contratação da HIDROSAN pelo Serviço de Água, Esgoto e Meio Ambiente do Município de Araras – SAEMA, consiste na elaboração do Projeto Executivo de Reforma e Modernização da Unidade de Filtração, Veiculação de Água Tratada aos Reservatórios e Sistema de Tratamento dos Resíduos gerados na ETA de Araras, conforme contrato nº 003/2018.

Para o desenvolvimento do trabalho, além de livros especializados tanto de autoria dos profissionais da HIDROSAN quanto de outros autores, foi considerada a experiência da equipe da HIDROSAN na realização de trabalhos similares ao estudo elaborado.

O trabalho foi desenvolvido em etapas, quais sejam:

- Etapa 1: Atividades preliminares, as quais servirão para embasar o projeto de recuperação e modernização da unidade de filtração da ETA de Araras e o projeto do sistema de tratamento de resíduos.
- Etapa 2: Concepção da reforma e modernização do sistema de tratamento de resíduos da ETA. Nas atividades desta etapa, deverão ser concebidas a reforma e a modernização da unidade de filtração da ETA (incluindo os filtros novos), novo reservatório de água para lavagem dos filtros, o encaminhamento de água aos reservatórios de água tratada existentes, e o sistema de tratamento de resíduos, tendo como base os resultados obtidos na etapa anterior e as diretrizes indicadas no Termo de Referência.
- Etapa 3: Projetos executivos. A partir da concepção aprovada pelo SAEMA na etapa anterior, deverão ser iniciadas as atividades de projeto executivo.

Neste relatório, Relatório R1, são apresentados os resultados da Etapa 01, com a análise dos dados operacionais da ETA, descrição e resultados dos ensaios realizados pela equipe da HIDROSAN na ETA de Araras nos dias 16 e 24 de outubro e 21 de novembro de 2018.

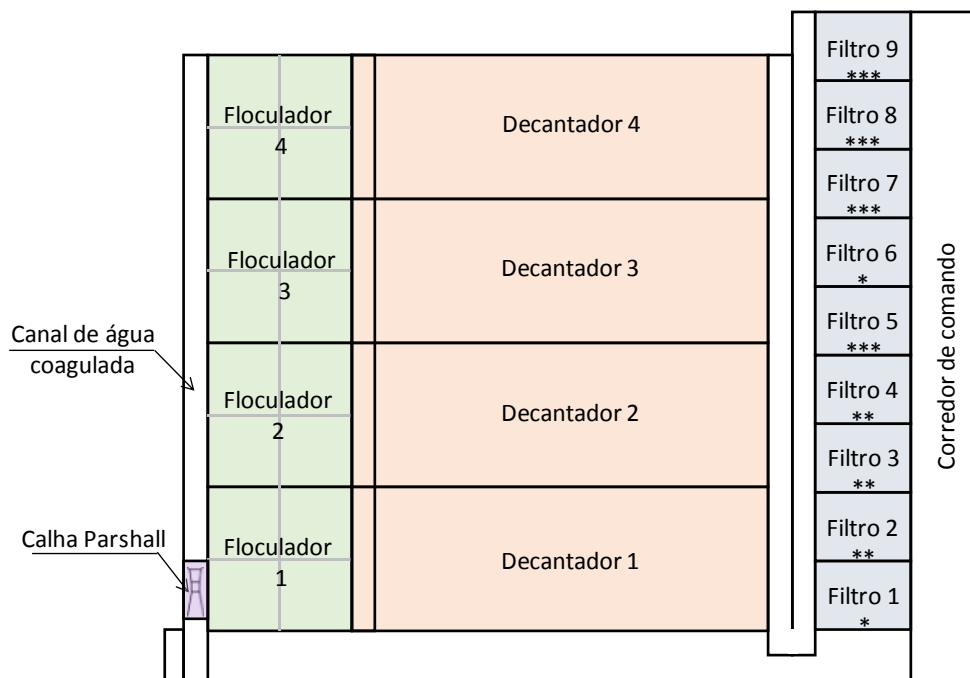
Ressalta-se que as avaliações estruturais e elétricas foram iniciadas no primeiro dia de ensaios na ETA de Araras (16 de outubro de 2018) pelos parceiros técnicos da HIDROSAN.

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este item discorre sobre as principais conclusões obtidas no documento de “Diagnóstico e proposição de melhorias na ETA do SAEMA de Araras” sobre a unidade de filtração, a geração de resíduos e tubulação de água tratada aos reservatórios, confeccionado pela empresa HIDROSAN, em 2017.

Em relação ao diagnóstico dos filtros da ETA de Araras, constatou-se que:

- Os 9 filtros existentes apresentam três configurações diferentes em relação ao fundo dos filtros (fundo falso com bocais, crepinas e blocos tipo S), o que resulta em diferentes perdas de carga em função da taxa de filtração, e em diferentes vazões de ar e água para lavagem dos filtros. A Figura 2.1 apresenta esquema geral das unidades da ETA de Araras e o tipo de fundo de cada filtro da estação.



* Filtros com bloco tipo S, fabr. Leopold. ** Filtro com fundo falso e bocais. *** Filtros com crepina, fabr. Hidrosolo.

Figura 2.1 - Esquema geral das unidades da ETA de Araras e tipo de fundo dos filtros

- Os Filtros 8 e 9 possuem um único vertedor de água filtrada, diferentemente dos demais filtros, que possuem vertedores individuais.
- Alguns filtros tiveram seus drenos tampados, o que aumenta o tempo de drenagem antes da lavagem.

- Em relação à lavagem dos filtros com ar seguindo de água, observou-se que a distribuição de ar não é uniforme, e que os tempos de lavagem são variáveis de acordo com observações visuais dos operadores. A água para lavagem dos filtros é proveniente de um reservatório elevado, e constatou-se que a velocidade ascensional varia entre filtros, e é controlada pela abertura parcial de uma válvula borboleta localizada na tubulação geral de água para lavagem, de acionamento manual.

Em relação aos resíduos gerados na ETA, no momento da confecção do relatório da HIDROSAN em 2017, e do presente relatório, constatou-se a realização do descarte irregular do efluente oriundo das limpezas dos decantadores e da lavagem dos filtros no córrego afluente ao Ribeirão das Furnas (ponto próximo à casa de bombas do Reservatório Hermínio Ometto).

A partir das considerações levantadas sobre o funcionamento dos filtros, qualidade da água bruta e qualidade da água durante o tratamento, a HIDROSAN (2017) elaborou proposições de melhorias e adequações operacionais para a ETA de Araras, a saber:

- Adequar as unidades existentes para o tratamento da vazão máxima da ETA de 730 L/s: construção de mais 2 filtros;
- Adequar o sistema de lavagem com ar dos filtros;
- Adequar o sistema de lavagem com água dos filtros: construção de um novo reservatório de água para lavagem dos filtros;
- Descarga livre dos vertedores individuais de água filtrada para todas as condições de operação da ETA;
- Instalar novas tubulações de água tratada aos reservatórios e dispositivos que permitam o isolamento dos reservatórios entre si e entre o canal de água filtrada geral, garantindo a flexibilidade operacional do sistema;
- Equipamentos para a medição de vazão encaminhada para cada reservatório e, conseqüentemente, o controle da vazão de água tratada produzida, e do índice de perdas;
- Construção do STR (sistema de tratamento de resíduos) da ETA de Araras, que deverá ser composto por tanque de regularização, de clarificação e sistema de desaguamento;

- Adequação dos pontos de aplicação de produtos químicos: ortopolifosfato de sódio e de ácido fluossilícico; e um novo ponto para a pós-cloração da água filtrada, visando garantir o residual na rede.

A HIDROSAN (2017) também elaborou diretrizes para projeto de reforma e modernização da unidade de filtração, e veiculação de água tratada aos reservatórios, como por exemplo:

- Para garantir o bom funcionamento das unidades de filtração, a HIDROSAN sugere que a taxa média de filtração seja de, no máximo, $300 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$.
- Relação entre taxa máxima e taxa média de filtração inferior a 1,5;
- O nível de água máximo no canal comum de alimentação dos filtros deverá ser menor do que a cota da crista dos extravasores deste canal, para todas as condições de operação da ETA;
- O nível de água mínimo no canal comum de alimentação dos filtros deverá garantir que estes funcionem como vasos comunicantes;
- Material filtrante composto por areia e antracito, sendo que a especificação desses materiais deverá garantir a mistura parcial entre os grãos maiores do antracito com os menores da areia e a expansão mínima dos maiores grãos de ambos os materiais granulares durante a lavagem com água;
- Lavagem do filtro: com ar seguida de água;
- Distribuição equitativa do ar para lavagem e taxa de aplicação de ar para lavagem entre 12 e 20 L/s/m^2 ;
- Velocidade ascensional de água para lavagem compatível com o meio filtrante especificado e idêntica para todos os filtros, garantindo a expansão mínima de 5 % do D90 do material granular (geralmente compreendida entre 0,6 e $1,0 \text{ m/min}$);
- Volume de água para lavagem para atendimento de pelo menos 10 min de lavagem com água para a vazão adotada;
- Execução da reforma de 1 filtro de cada vez.

3 ANÁLISE DE DADOS OPERACIONAIS DA ETA

As análises realizadas neste tópico complementam, com os anos de 2017 e 2018, as análises históricas realizadas no documento de “Diagnóstico e proposição de melhorias na ETA do SAEMA de Araras” (HIDROSAN, 2017).

Na Tabela 3.1 estão apresentados os parâmetros que foram utilizados para análise estatística.

Tabela 3.1 - Resumo dos dados operacionais fornecidos e dos parâmetros utilizados para análise (Fonte: SAEMA, 2018)

Planilhas fornecidas	Parâmetros analisados		Monitoramento
Planilhas diárias	Vazão de água bruta aduzida de cada manancial	L/s	Horário
Planilhas diárias	Turbidez da mistura de água bruta <i>in natura</i> e da água decantada	uT	Horário
Planilhas diárias	Turbidez da água bruta de cada manancial utilizado	uT	A cada duas horas
Turbidez dos filtros	Turbidez individual de cada filtro	uT	A cada duas horas

Vale ressaltar que as planilhas de turbidez individual dos filtros são referentes ao mês de novembro e dezembro de 2017, diferentemente das demais planilhas disponibilizadas que são referentes aos anos de 2015 a 2018.

3.1 VAZÃO AFLUENTE A ETA

A partir das informações diárias de vazão aduzida à ETA de Araras para o período de outubro de 2015 a setembro de 2018 foi produzido o gráfico da vazão total afluyente à ETA da Figura 3.2, e o gráfico da vazão aduzida de cada um dos três mananciais da ETA de Araras da Figura 3.2.

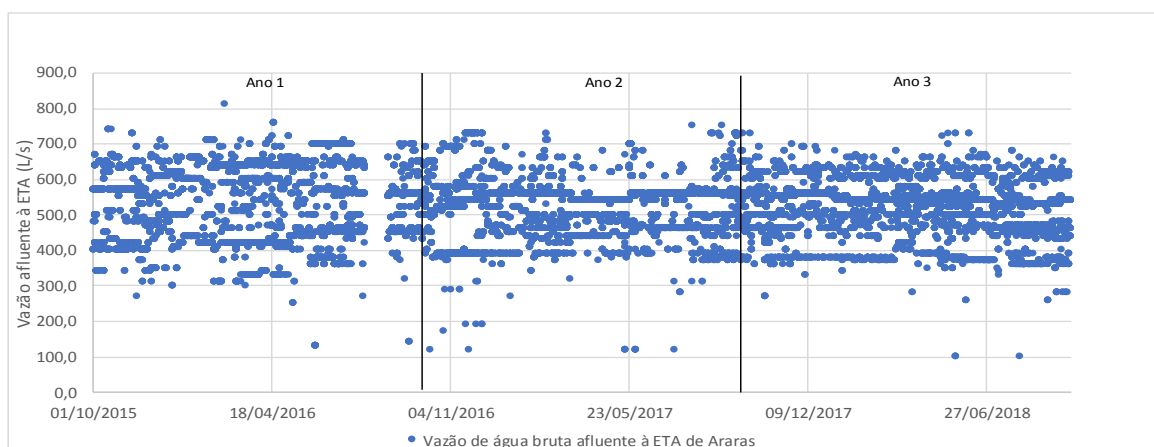


Figura 3.1 - Vazão de água bruta afluyente à ETA de Araras no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

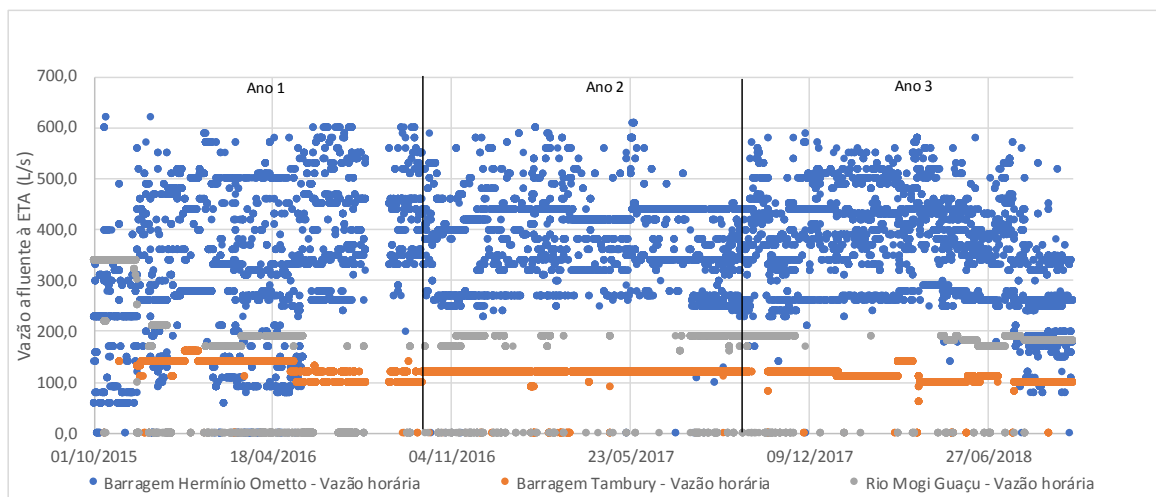


Figura 3.2 - Vazão de água bruta afluente à ETA de Araras de cada manancial no período de outubro de 2017 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

De acordo com as informações de vazão disponibilizadas, a vazão média do período analisado (outubro de 2015 a setembro de 2018) foi de 511 L/s, tendo como valor máximo de vazão 810 L/s (dia 25/02/2016) e valor mínimo de vazão de 100 L/s (dia 24 de maio e 4 de agosto de 2018). Observa-se também que maior parte da água bruta aduzida à ETA de Araras é proveniente da Barragem Hermínio Ometto.

Em relação aos valores médios e máximos de vazão de cada manancial tem-se, para a Barragem Hermínio Ometto vazões de 362,2 L/s e 620,0 L/s respectivamente; para a Barragem Tambury, vazões de 118,0 L/s e 160 L/s, e para o Rio Mogi Guaçu, vazões de 173,9 L/s e 340 L/s durante o período analisado.

3.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA

A água bruta afluente à ETA de Araras é recalcada de 3 mananciais:

- Rio Mogi Guaçu;
- Reservatórios das barragens Hermínio Ometto e João Ometto;
- Reservatórios das barragens Tambury e Usina Santa Lúcia.

O Rio Mogi Guaçu se enquadra na Classe 2 pela Resolução CONAMA 357/2005, no ponto da captação, e sua vazão outorgada atualmente é de 600 L/s.

Também se realiza a captação de água bruta na barragem Hermínio Ometto, que é abastecida pela barragem João Ometto (que por sua vez é abastecida por gravidade pela barragem Água Boa). Estes reservatórios possuem volume máximo de armazenamento de 2.410.375,16 e 7.931.520,26 m³, respectivamente (Prefeitura Municipal de Araras, 2015).

O reservatório Tambury, além de ser um dos pontos de captação de água bruta da ETA de Araras, também abastece a represa Usina Santa Lúcia, e a capacidade de reservação de ambas é de 2.231.651,47 e 800.231,74 m³ respectivamente (Prefeitura Municipal de Araras, 2015).

A seguir são apresentadas as análises dos dados históricos de turbidez e vazão de todos os mananciais e também da mistura *in natura*.

3.2.1 Turbidez

Para avaliação da turbidez da água bruta dos 3 mananciais da ETA de Araras, foram analisados os valores mínimos e máximos diários monitorados durante o período de outubro de 2015 a setembro de 2018, apresentados nos gráficos de dispersão dos itens a seguir.

- **Barragem Hermínio Ometto**

A Figura 3.3 e Figura 3.4 apresenta respectivamente os valores mínimos e máximos diários de turbidez da água bruta do manancial Barragem Hermínio Ometto no período de outubro de 2015 a setembro de 2018.

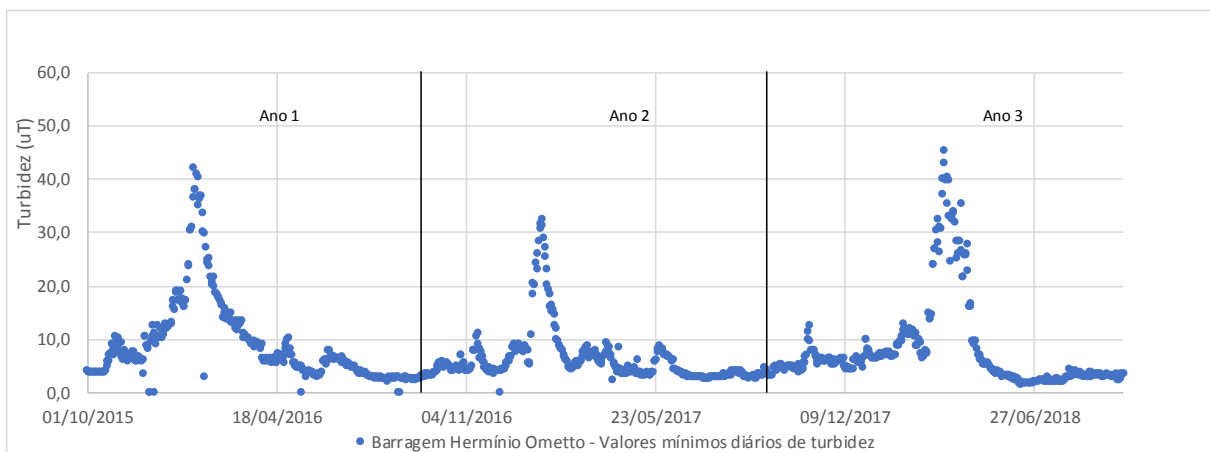


Figura 3.3 - Valores mínimos diários de turbidez da água bruta da Barragem Hermínio Ometto no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

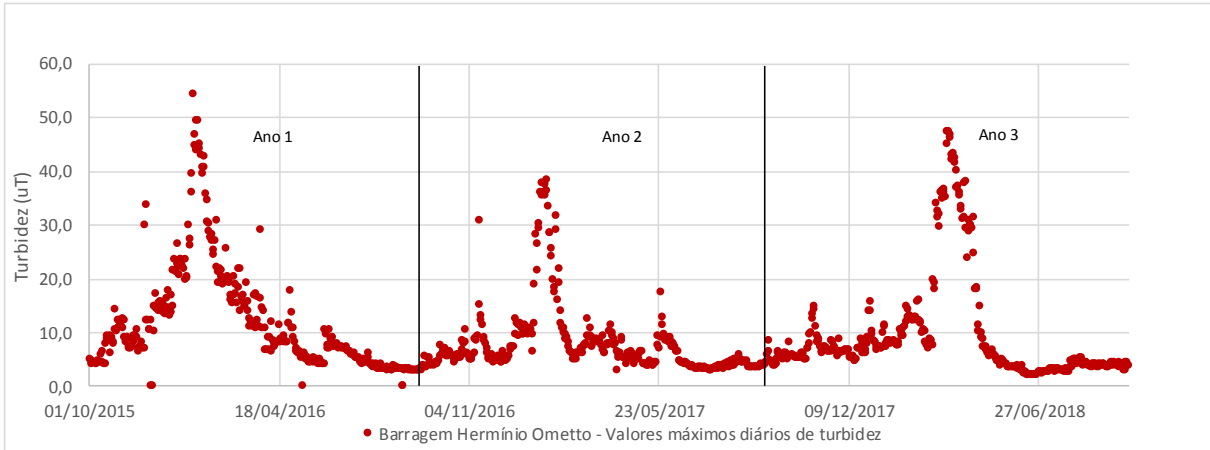


Figura 3.4 - Valores máximos diários de turbidez da água bruta da Barragem Hermínio Ometto no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Para facilitar a comparação dos valores de turbidez da água bruta da Barragem Hermínio Ometto, foi efetuado o estudo de frequência de ocorrência para diferentes faixas de turbidez com os valores horários disponibilizados para o período.

Na Figura 3.5 são apresentadas as porcentagens de ocorrência dos valores horários para cada intervalo de turbidez.

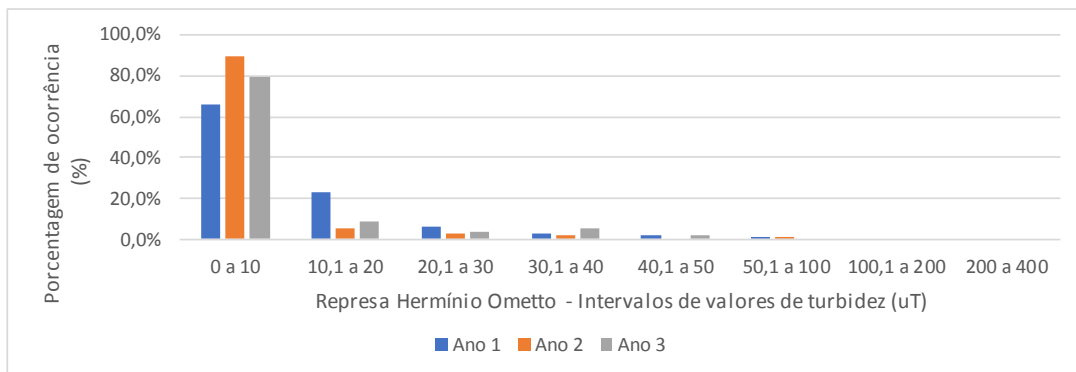


Figura 3.5 - Frequência de ocorrência dos valores horários de turbidez da água bruta da Represa Hermínio Ometto (Fonte: SAEMA, 2018)

Com base nos dados disponibilizados e nas figuras anteriores, observa-se que:

- os picos de turbidez, tanto dos máximos valores diários quanto dos mínimos, ocorrem no período do ano tipicamente chuvoso na região sudeste, entre novembro e março. O maior pico de turbidez registrado neste período foi de 54,2 uT, e ocorreu no dia 18 de janeiro de 2016;

- nos três anos estudados, o intervalo de turbidez com maior frequência de ocorrência foi o que apresentava valores menores que 10 uT. A frequência de ocorrência desta faixa foi de aproximadamente 66,1% no primeiro ano do período estudado, 89,2% no segundo ano e 79,8% no terceiro;
- comparados ao primeiro ano do período analisado, as frequências de ocorrência de valores horários de turbidez inferiores a 10 uT do ano 2 e 3 aumentaram significativamente.

- **Barragem Tambury**

A Figura 3.6 e Figura 3.7 apresenta respectivamente os valores mínimos e máximos diários de turbidez da água bruta do manancial Barragem Tambury no período de outubro de 2015 a setembro de 2018.

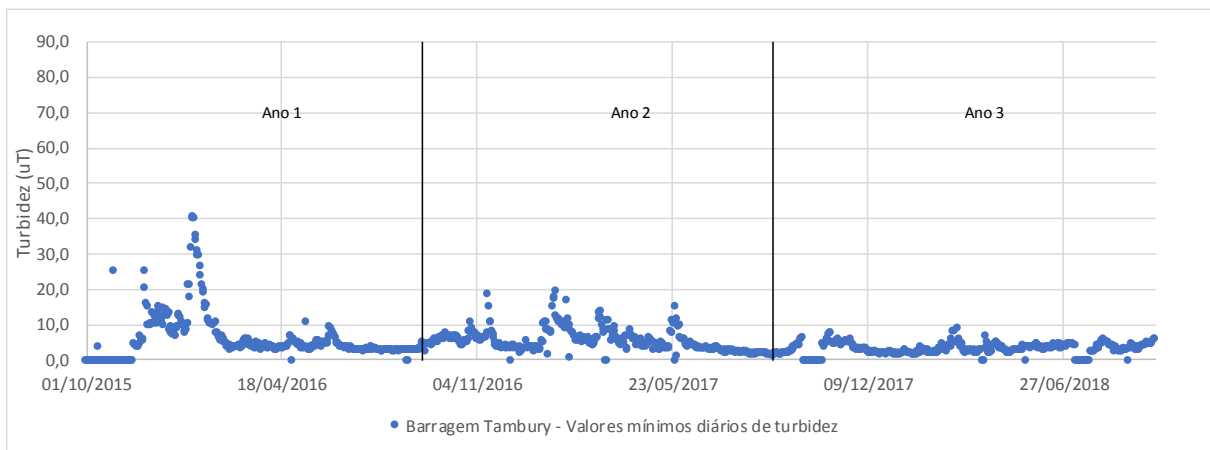


Figura 3.6 - Valores mínimos diários de turbidez da água bruta da Barragem Tambury no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

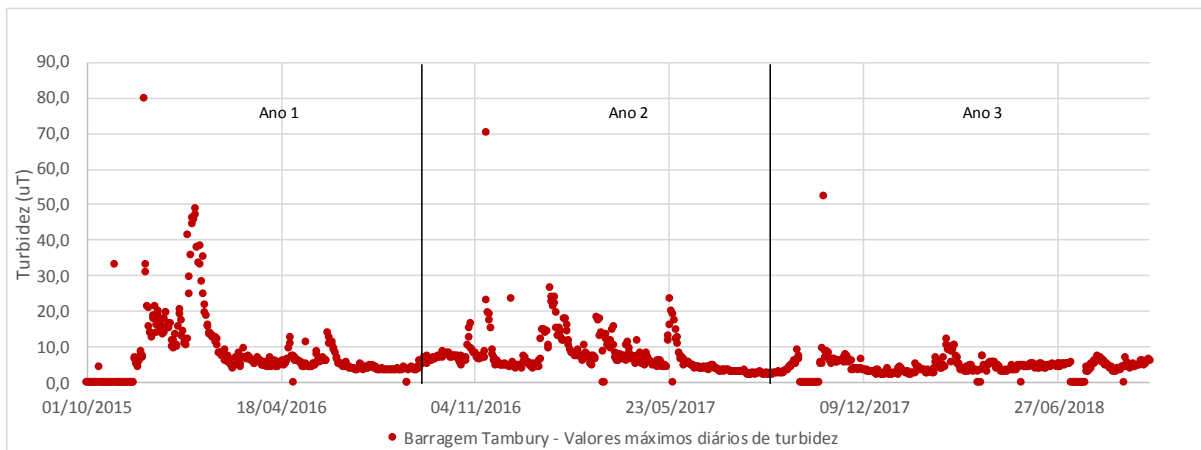


Figura 3.7 - Valores máximos diários de turbidez da água bruta da Barragem Tambury no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Para facilitar a comparação dos valores de turbidez da água bruta da Barragem Tambury no período de outubro de 2015 a setembro de 2018, foi efetuado o estudo de frequência de ocorrência para diferentes faixas de turbidez com todos os valores horários disponibilizados para o período.

Na Figura 3.9 são apresentadas as porcentagens de ocorrência dos valores horários para cada intervalo de turbidez.

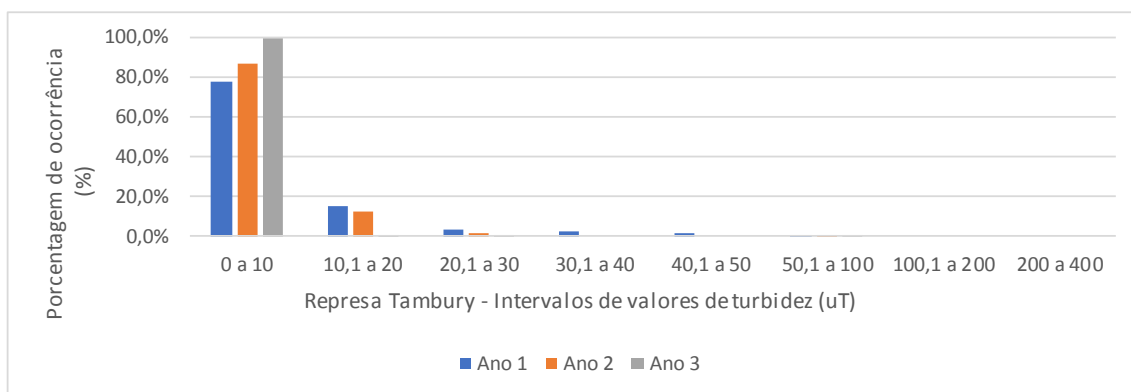


Figura 3.8 - Frequência de ocorrência dos valores horários de turbidez da água bruta da Represa Tambury (Fonte: SAEMA, 2018)

Com base nos dados disponibilizados e nas figuras anteriores, observa-se que:

- nos três anos estudados, o intervalo de valores horários de turbidez com maior frequência de ocorrência foi o de valores abaixo de 10 uT. A frequência de ocorrência desta faixa foi de aproximadamente 78,1% no primeiro ano do período estudado, 86,7% no segundo ano e 99,6% no terceiro;

- comparados aos dois primeiros anos do período analisado, a turbidez do terceiro ano apresentou valores consideravelmente mais baixos, sendo apenas 0,3% dos valores horários entre 10,1 uT a 20 uT, e com valor pontual máximo de turbidez no terceiro ano de 52 uT, no dia 29 de outubro de 2017.

- **Rio Mogi Guaçu**

A Figura 3.9 e Figura 3.10 apresenta respectivamente os valores mínimos e máximos diários de turbidez da água bruta do manancial rio Mogi Guaçu no período de outubro de 2015 a setembro de 2018.

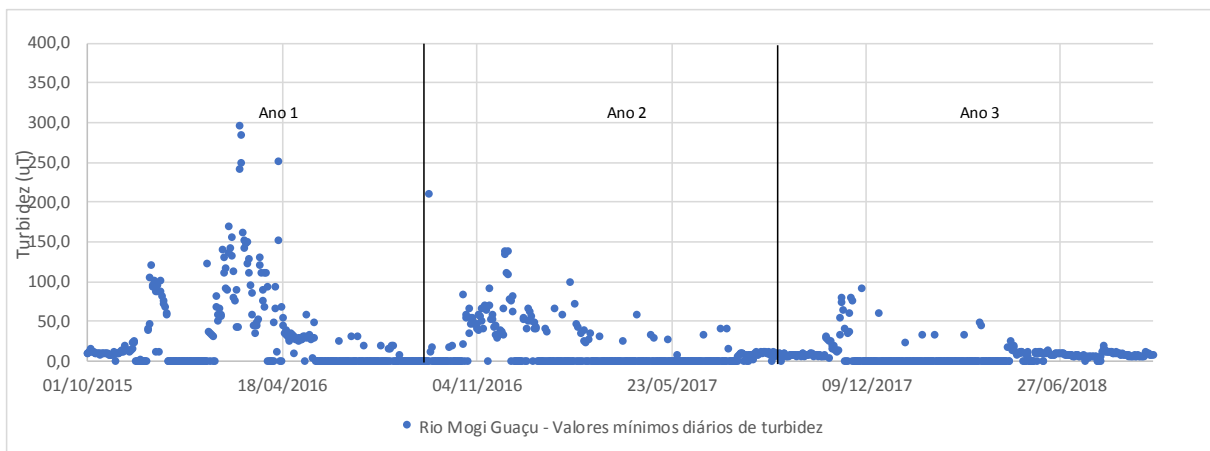


Figura 3.9 - Valores mínimos diários de turbidez da água bruta do rio Mogi Guaçu no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

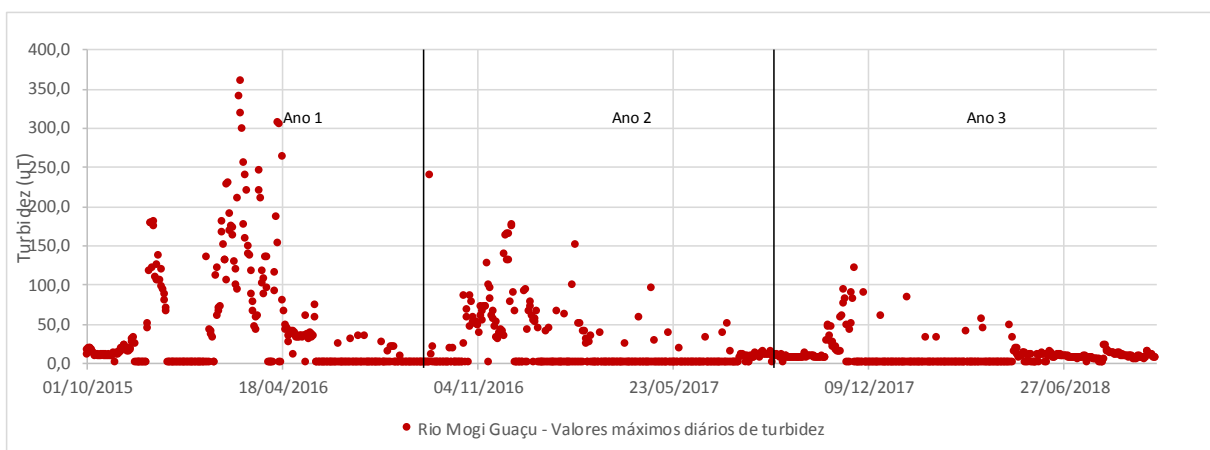


Figura 3.10 - Valores máximos diários de turbidez da água bruta do rio Mogi Guaçu no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Para facilitar a comparação dos valores de turbidez da água bruta do rio Mogi Guaçu no período de outubro de 2015 a setembro de 2018, foi efetuado o estudo de frequência de ocorrência para diferentes faixas de turbidez com todos os valores horários disponibilizados para o período.

Na Figura 3.11 são apresentadas as porcentagens de ocorrência dos valores horários para cada intervalo de turbidez.

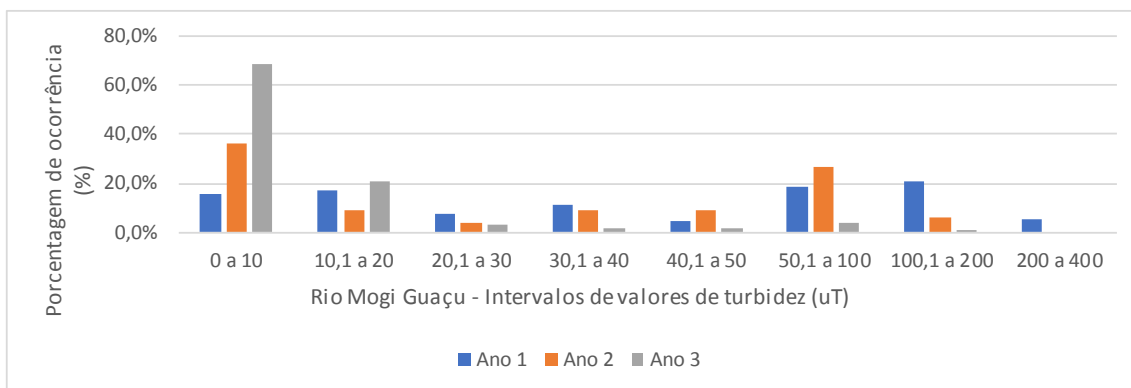


Figura 3.11 - Frequência de ocorrência dos valores horários de turbidez da água bruta do rio Mogi Guaçu (Fonte: SAEMA, 2018)

Com base nos dados disponibilizados e nas figuras anteriores, observa-se que:

- os maiores valores de turbidez, tanto dos valores máximos diários quanto dos mínimos, ocorrem no período do ano tipicamente chuvoso na região sudeste, entre novembro e março. O maior pico de turbidez registrado neste período foi de 361 uT, e ocorreu no dia 6 de março de 2016;
- assim como a análise de turbidez da água da Barragem Tambury, observa-se que os picos de turbidez no período chuvoso decresceram ao passar do período analisado;
- comparados aos dois primeiros anos do período analisado, a frequência de ocorrência de valores horários de turbidez inferiores a 10 uT no 3º ano aumentou significativamente, chegando a 68,9% dos valores de turbidez do último ano analisado.

- **Mistura da água bruta *in natura***

A Figura 3.12 e Figura 3.13 apresenta respectivamente os valores mínimos e máximos diários de turbidez da mistura *in natura* da água bruta na entrada da ETA de Araras no período de outubro de 2015 a setembro de 2018.

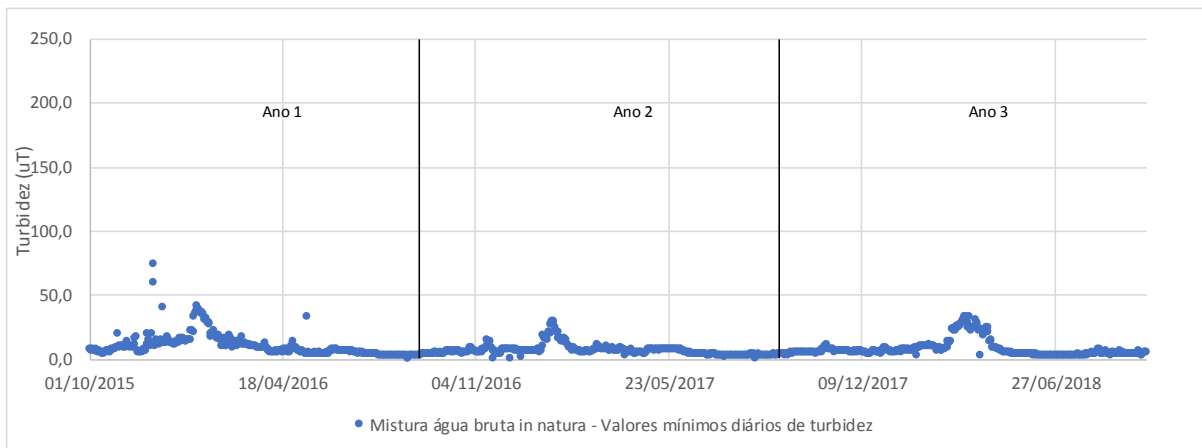


Figura 3.12 - Valores mínimos diários de turbidez da mistura *in natura* da água bruta na entrada da ETA de Araras no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

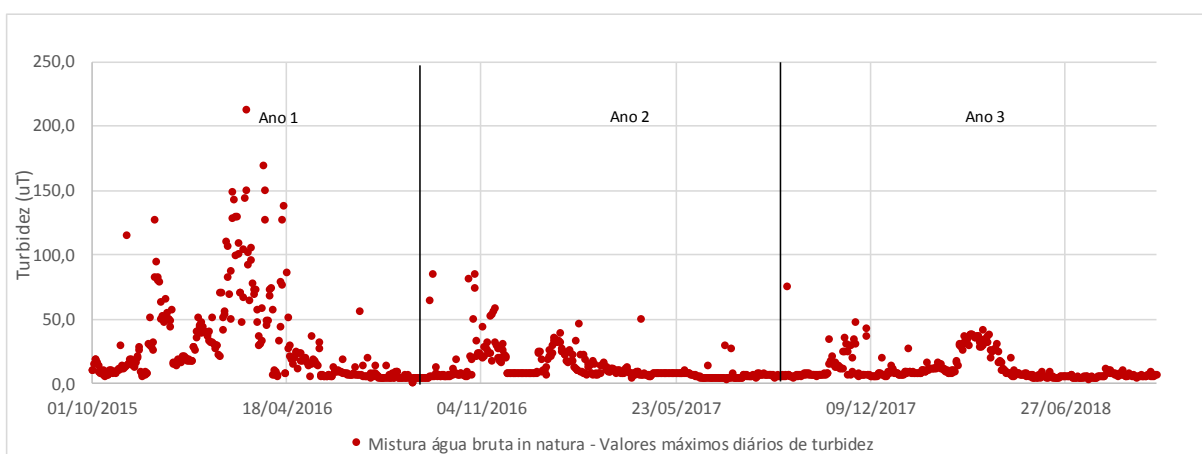


Figura 3.13 - Valores máximos diários de turbidez da mistura *in natura* da água bruta na entrada da ETA de Araras no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Para facilitar a comparação dos valores de turbidez da água bruta da mistura *in natura* no período de outubro de 2015 a setembro de 2018, foi efetuado o estudo de frequência de ocorrência para diferentes faixas de turbidez com todos os valores horários disponibilizados para o período.

Na Figura 3.14 são apresentadas as porcentagens de ocorrência dos valores horários para cada intervalo de turbidez.

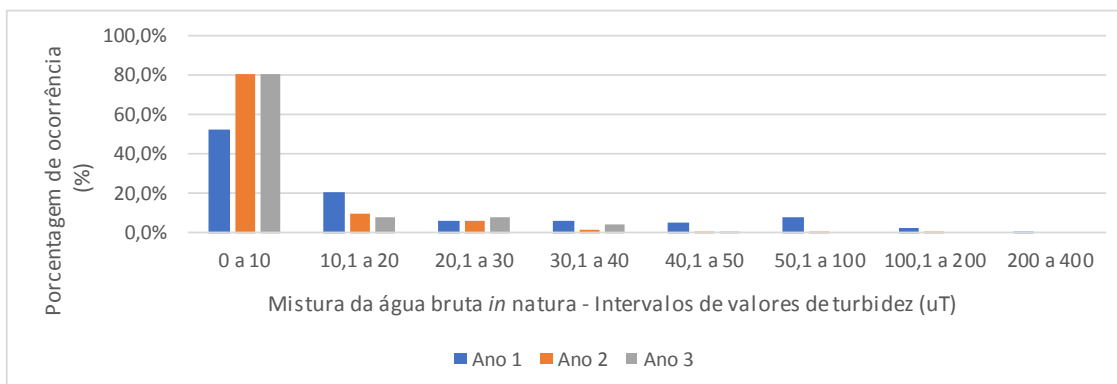


Figura 3.14 - Frequência de ocorrência dos valores horários de turbidez da mistura *in natura* da água bruta na entrada da ETA de Araras no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Com base nos dados disponibilizados e nas figuras anteriores, observa-se que:

- assim como análise da Barragem Tambury e no rio Mogi Guaçu, observa-se que os picos de turbidez decresceram ao longo do período analisado;
- o maior pico de turbidez detectado para o período foi de 212 uT, no dia 08 de março de 2016;
- a média de turbidez dos 2 últimos anos analisados reduziu consideravelmente em relação ao primeiro ano, passando de 19,7 uT, para 8,7 uT e 8,8 uT no segundo e terceiro ano respectivamente;
- o mês mais crítico do período analisado foi março de 2016, com valor médio de turbidez de 52 uT;
- nos três anos estudados, o intervalo de valores horários de turbidez com maior frequência de ocorrência foi o de valores abaixo de 10 uT. A frequência de ocorrência desta faixa foi de aproximadamente 52,4% no primeiro ano do período estudado, 80,5% no segundo ano e 80,3% no terceiro.

3.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DECANTADA

O monitoramento do parâmetro de turbidez da água decantada é importante para a estimativa de lodo retido no decantador e da quantidade que é encaminhada à unidade de filtração.

Os resultados da análise de turbidez monitorada na água decantada da ETA de Araras são apresentados e analisados no item a seguir.

3.3.1 Turbidez

A Figura 3.15 e Figura 3.16 apresenta respectivamente os valores mínimos e máximos diários de turbidez da água decantada da ETA de Araras no período de outubro de 2015 a setembro de 2018.

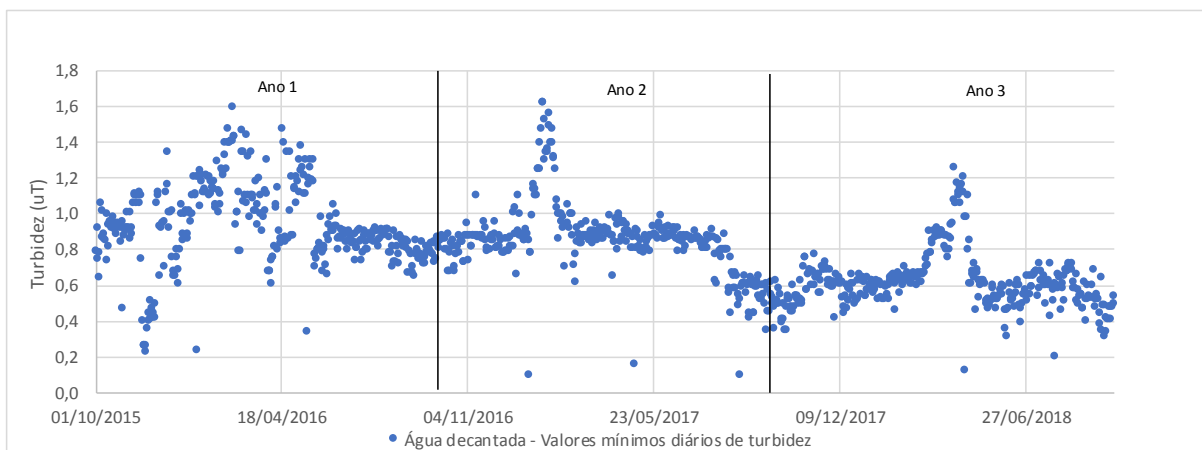


Figura 3.15 - Valores mínimos diários de turbidez da água decantada no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

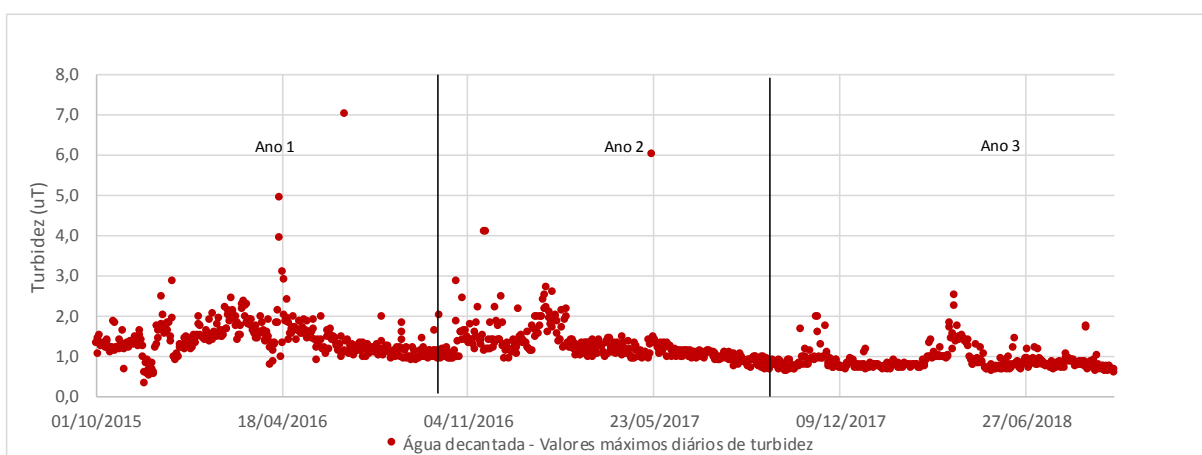


Figura 3.16 - Valores máximos diários de turbidez da água decantada no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Para facilitar a comparação dos valores de turbidez da água decantada no período de outubro de 2015 a setembro de 2018, foi efetuado o estudo de frequência de ocorrência para diferentes faixas de turbidez com todos os valores horários disponibilizados para o período.

Na Figura 4.3 são apresentadas as porcentagens de ocorrência dos valores horários para cada intervalo de turbidez.

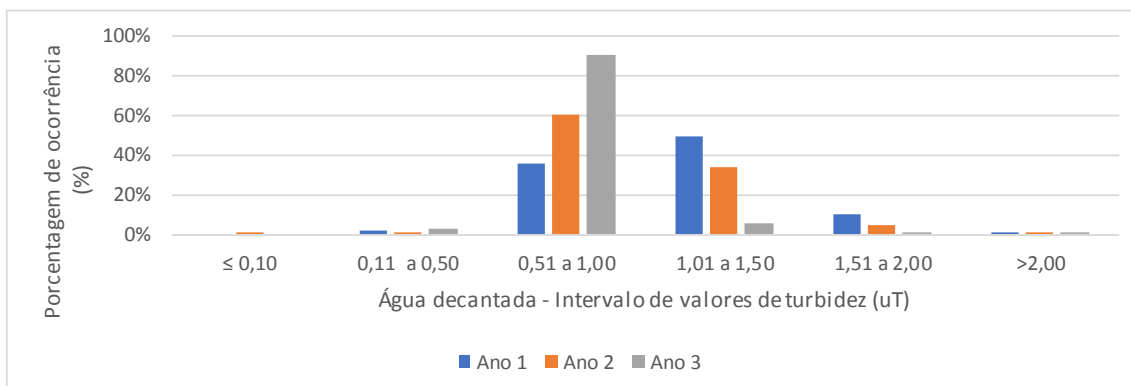


Figura 3.17 - Frequência de ocorrência dos valores horários de turbidez da água decantada no período de outubro de 2015 a setembro de 2018 (Fonte: SAEMA, 2018)

Observa-se que os valores de turbidez da água decantada da ETA de Araras são relativamente baixos, sendo que no último ano de análise a maior frequência, de cerca de 91%, foi valores de turbidez entre 0,51 uT a 1,00 uT.

3.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA FILTRADA

Em relação à água filtrada, foi realizada análise da turbidez individual de cada filtro da ETA de Araras para o período de 15 de novembro de 2017 a 18 de dezembro de 2017, como mostra o item a seguir.

3.4.1 Turbidez

A eficiência da filtração está relacionada à qualidade da água decantada, às características do meio filtrante e às características hidráulicas. Um parâmetro comumente utilizado para o monitoramento dos filtros é a turbidez remanescente na água filtrada, visto que quanto menor a turbidez, melhor é a eficiência de remoção de microrganismos, sendo, portanto, uma importante barreira sanitária e de segurança para a produção de água de melhor qualidade.

Em relação a este parâmetro de monitoramento, a Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 estabelece limite máximo de 0,5 uT para 95% das amostras de água filtrada, preferencialmente individual de cada filtro, e o valor máximo pontual de qualquer amostra não deve exceder 1,0 uT. Ademais, a Portaria também recomenda que a água filtrada apresente valor de turbidez menor ou igual a 0,3 uT em 95% das amostras se a água bruta apresentar concentração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. maior ou igual a 3,0 oocistos/L.

Foi disponibilizado pelo SAEMA planilhas de monitoramento da turbidez individual de cada um dos 9 filtros da ETA de Araras para o período de 15 de novembro de 2017 a 18 de dezembro de 2017. Os valores de turbidez foram coletados a cada 2 horas entre as 7:00 e 23:00 de cada dia de monitoramento.

As figuras a seguir (Figura 3.18 até a Figura 3.22) apresentam as variações de valores máximos diários de turbidez e mínimos diários individuais dos filtros, bem como linhas representativas da turbidez de 0,3 uT (cinza), 0,5 uT (amarela) e 1,0 uT (vermelha) a fim de facilitar a avaliação de valores de turbidez acima destes limites.

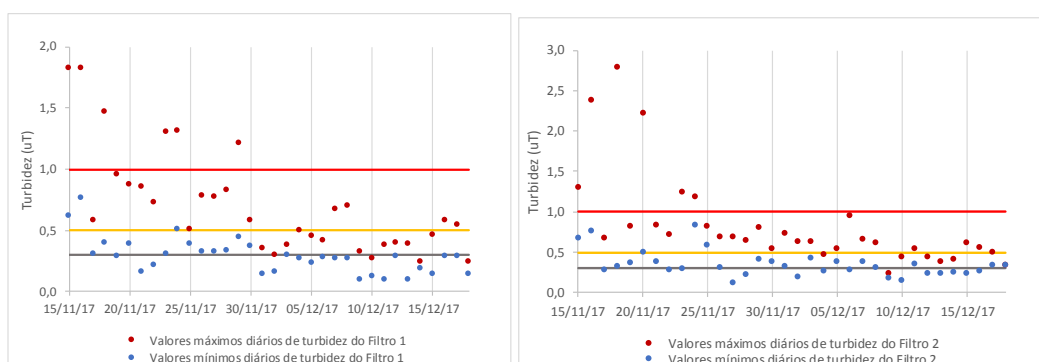


Figura 3.18 - Valores máximos e mínimos diários de turbidez dos Filtros 1 e 2 (Fonte: SAEMA, 2018)

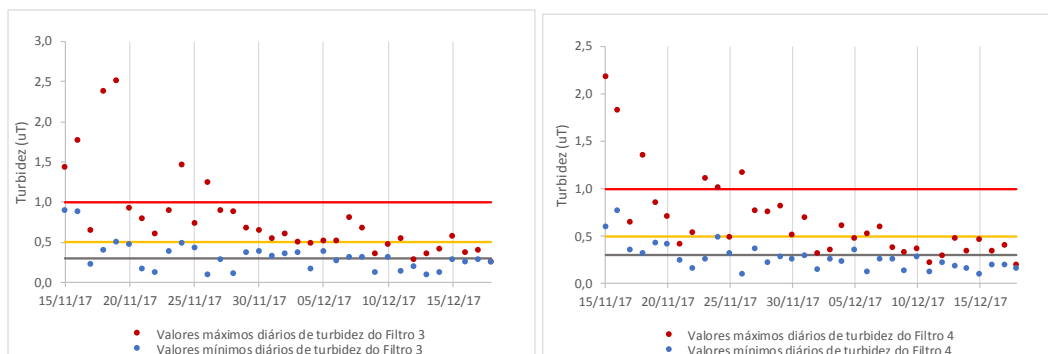


Figura 3.19 - Valores máximos e mínimos diários de turbidez dos Filtros 3 e 4 (Fonte: SAEMA, 2018)

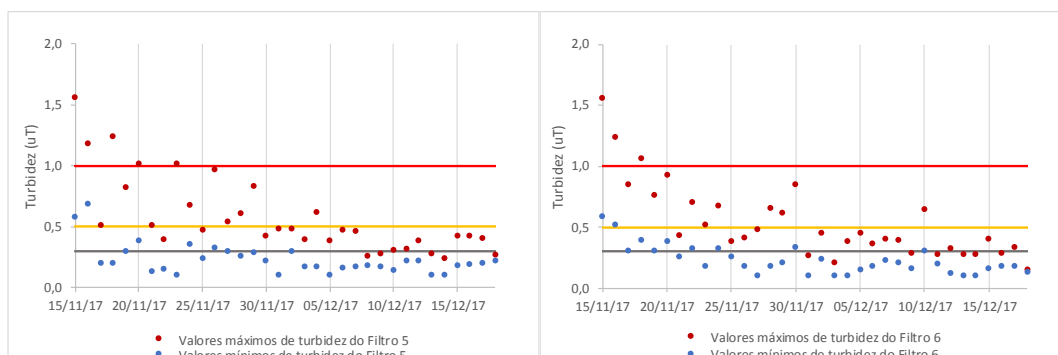


Figura 3.20 - Valores máximos e mínimos diários de turbidez dos Filtros 5 e 6 (Fonte: SAEMA, 2018)

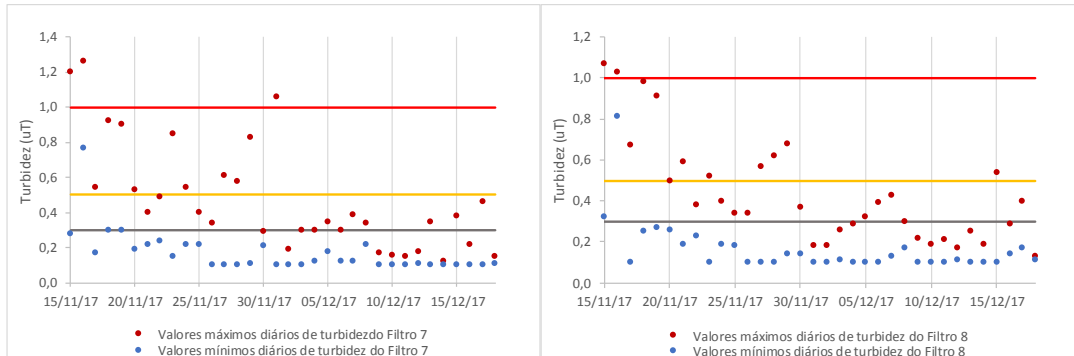


Figura 3.21 - Valores máximos e mínimos diários de turbidez dos Filtros 7 e 8 (Fonte: SAEMA, 2018)

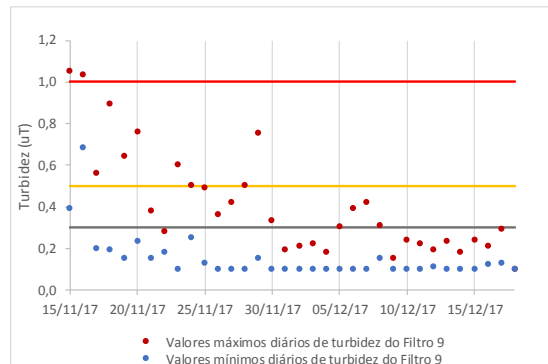


Figura 3.22 - Valores máximos e mínimos diários de turbidez do Filtro 9 (Fonte: SAEMA, 2018)

A fim de facilitar a compreensão dos valores de turbidez da água filtrada individual no período analisado, foi elaborado gráfico de frequência de ocorrência de valores acima de 0,3 uT, 0,5 uT e 1,0 uT, valores determinados pela Portaria de Consolidação nº 5, para cada filtro. Vale ressaltar que os valores utilizados para a confecção deste gráfico foram os valores horários disponibilizados do período de 15 de novembro a 18 de dezembro de 2017.

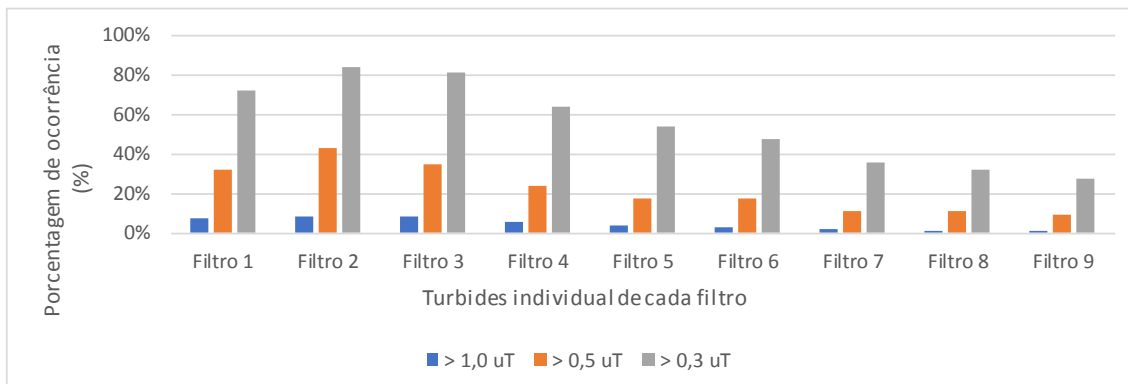


Figura 3.23 - Frequência de ocorrência dos valores horários de turbidez da água filtrada individual de cada filtro no período de 15 de novembro a 18 de dezembro de 2017 (Fonte: SAEMA, 2018)

A partir da Figura 3.23 é possível observar que todos os filtros possuem resultados de turbidez acima de 1,0 uT, sendo os filtros 8 e 9 os que detêm menor ocorrência (cerca de 1% dos resultados disponibilizados), e os filtros 2 e 3 de maior ocorrência (cerca de 8% dos resultados disponibilizados), e, portanto, ressalta-se que todos estão em desacordo com os valores estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5, que limita a turbidez pontual de qualquer amostra de água filtrada à 1 uT.

Ainda conforme a Portaria de Consolidação nº 5, pelo menos 95% de todas as amostras de água filtrada obtidas devem apresentar valores de turbidez menor que 0,5 uT ou, 0,3 uT em casos de comprovação de 3,0 oocistos/L de *Cryptosporidium ssp.* na água bruta. Para a água filtrada da ETA de Araras, foi verificado que todos os filtros apresentam inconformidades com os valores estabelecido em legislação, sendo o Filtro 2 o de pior resultado, 43% dos valores acima de 0,5 uT e 84% acima de 0,3 uT, e o Filtro 9 o de melhor resultado, com 9% das amostras acima de 0,5 uT e 28% acima de 0,3 uT.

Portanto, é verificada fragilidade do sistema de filtração da ETA de Araras, sendo comprovada a necessidade de reforma dos mesmos.

3.5 PRODUTOS QUÍMICOS

A estimativa teórica da quantidade dos resíduos gerados na ETA de ciclo completa pode ser calculada com base na concentração de sólidos suspensos totais presentes na água afluenta à ETA e também na quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento. Os produtos químicos responsáveis por inserir massa seca são: o coagulante, o polímero, o carvão ativado pulverizado e o alcalinizante.

A seguir estão descritos os produtos químicos que inserem massa seca e que são utilizados no tratamento da água na ETA de Araras:

- Sulfato de alumínio – coagulante;
- Hidróxido de cálcio - alcalinizante e ajuste final de pH;
- CAP (carvão ativado pulverizado) – adsorção.

A ETA de Araras utiliza atualmente sulfato de alumínio isento de ferro da empresa TQA Indústria e Comércio Ltda. como coagulantes em seu processo de tratamento de água. De acordo com o certificado de análise do dia 3 de novembro de 2018, disponibilizado pelo SAEMA, o produto químico possui densidade de 1,332 g/cm³ e porcentagem de Al₂O₃ de 8,4%.

A solução de sulfato de alumínio é adquirida na forma líquida e armazenada em tanque de 20 m³, localizado ao lado da chegada de água bruta na ETA. O produto comercial líquido é bombeado do tanque de armazenamento para três tanques, de aproximadamente 10 m³ cada, localizados no 2º pavimento do prédio administrativo da ETA, onde é diluído com água, atingindo a concentração final de aproximadamente 200 g/L do produto. O controle do nível de solução nos tanques de preparo e dosagem é feito visualmente. Dos tanques de preparo e dosagem, a solução de sulfato de alumínio é encaminhada por gravidade até o ponto de aplicação, na chegada de água bruta da ETA. O ajuste da dosagem é realizado volumetricamente, por meio de proveta graduada e cronômetro.

Em relação ao hidróxido de cálcio em suspensão, tem-se que o produto utilizado atualmente na ETA de Araras é produzido pela Cal Arco Iris Ltda (última aquisição), e conforme certificado de análise do dia 30 de outubro de 2018, possui densidade igual a 1,159 g/mL, e 20,77% de Ca(OH)₂. Este produto químico pode ser aplicado em dois pontos da ETA de Araras, a fim de auxiliar na correção do pH de coagulação ou na correção do pH final da água tratada. Entretanto, raramente este produto químico é utilizado como alcalinizante para o ajuste do pH de coagulação. A aplicação do hidróxido de cálcio para a correção do pH final da água é realizada no canal de água decantada.

A suspensão de hidróxido de cálcio é adquirida na forma líquida e armazenada em tanque de 20 m³, localizado ao lado da chegada de água bruta na ETA. O produto comercial líquido é bombeado diretamente ao ponto de aplicação, por bombas dosadoras (uma reserva).

Ressalta-se que atualmente não há aplicação de carvão ativado pulverizado no tratamento de água da ETA de Araras, entretanto, assim como descrito no “Diagnóstico e proposição de melhorias na ETA do SAEMA de Araras” elaborado pela HIDROSAN (2017), sugere-se a construção de unidade de adsorção com CAP, a fim de minimizar a concentração de possíveis contaminantes presente na água.

Com base nos dados operacionais históricos disponibilizados pela SAEMA, experiência da equipe Hidrosan, e estudos de tratabilidade realizados previamente, foi construída a Tabela 3.2, que apresenta a dosagem média de aplicação dos produtos químicos para 3 condições de turbidez que são:

- Condição 1 - Turbidez: 5 uT;
- Condição 2 – Valor médio de turbidez no mês crítico referente ao período analisado (vide item 3.2.1): 52 uT;
- Condição 3 - Turbidez: 200 uT.

Tabela 3.2 - Dosagem de produtos químicos estimada em diferentes condições de turbidez

Dosagem de produtos químicos	Condição 1 Turbidez: 5 uT	Condição 2 Turbidez: 52 uT	Condição 3 Turbidez: 200 uT
Sulfato de Alumínio (mg/L)	20,0	40,0	80,0
Hidróxido de cálcio em suspensão (mg/L)	10,0	20,0	40,0
CAP (mg/L)	0,0	10,0	30,0

As dosagens apresentadas pela Tabela 3.2 serão utilizadas como base para o cálculo de massa seca de resíduos gerados pelos produtos químicos na ETA de Araras (vide item 5.2.1 Geração de resíduos na ETA).

4 VISITA TÉCNICAS

Até o presente momento, a equipe HIDROSAN realizou 4 visitas técnicas à ETA de Araras com diferentes finalidades, como mostrado a seguir:

- A primeira visita teve como objetivo a reunião inicial de apresentação do plano de trabalho;
- Durante a segunda visita os parceiros técnicos da HIDROSAN fizeram o reconhecimento da área; a equipe HIDROSAN, juntamente com o Eng. José Ferreira de Alcântara, da empresa Hidro Solo, acompanhou a lavagem de filtros; foram levantados dados operacionais dos últimos 12 meses; e foram discutidas as possíveis áreas para recebimento do STR (sistema de tratamento de resíduos gerados na ETA).
- Na terceira visita foi realizado o início do levantamento topográfico das unidades de filtração, decantação, reservatórios e áreas previstas para futuras instalações da ETA de Araras, juntamente com a equipe CS Topografia; também foram realizados ensaios de desaguamento de resíduos da ETA com geotecido; e a coleta de amostras para análise da qualidade da água da Represa Hermínio Ometto, e do córrego afluente ao Ribeirão das Furnas.
- A quarta visita teve como objetivo finalizar o levantamento topográfico das unidades de filtração, reservatórios e áreas previstas para futuras instalações da ETA de Araras, juntamente com a equipe CS Topografia; além de coletar amostras de lodo de decantador e água de lavagem de filtro para ensaios em coluna.

4.1 VISITA TÉCNICA 01

A primeira visita técnica à ETA de Araras foi realizada no dia 05 de outubro de 2018, e teve como objetivo a realização da reunião inicial de apresentação do plano de trabalho. Os principais assuntos discutidos foram:

- Apresentação do cronograma do projeto;
- Confirmação da vazão de projeto de 730 L/s para a elaboração dos projetos executivos do STR e unidade de filtração;
- Solicitação de dados de operação da ETA nos últimos 12 meses;
- Discussão sobre as alternativas para compatibilização dos fundos dos filtros;
- Confirmação da área de implantação dos novos filtros (lateral do decantador 4);

- Discussão sobre a área de implantação do STR na Represa Hermínio Ometto;
- Discussão sobre as possibilidades de remoção de lodo dos decantadores e dimensões dos tanques de recebimento dos resíduos;
- Indicação de topógrafos para levantamento topográfico requerido pelo projeto;
- Apresentação das equipes parceiras da HIDROSAN e
- Definição do conteúdo do Relatório R1.

A ata da reunião inicial do dia 05 de outubro de 2018 é apresentada no ANEXO 1.

4.2 VISITA TÉCNICA 02

A visita técnica 02, de inspeção pela equipe HIDROSAN e parceiros, foi realizada no dia 16 de outubro de 2018.

Durante a segunda visita técnica estavam presentes a equipe HIDROSAN, para coletar dados operacionais da ETA de Araras dos últimos 12 meses; discutir sobre a área disponibilizada para a implantação do STR; acompanhar os ensaios de lavagem dos filtros, e analisar os filtros com crepina, juntamente com o Eng. José Ferreira de Alcântara, da empresa Hidro Solo Indústria e Comércio Ltda.

O Eng. Cláudio Augusto Tomazela, da empresa CAT – Engenharia e Consultoria S/C Ltda., também esteve presente para o reconhecimento da área em que serão realizadas as atividades relativas à análise e levantamento estrutural da ETA de Araras.

Na visita técnica 2, o Eng. Fábio Morilha Zanarotti, da empresa Zanarotti Projetos Elétricos Eireli – EPP, fez reconhecimento da área em que desenvolverá o levantamento elétrico e de automação da ETA.

Para o início das atividades de topografia na área da ETA e de implantação do STR, o Eng. Paulo Elydio Corte, da empresa CS Topografia, também esteve presente na visita 02.

Os ensaios de lavagem dos filtros foram realizados a fim de se verificar a eficiência da lavagem com ar e água das diferentes configurações de fundo de filtro da ETA de Araras.

Vale ressaltar que, assim como descrito no item 2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS, foram encontrados 3 tipos diferentes de fundo de filtro indicando, portanto, a necessidade de se igualar os fundos para que seja possível a operação adequada com taxa declinante variável.

Foi analisada a possibilidade de trocar o fundo de todos os filtros por Blocos tipo S, ou por blocos de fluxo confinado Pluvitec. Entretanto, visto que a empresa Hidro Solo se responsabilizou pela doação do material para a reforma dos filtros com blocos Pluvitec (Filtro 5, 7, 8 e 9), pelo número considerável de filtros que já apresentam tal configuração, e pelas características técnicas dos blocos

analisados, concluiu-se que economicamente e tecnicamente é mais vantajoso a reforma, e a troca do fundo dos filtros por blocos de fluxo confinado Pluvitec.

4.2.1 Avaliação da lavagem dos filtros

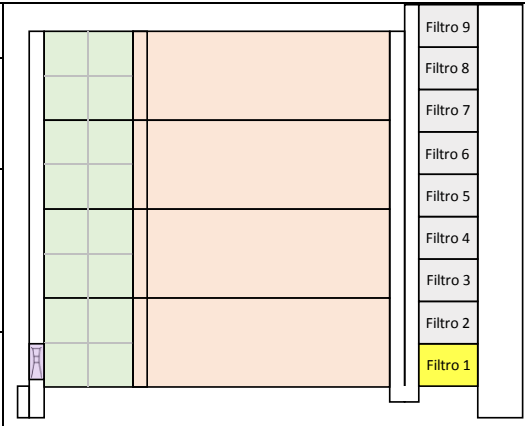
A inspeção das unidades de filtração, realizada no dia 16 de outubro de 2018, teve como objetivo avaliar visualmente a distribuição de ar e água na lavagem dos filtros e identificar problemas em seu funcionamento, bem como em seus acessórios. Os resultados obtidos são base para a compatibilização dos sistemas de drenagem de todos os filtros, bem como a proposição de melhorias para a unidade.

Os filtros avaliados foram o 1, 2, 5, 7, 8 e 9, sendo os Filtros 5, 7, 8 e 9 com blocos de fluxo confinado Pluvitec, o Filtro 1 com fundo com tijolos tipo S, e o Filtro 2, com fundo falso e bocais distribuidores de ar e água. Observa-se que os ensaios foram realizados, portanto, em, pelo menos um filtro de cada tipo de fundo, e em todos com bloco Pluvitec.

Os itens a seguir apresentam a caracterização dos filtros, fotos dos ensaios, e as principais observações realizadas.

4.2.1.1 Filtro 1

O Filtro 1 possui fundo com blocos tipo S, e, assim como os demais, possui lavagem com ar e depois água. O Quadro 4.1 apresenta as principais características do Filtro 1, bem como sua localização.

Filtro 1					
Fundo	Bloco tipo S			Filtro 9	
Meio filtrante	Areia (0,30m) e Antracito (0,50m)			Filtro 8	
Camada suporte	Pedregulho (0,35m)			Filtro 7	
		Filtro 6			
		Filtro 5			
		Filtro 4			
		Filtro 3			
		Filtro 2			
		Filtro 1			

Quadro 4.1 - Informações gerais do Filtro 1

As fotos da Figura 4.1 e Figura 4.2 são referentes às avaliações de lavagem com ar e, posteriormente, com água do Filtro 1.



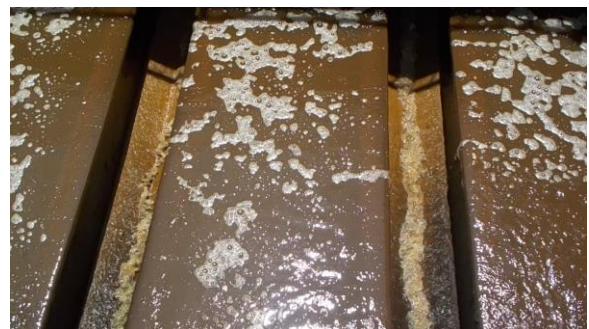
a) Início da lavagem com ar



b) Uniformização da distribuição de ar (80 s após o início da lavagem com ar)

Figura 4.1 - Ensaio de lavagem com ar no Filtro 1

Fonte: Hidrosan (2018)



a) Início da lavagem com água



b) Final do ensaio de lavagem com água

Figura 4.2 - Ensaio de lavagem com água no Filtro 1
 Fonte: Hidrosan (2018)

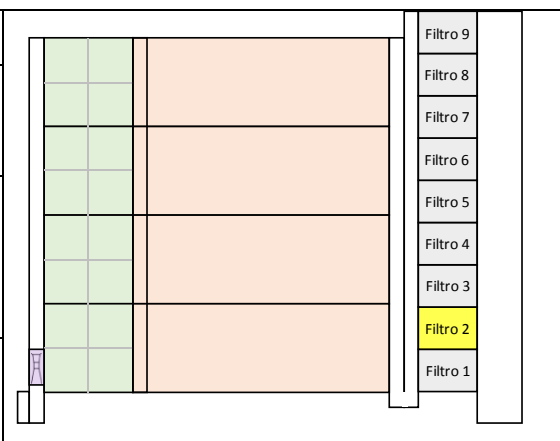
Observou-se que a distribuição de ar no início da lavagem ocorreu na lateral oposta à entrada de água decantada, sendo uniformizada ao longo do comprimento do filtro após 80 s.

Em relação à lavagem com água, observou-se distribuição de água uniforme e sem bolhas após estabilização do processo.

Ressalta-se que todos os filtros apresentaram problemas de vedação da comporta de entrada de água decantada nos filtros.

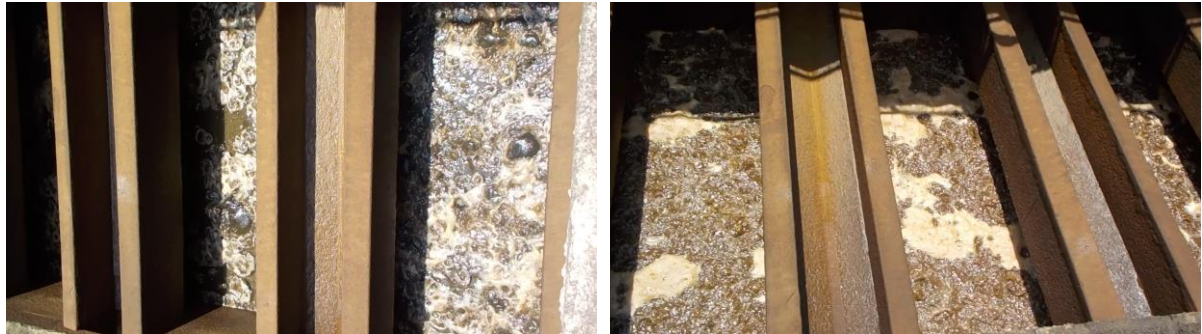
4.2.2 Filtro 2

O Filtro 2 possui fundo falso e bocais distribuidores de ar e água, e, assim como os demais, possui lavagem com ar e depois água. O Quadro 4.2 apresenta as principais características do Filtro 2, bem como sua localização.

Filtro 2		
Fundo	Fundo falso e bocais distribuidores de ar e água	
Meio filtrante	Areia (0,30m) e Antracito (0,50m)	
Camada suporte	Pedregulho (0,35m)	

Quadro 4.2 - Informações gerais do Filtro 2

As fotos da Figura 4.3 e Figura 4.4 são referentes ao ensaio de lavagem com ar e, posteriormente, com água do Filtro 2.



a) Lavagem uniforme com ar

Figura 4.3 - Ensaio de lavagem com ar no Filtro 2

Fonte: Hidrosan (2018)



a) Início da lavagem com água



b) Final do ensaio de lavagem com água

Figura 4.4 - Ensaio de lavagem com água no Filtro 2

Fonte: Hidrosan (2018)

Observou-se uniformidade da distribuição de ar no Filtro 2 desde o início da lavagem até o final do ensaio com ar.

Em relação à lavagem com água, observou-se distribuição de água uniforme e sem bolhas após estabilização do processo.

Foi verificado que a tampa de inspeção localizada no canal do Filtro 5 possui problemas de vedação, com o escape da água de lavagem após o início da lavagem com água, como mostra a Figura 4.5.

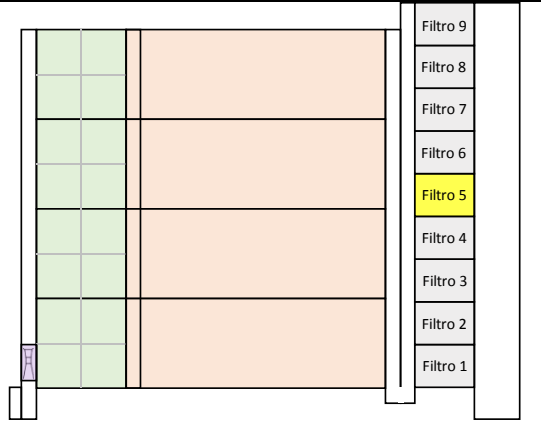


Figura 4.5 - Problema de vedação da tampa de inspeção do canal do Filtro 2
Fonte: Hidrosan (2018)

Ressalta-se problemas de vedação da comporta de entrada de água decantada no Filtro 2.

4.2.3 Filtro 5

O Filtro 5 possui blocos Pluvitec, e, assim como os demais, possui lavagem com ar e depois água. O Quadro 4.3 apresenta as principais características do Filtro 5, bem como sua localização.

Filtro 5		
Fundo	Bloco Pluvitec	
Meio filtrante	Areia (0,30m) e Antracito (0,50m)	
Camada suporte	Areia grossa (0,10m)	

Quadro 4.3 - Informações gerais do Filtro 5

As fotos da Figura 4.6 e Figura 4.7 são referentes ao ensaio de lavagem com ar e, posteriormente, com água do Filtro 5.



a) Início da lavagem com ar



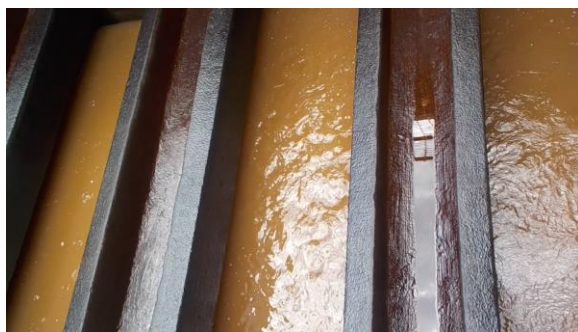
b) 50 s após início da lavagem com ar



c) Distribuição de ar ao longo do Filtro 5 (100 s após início da lavagem com ar)

Figura 4.6 - Ensaio de lavagem com ar no Filtro 5

Fonte: Hidrosan (2018)



a) Início da lavagem



b) Final do ensaio de lavagem com água do Filtro 5 (após 2 min do início da lavagem com água)



Figura 4.7 - Ensaio de lavagem com água no Filtro 5

Fonte: Hidrosan (2018)

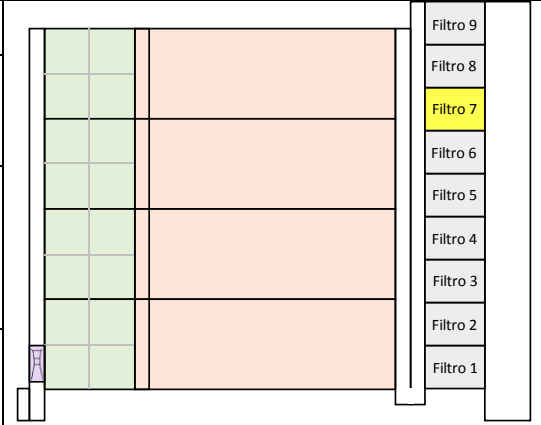
Observou-se que a distribuição de ar no início da lavagem ocorreu aproximadamente na metade do comprimento do Filtro 5, sendo melhor distribuída ao longo do comprimento do filtro após 100 s, entretanto, não foi observada uniformidade de distribuição.

Em relação à lavagem com água, observou-se distribuição de água uniforme e ascensão de bolhas de ar durante todo o período do ensaio com água (2 min).

Ressalta-se problemas de vedação da comporta de entrada de água decantada no Filtro 5.

4.2.4 Filtro 7

O Filtro 7 possui blocos Pluvitec, e, assim como os demais, possui lavagem com ar e depois água. O Quadro 4.4 apresenta as principais características do Filtro 7, bem como sua localização.

Filtro 7			
Fundo	Bloco Pluvitec	Filtro 9	
Meio filtrante	Areia (0,30m) e Antracito (0,50m)	Filtro 8	
Camada suporte	Areia grossa (0,10m)	Filtro 7	
		Filtro 6	
		Filtro 5	
		Filtro 4	
		Filtro 3	
		Filtro 2	
		Filtro 1	

Quadro 4.4 - Informações gerais do Filtro 7

As fotos da Figura 4.8 e Figura 4.9 Figura 4.4 são referentes ao ensaio de lavagem com ar e, posteriormente, com água do Filtro 7.

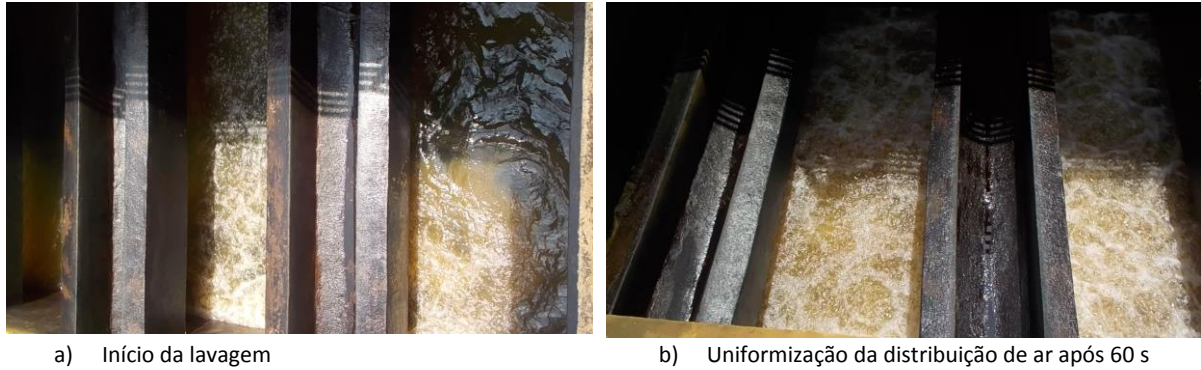


Figura 4.8 - Ensaio de lavagem com ar no Filtro 7
Fonte: Hidrosan (2018)

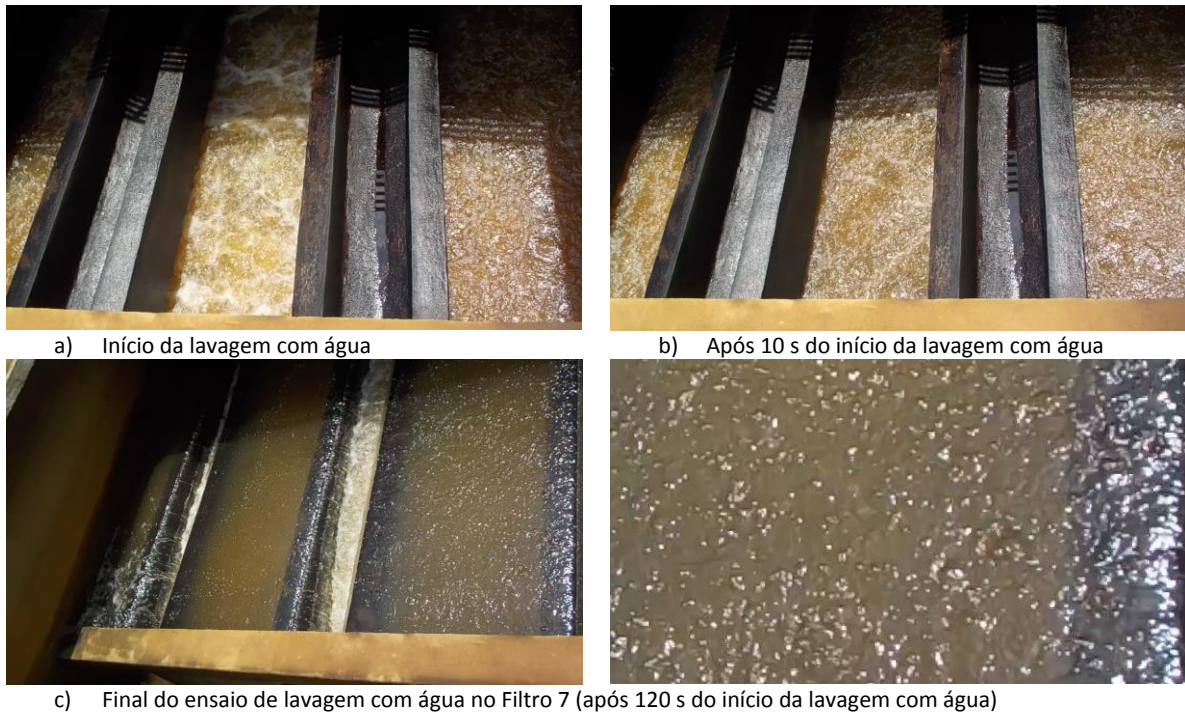


Figura 4.9 - Ensaio de lavagem com água no Filtro 7
Fonte: Hidrosan (2018)

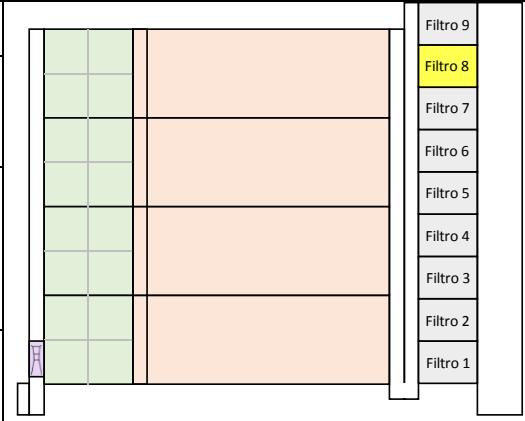
Observou-se que a distribuição de ar no início da lavagem ocorreu aproximadamente na metade do comprimento do Filtro 7, sendo uniformizada após 1 min.

Em relação à lavagem com água, observou-se distribuição de água uniforme e ascensão de bolhas de ar durante todo o período do ensaio com água (2 min).

4.2.5 Filtro 8

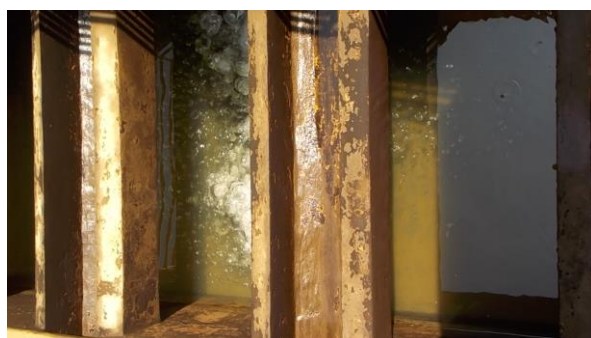
O Filtro 8 possui blocos Pluvitec, e, assim como os demais, possui lavagem com ar e depois água. O Quadro 4.5 apresenta as principais características do Filtro 8, bem como sua localização.

Filtro 8	
Fundo	Bloco Pluvitec
Meio filtrante	Areia (0,30m) e Antracito (0,50m)
Camada suporte	Areia grossa (0,10m)

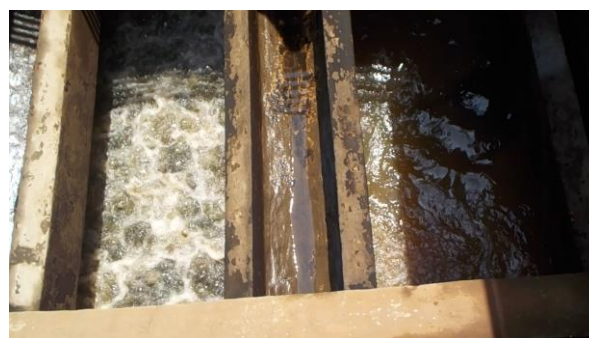


Quadro 4.5 - Informações gerais do Filtro 8

As fotos da Figura 4.10 e Figura 4.11 são referentes ao ensaio de lavagem com ar e, posteriormente, com água do Filtro 8.



a) Início da lavagem com ar



b) 30 s após início da lavagem com ar



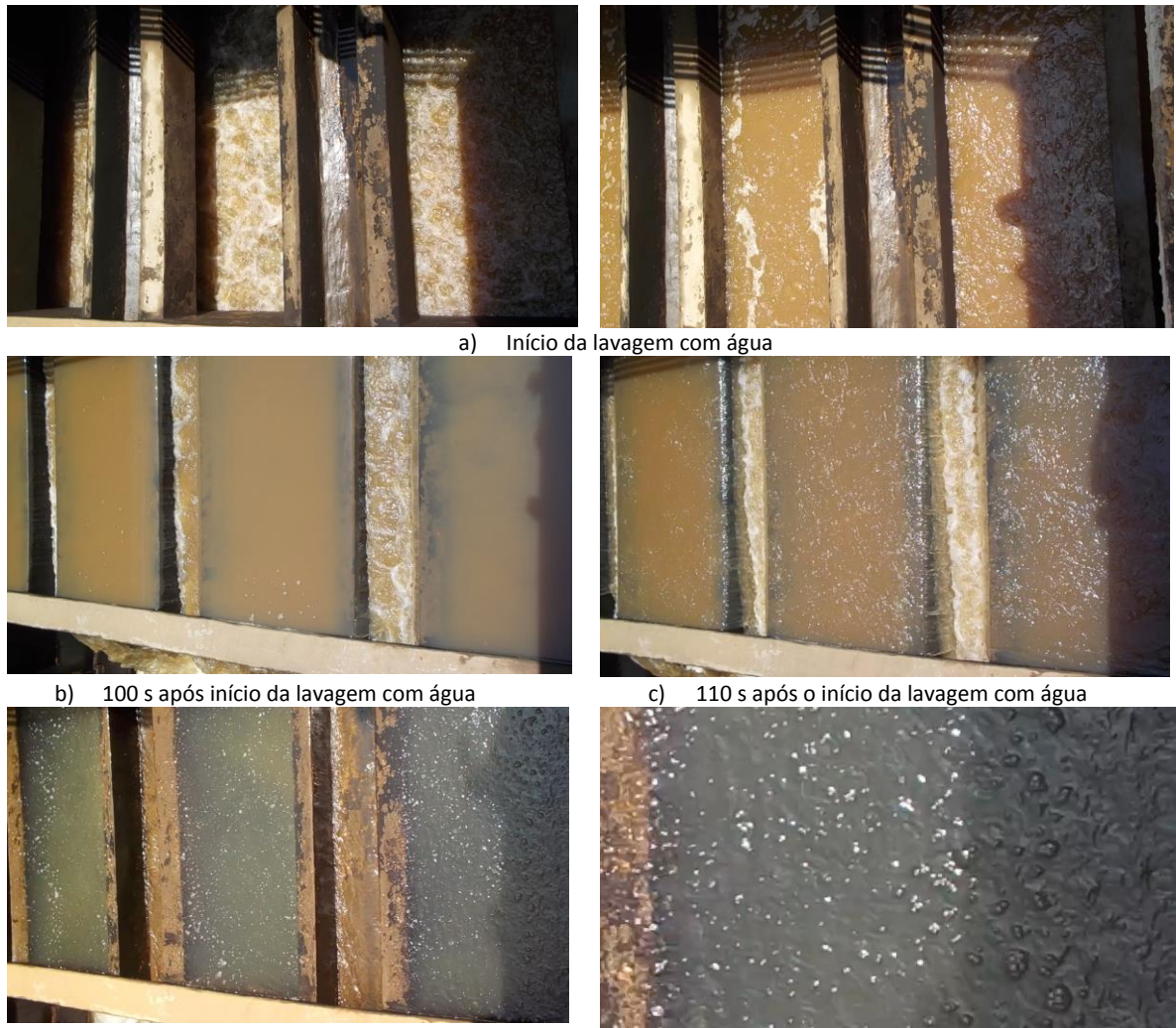
c) Distribuição do ar ao longo do Filtro 8 (60 s após o início da lavagem com ar)



d) Distribuição uniforme após 110 s

Figura 4.10 - Ensaio de lavagem com ar no Filtro 8

Fonte: Hidrosan (2018)



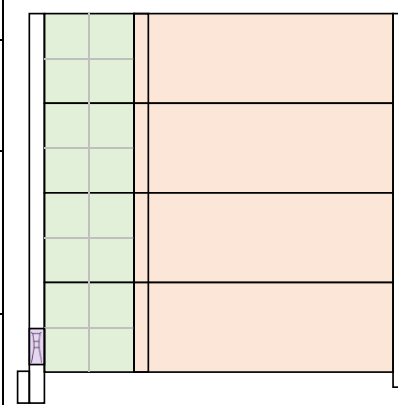
d) Final da lavagem com água (300 s após início da lavagem)
Figura 4.11 - Ensaio de lavagem com água no Filtro 8

Observou-se que a distribuição de ar no início da lavagem ocorreu aproximadamente na metade do comprimento do Filtro 8, sendo melhor distribuída ao longo do comprimento do filtro após 1 min, e uniforme após 110 s.

Em relação à lavagem com água, observou-se distribuição de água uniforme e ascensão de bolhas de ar a partir do 110º s do ensaio de lavagem com água.

4.2.6 Filtro 9

O Filtro 9 possui blocos Pluvitec, e, assim como os demais, possui lavagem com ar e depois água. O Quadro 4.6 apresenta as principais características do Filtro 9, bem como sua localização.

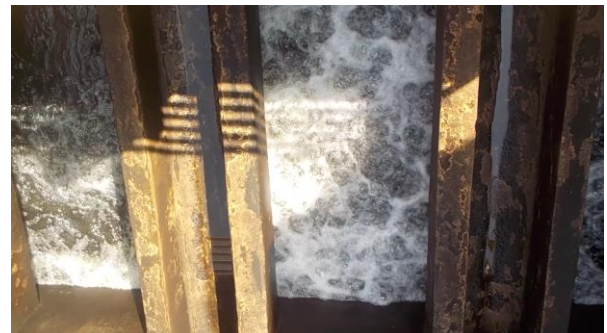
Filtro 9		
Fundo	Bloco Pluvitec	
Meio filtrante	Areia (0,30m) e Antracito (0,50m)	
Camada suporte	Areia grossa (0,10m)	

Quadro 4.6 - Informações gerais do Filtro 9

As fotos da Figura 4.12 e Figura 4.13 são referentes ao ensaio de lavagem com ar e, posteriormente, com água do Filtro 9.



a) Início da lavagem



b) Distribuição do ar ao longo do Filtro 9 (40 s após início da lavagem com ar)



c) Final do ensaio de lavagem com ar no Filtro 9 (após 160 s do início da lavagem com ar)

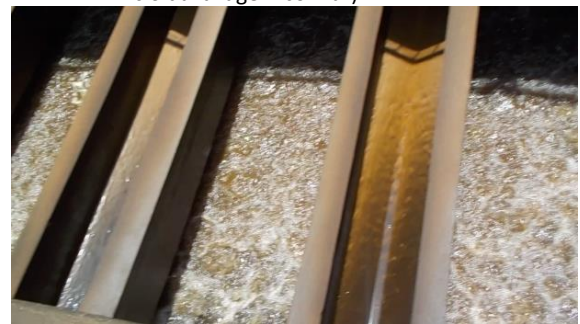


Figura 4.12 - Ensaio de lavagem com ar no Filtro 9

Fonte: Hidrosan (2018)

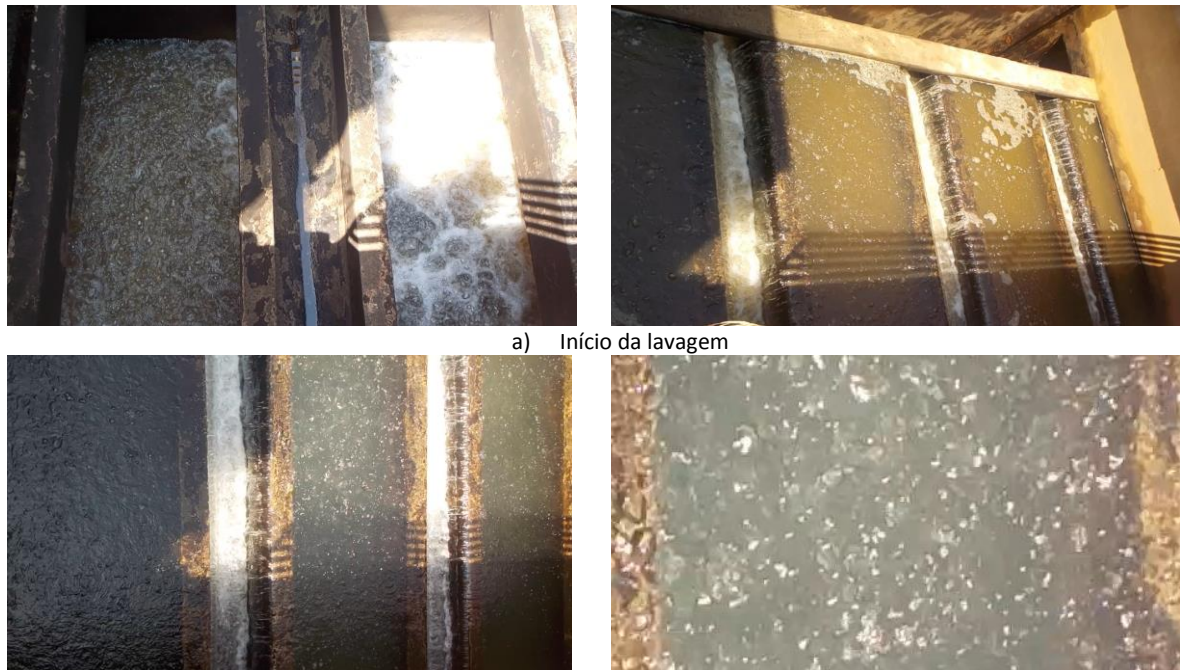


Figura 4.13 - Ensaio de lavagem com água no Filtro 9

Fonte: Hidrosan (2018)

Observou-se que a distribuição de ar no início da lavagem ocorreu aproximadamente na metade do comprimento do Filtro 9, sendo melhor distribuída ao longo do comprimento do filtro após 40 s.

Em relação à lavagem com água, observou-se distribuição de água uniforme e ascensão de bolhas de ar durante todo o período do ensaio com água (220 s).

4.2.7 Considerações finais sobre lavagem dos filtros

Com base nas observações da lavagem dos filtros 1, 2, 5, 7, 8 e 9 são apresentadas as seguintes considerações:

- Em relação à distribuição inicial de ar:
 - O Filtro 2, com fundo falso e bocais distribuidores de ar e água, foi o único a apresentar distribuição de ar uniforme desde o início da operação;
 - O Filtro 1, com bloco S, foi o único a apresentar distribuição inicial de ar a partir da lateral oposta à entrada de água decantada;
 - Todos os filtros com blocos de fluxo confinado Pluvitec apresentaram distribuição de ar a partir da metade de seus comprimentos.

- Sobre distribuição uniforme do ar ao longo do processo:
 - O Filtro 2, com fundo falso e bocais, foi o único a apresentar distribuição uniforme do ar desde o início da operação;
 - O Filtro 5 e 9 (bloco Pluvitec) não apresentaram distribuição uniforme durante nenhum momento ao longo da operação;
 - O Filtro 1 (bloco S), 7 e 8 (bloco Pluvitec) apresentaram uniformidade na distribuição de ar a partir de 80, 60 e 110 segundos, respectivamente.
- Em relação à lavagem com água:
 - Os Filtros 1 e 2, mais próximos ao reservatório de água para lavagem, não apresentaram liberação de bolhas de ar ao longo da lavagem com água;
 - Em contraposição, foi observada a liberação de ar na lavagem com água dos filtros 5, 7, 8 e 9. Nos Filtros 5, 7 e 9, foi observada a presença de ar durante todo o período de lavagem com água (2 min nos Filtros 5 e 7, e 3,6 min no Filtro 9), já no Filtro 8 o aparecimento de ar ocorreu apenas após 1,8 min do início da lavagem com água. A presença de ar na lavagem com água dos filtros pode estar relacionada com a formação de vórtice na saída de água para lavagem.

Após o acompanhamento da lavagem do filtro juntamente com a equipe da empresa Hidro Solo, foram identificados problemas no processo de lavagem, e a confirmação da necessidade de reforma de fundo dos filtros (inclusive os com bloco Pluvitec), e, portanto, sugere-se a troca, ou reforma, de todos os filtros para fundo falso com blocos Pluvitec, visto que a empresa Hidro Solo doará o material para a reforma dos Filtros 5, 7, 8 e 9.

4.3 VISITA TÉCNICA 03

A terceira visita técnica à ETA de Araras foi realizada no dia 24 de outubro de 2018, e teve como objetivo iniciar o levantamento topográfico das unidades de filtração, decantação, reservatórios e áreas previstas para futuras instalações da ETA de Araras, juntamente com a equipe CS Topografia; realizar ensaios de desaguamento de resíduos da ETA com geotecido; e coletar amostras para análise da qualidade da água da Represa Hermínio Ometto e córrego afluente ao Ribeirão das Furnas.

4.3.1 Topografia

O levantamento topográfico realizado na terceira visita técnica abrangeu a área na lateral do decantador 4, a área entre os filtros e reservatórios de água tratada, as tubulações de entrada de água para lavagem, de saída de água filtrada, e de lavagem, os vertedores de água filtrada, e as calhas e cotas de fundo do decantador 1.

4.3.2 Ensaios de desaguamento de resíduos da ETA com geotecido

Com o intuito de avaliar a dosagem necessária de polímero no desaguamento dos resíduos gerados na ETA de Araras em bags de geotecido, a equipe da HIDROSAN realizou ensaios de bancada no dia 24 de outubro de 2018. Foi verificado o desaguamento de uma amostra composta de lodo gerado na limpeza do decantador 1 da ETA de Araras variando-se a dosagem de polímero aplicada.

Os polímeros empregados foram:

- Nalco 8181, produzido pela NALCO;
- SUPERFLOC C-492HMW, produzido pela Kemira.

Os ensaios foram realizados com geotecidos fabricados pela empresa Maccaferri, no formato de pequenos cones. As diferentes dosagens de polímero testadas foram adicionadas à 100 mL de amostra de resíduos, as quais eram posteriormente agitadas e filtradas no cone de geotecido.

A Figura 4.14 mostra fotos das etapas dos ensaios realizados.

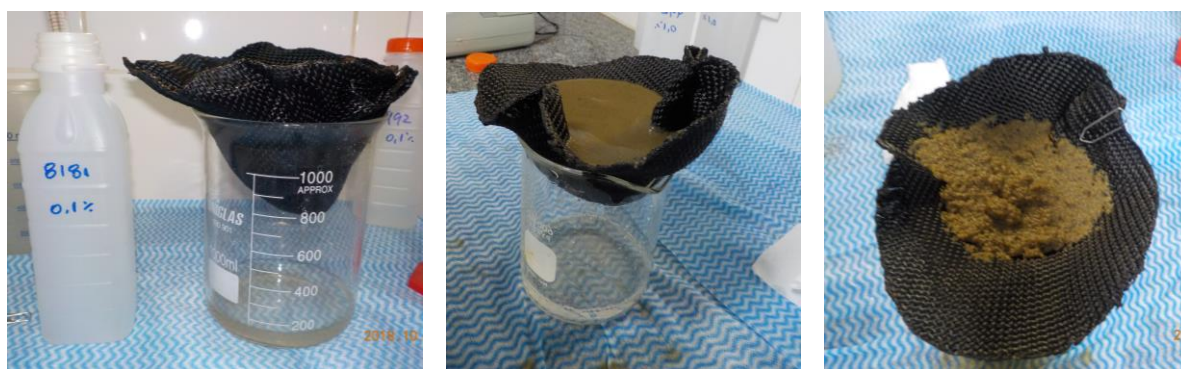


Figura 4.14 - Ensaios de desaguamento de amostras de resíduos da ETA de Araras com geotecido Fonte: Hidrosan (2018)

A amostra composta de limpeza do decantador 1 foi coletada na caixa de descarga de lodo dos decantadores. Foram coletadas 4 amostras de 5 L em intervalos uniforme nos primeiros 40 minutos.

Ressalta-se que a última limpeza do decantador 1 havia ocorrido há cerca de 41 dias antes da realização do ensaio; assim, o volume de resíduo acumulado no fundo das unidades era inferior ao habitual, visto que as limpezas costumam acontecer a cada 3 meses.

A Figura 4.15 apresenta fotos do processo de limpeza do decantador 1 da ETA de Araras e fotos das coletas.



Figura 4.15 - Limpeza do decantador 1 e coleta de amostras durante a limpeza no dia 24 de outubro de 2018
Fonte: Hidrosan (2018)

Seguiu-se então a metodologia descrita anteriormente, variando-se a dosagem dos polímeros catiônicos e avaliando-se o clarificado após desaguamento em geotecido. Alguns dos parâmetros analisados foram quantitativos, como a dosagem utilizada, a turbidez do clarificado e o tempo total de filtração, já outros foram qualitativos, como o desprendimento do resíduo retido do geotecido, a ocorrência de colmatação e a presença de residual de polímero no clarificado, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Análises quantitativa e qualitativa dos ensaios de desaguamento com geotecido

Polímero	Dosagem (mg/L)	Tempo total de filtração (min)	Turbidez do clarificado (uT)	Volume do clarificado (mL)	Desprendimento do lodo	Residual de polímero no clarificado	Ocorrência de colmatação
Nalco 8181	1,0	5:21	94,9	90	Muito difícil	Muito pouco	Não
	2,0	4:04	36,9	80	Muito difícil	Muito pouco	Não
	5,0	4:02	29,3	83	Difícil	Muito pouco	Não
	10,0	2:47	46,1	85	Difícil	Muito pouco	Não
	25,0	2:31	24,3	99	Difícil	Muito pouco	Não
SUPERFLOC C 492HMW	1,0	2:08	55,0	71	Difícil	Muito pouco	Não
	2,0	2:34	32,0	72	Difícil	Muito pouco	Não
	5,0	2:14	26,5	80	Moderado	Muito pouco	Não
	10,0	2:15	20,2	90	Moderado	Muito pouco	Não
	25,0	1:01	7,5	140	Muito fácil	Pouco	Não
	50,0	1:30	10,0	153	Muito fácil	Pouco	Não

O resultado destacado na Tabela 4.1 foi o que apresentou a melhor combinação dosagem de polímero x turbidez do clarificado x tempo de filtração, sendo o polímero SUPERFLOC C-492HMW o que o melhor desempenho para a amostra de limpeza do decantador.

A caracterização qualitativa da amostra de água clarificada após desaguamento em geotecido da condição em destaque na Tabela 4.1 está em processo de elaboração.

4.3.3 Análises da qualidade da água da Represa Hermínio Ometto e córrego afluente ao Ribeirão das Furnas

Foram realizadas análises de 25 parâmetros das amostras coletadas na Represa Hermínio Ometto e no córrego afluente ao Ribeirão das Furnas, atual receptor do lodo da ETA de Araras. Estas análises foram realizadas com o intuito de se identificar as principais características da água do principal manancial da ETA de Araras, e do córrego receptor das descargas de lodo. Os pontos de coleta são apresentados na Figura 4.16.



Figura 4.16 - Pontos de coleta de amostra de água do córrego afluente ao Ribeirão das Furnas e da Represa Hermínio Ometto

Fonte: Google Earth (2018)

As análises foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos da UNAERP (Ribeirão Preto/SP), e seus resultados são apresentados na Tabela 4.2, e no ANEXO 2.

Tabela 4.2 – Análises das amostras de água da Represa Hermínio Ometto e do córrego afluente ao Ribeirão das Furnas

Parâmetros	Unidade	Limite de detecção	Represa Hermínio Ometto	Córrego afluente ao Ribeirão das Furnas
pH	-	0,00 a 14,00	6,82	6,53
Turbidez	uT	0,01	2,91	23,00
Cor aparente	uH	1	47	237
Cor verdadeira	uH	1	6	6
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,1	4,9	4,7
DQO	mg/L	20	50	61
DBO	mg/L	1	13	4
Alumínio dissolvido	mg/L	0,01	0,047	0,001
Cádmio total	mg/L	0,01	<0,01	<0,01
Cálcio	mg/L	0,01	5,76	<0,01
Cobre dissolvido	mg/L	0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	mg/L	0,01	<0,01	<0,01
Ferro total	mg/L	0,01	0,67	3,89
F dissolvido	mg/L	0,01	0,19	0,27
Fósforo total	µg/L	0,1	<0,001	0,028
Magnésio	mg/L	0,01	2,25	2,08
Manganês total	mg/L	0,01	<0,01	0,26
Manganês dissolvido	mg/L	0,01	<0,01	0,24
Zinco total	mg/L	0,01	0,09	0,06
Sólidos totais	mg/L	1	147	247
Sólidos suspensos totais	mg/L	1	8	104
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1	139	143
Resíduos sedimentáveis	mL/L	0,1	<0,1	10
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	1	51	93
E. coli	UFC/100 mL	1	23	3

4.4 VISITA TÉCNICA 04

A visita técnica 04 foi realizada no dia 21 de novembro de 2018, e teve como objetivo finalizar o levantamento topográfico das unidades de filtração, reservatórios e áreas previstas para futuras instalações da ETA de Araras, juntamente com a equipe CS Topografia; além de coleta de amostras de lodo de decantador e água de lavagem de filtro para ensaios em coluna.

4.4.1 Topografia

O levantamento topográfico realizado na quarta visita técnica abrangeu a área da unidade de filtração, as tubulações de entrada dos reservatórios de água tratada e as tubulações e equipamentos de encaminhamento dos resíduos gerados na ETA.

4.4.2 Coleta de amostras para realização do ensaio em coluna de sedimentação

Os resultados do ensaio em coluna de sedimentação são fundamentais para o dimensionamento do STR, especificamente das unidades de clarificação e adensamento.

Para a realização do ensaio, foram coletadas 2 amostras de lodo do decantador 4, e amostra composta de lavagem do filtro 2.

Para a coleta das 2 amostras (50 L cada) do lodo retido no decantador foi utilizado o seguinte procedimento: 1 amostra de 50 L dos 5 primeiros minutos de descarga da lavagem do decantador 4, e a segunda amostra, também de 50 L, de lodo coletado diretamente no decantador 4 (vide Figura 4.17 e Figura 4.18, respectivamente).



Figura 4.17 - Coleta da amostra de lodo no início da lavagem do decantador 4
Fonte: HIDROSAN (2018)



Figura 4.18 - Coleta da amostra de lodo diretamente do decantador 4
Fonte: HIDROSAN (2018)

Ressalta-se que a última limpeza do decantador 4 ocorreu há 77 dias antes da realização do ensaio; e observou-se elevado volume de resíduo acumulado na unidade.

A coleta da água de lavagem do filtro 2 foi feita ao longo dos 7,5 min de lavagem com água (realizada após 1,5 min de lavagem com ar). A Figura 4.19 apresenta fotos da coleta de água da lavagem do filtro 2.



Figura 4.19 - Coleta da amostra de água de lavagem do Filtro 2
Fonte: HIDROSAN (2018)

Os ensaios em coluna de sedimentação estão em processo de elaboração, e os resultados obtidos servirão como base para o dimensionamento do STR da ETA de Araras.

5 PARÂMETROS DE PROJETO – DIRETRIZES GERAIS

Neste item são apresentados os principais parâmetros de projeto da reforma e modernização da unidade de filtração, veiculação de água tratada aos reservatórios e projeto executivo do STR da ETA de Araras.

5.1 UNIDADE DE FILTRAÇÃO

As principais diretrizes para a reforma e modernização da unidade de filtração são:

- A vazão utilizada para a elaboração dos projetos executivos é de 730 L/s;
- O funcionamento da ETA considerado é de 24 horas por dia;
- Os 11 filtros serão operados simultaneamente com taxa declinante variável;
- Delimitou-se como área para a construção das novas instalações de filtração aquela próxima à lateral do decantador 4;
- Serão projetados 2 filtros adicionais, localizados próximo à lateral do Filtro 9 e do decantador 4;
- O meio filtrante de todos os filtros existentes (9 filtros) e projetados (2 filtros) apresentarão a mesma composição com camada de areia e antracito;
- Para a operação de filtração com taxa declinante variável, todos os filtros deverão possuir fundo com crepina, e os filtros que atualmente apresentam essa configuração deverão passar por reformas em seu fundo;
- Será projetado um novo reservatório de água para lavagem, localizado próximo à lateral do Filtro 9 e do decantador 4).

5.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NA ETA

Para a elaboração do projeto executivo do STR são utilizadas as seguintes diretrizes:

- A vazão utilizada para a elaboração dos projetos executivos é de 730 L/s;
- O funcionamento da ETA considerado é de 24 horas por dia;
- A duração da lavagem de filtros com água considerada no projeto é de 7 minutos;
- A dosagem de produtos químicos utilizada para os cálculos de massa seca é a mostrada pela Tabela 3.2;

- Os 4 decantadores serão operados simultaneamente;
- Os 11 filtros serão operados simultaneamente com taxa declinante variável;
- Delimitou-se como área para a construção das novas instalações de STR aquela próxima à Represa Hermínio Ometto;
- Considera-se um removedor de lodo submerso por decantador;
- A marca do removedor de lodo é WasserTrack e possui as seguintes especificações:
 - Velocidade de deslocamento do equipamento: 0 a 3,0 m/min;
 - Vazão de remoção do equipamento: 60 L/min/m de largura do decantador;
 - Concentração máxima de SST do lodo removida pelo equipamento: 1,5%;

5.2.1 Geração de resíduos na ETA

A estimativa teórica da produção de massa seca de lodo na ETA de Araras é realizada através da soma das massas secas de lodo estimadas dos decantadores e filtros a partir dos sólidos suspensos totais (SST) contidos na água bruta, e devido à aplicação dos produtos químicos utilizados no tratamento. A concentração de SST na água bruta foi calculada segundo a Equação 1 e a concentração de SST devido aos produtos químicos foram calculadas a partir da Equação 2 (AWWA, 1999):

$$SST = a \cdot Tu$$

Equação 1 - Concentração de sólidos suspensos totais gerados na ETA (mg/L)

$$P_{SS} = Q \left(4,89 \cdot D_{SAI} \cdot \%Al \cdot \frac{MMAI}{MMSAI} + D_{CAP} + 0,1 \cdot 0,21 \cdot D_{geo} \right) \times 10^{-3}$$

Equação 2 - Concentração de SST devido aos produtos químicos utilizados no tratamento

Em que:

SST: Concentração de sólidos suspensos totais na água (mg/L);

a: Coeficiente que relaciona turbidez com SST (1,00 a 1,40);

Tu: Turbidez (uT);

P_{SS}: Concentração de SST devido aos produtos químicos (mg/L);

D_{SAI}: Dosagem de sulfato de alumínio (mg Al/L);

MMAI: Massa molecular de alumínio (mg/mol);

MMSAI: Massa molecular de sulfato de alumínio (mg/mol);

D_{CAP}: Dosagem de carvão ativado pulverizado (mg/L);

D_{geo} : dosagem de hidróxido de cálcio em suspensão aquosa (mg/L).

A escolha do coeficiente “a” foi baseada nos ensaios de tratabilidade das águas realizados em estudos anteriores pela Hidrosan (2017), utilizando-se os resultados de SST obtidos em laboratório com amostras de água com características semelhantes às do presente estudo. Assim, tanto para a condição de mínima geração de lodo na ETA (turbidez da água bruta de 5,0 uT), quanto para a máxima (turbidez da água bruta de 200,0 uT), adotou-se coeficiente “a” igual a 1,0.

As condições de operação do STR foram calculadas para valor mínimo de turbidez de 5,0 uT (denominada condição 1), turbidez média do mês mais crítico (março de 2015) do período de outubro de 2015 a setembro de 2018 de 52,0 uT (condição 2) e valor máximo de turbidez de 200,0 uT (condição c).

A vazão adotada para este estudo foi a vazão escolhida para o projeto, de 730 L/s.

Outras considerações utilizadas para a estimativa da geração de massa seca da ETA de Araras foram:

- Operação contínua da ETA (durante 24 horas por dia);
- Funcionamento de todos os decantadores (4 unidades);
- Funcionamento de todos os filtros (11 unidades);
- Dosagens de produtos químicos apresentadas na Tabela 3.2;
- Carreira de filtração de 24 horas;
- Velocidade ascensional de lavagem dos filtros de 0,75 m/min;
- Tempo de lavagem dos filtros de 7 min com água;
- Concentração de SST na água de lavagem dos filtros de 0,25 g/L;
- Concentração de SST na água de descarga dos decantadores de 10,0 g/L;
- Largura do removedor de 9,0 m;
- Comprimento útil dos decantadores 1 e 2 (com rampa de fundo) de 19,47 m;
- Comprimento útil dos decantadores 3 e 4 (sem rampa de fundo) de 25,07 m;
- Velocidade de deslocamento do removedor: 1,5 m/min.

Na Tabela 5.1 estão apresentadas as estimativas de geração de massa seca em função das condições de operação da ETA de Araras.

Tabela 5.1 - Parâmetros de projeto considerados no cálculo de produção de massa seca de resíduos na ETA de Araras

	Parâmetro	Condição 1	Condição 2	Condição 3
Água bruta	Vazão de operação da ETA (L/s)	730	730	730
	Tempo de operação da ETA (h)	24	24	24
	Valor médio de turbidez (uT)	5	52	200
	Coefficiente "a"	1	1	1
	Concentração média de SST da água bruta (mg/L)	5	52	200
Produtos químicos	Dosagem média de sulfato de alumínio (mg/L)	20	40	80
	Dosagem média de hidróxido de cálcio (mg/L)	10	20	40
	Dosagem média de CAP	0	10	30
	Massa seca – aplicação de produtos químicos (kg/d)	287,3	1.205,4	3.041,4
Geração de resíduos na ETA	Massa seca total de resíduos gerada (kg/d)	602,7	4.485,1	15.655,8
	Número de decantadores	4	4	4
	Largura dos decantadores (m)	9,4	9,4	9,4
	Comprimento útil do decantador 1 e 2 (m)	19,5	19,5	19,5
	Comprimento útil do decantador 3 ou 4 (m³)	25,7	25,7	25,7
	Massa seca total retida nos decantadores (kg/d)	329,8	4.212,2	15.383,0
	Número de filtros em operação	11	11	11
	Duração da carreira de filtração (h)	24	24	24
	Área em planta do meio filtrante (m²)	18,9	18,9	18,9
	Velocidade ascensional de lavagem (m/min)	0,75	0,75	0,75
	Tempo de lavagem dos filtros (min)	7	7	7
	Concentração de SST na água de lavagem (g/L)	0,25	0,25	0,25
	Massa seca total retida nos filtros (kg/d)	272,9	272,9	272,9

Observa-se na Tabela 5.1 que as massas secas estimadas para a condição mínima, intermediária e máxima de turbidez é de 602,7 kg/d, 4.485,1 kg/d e 15.655,8 kg/d, respectivamente. Como a massa seca total retida nos filtros foi considerada igual para todas as condições (272,9 kg/d), estima-se que sejam retidos 329,8 kg/d (condição 1), 4.212,2 kg/d (condição 2), e 15.383,0 kg/d (condição 3) na unidade de decantação.

5.3 ESTUDO PRELIMINAR DA COMPOSIÇÃO DO STR

Para o estudo preliminar da composição do STR, foi considerado local de implantação do sistema de tratamento de resíduos a área próxima à Represa Hermínio Ometto (vide Figura 5.1), e em relação à condução do lodo gerado, optou-se por manter em funcionamento a tubulação única existente de descarga de lodo dos decantadores e água de lavagem dos filtros da ETA de Araras.

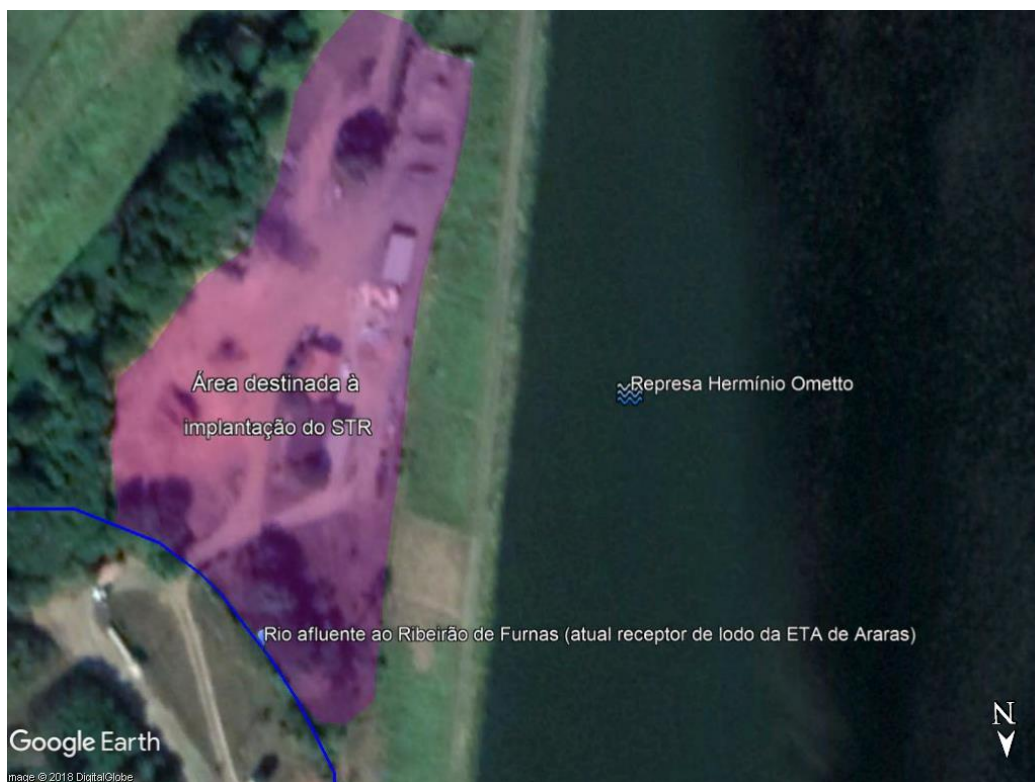


Figura 5.1 - Local de implantação do STR da ETA de Araras
Fonte: Google Earth(2018)

A composição do STR da ETA de Araras adotada no estudo baseia-se nas seguintes características:

- Tanque de regularização de vazão (TRV) que recebe resíduos das lavagens dos filtros e das limpezas dos decantadores;
- Bombeamento de vazão regularizada dos resíduos para clarificador/adensador. Desta unidade, o sobrenadante é encaminhado ao corpo d'água para disposição final, e o sedimento vai para um tanque, de onde é bombeado aos bags;
- O clarificado obtido nos bags é enviado para descarte em corpo d'água e confere-se ao resíduo desaguado destinação correta com base em sua classificação;
- Prevê-se também a adição de polímero sintético em dois locais do tratamento:
 - Antes da entrada dos resíduos no clarificador/adensador semicontínuo;
 - Antes da entrada dos resíduos nos bags.

A Figura 5.2 apresenta esquema das unidades propostas.

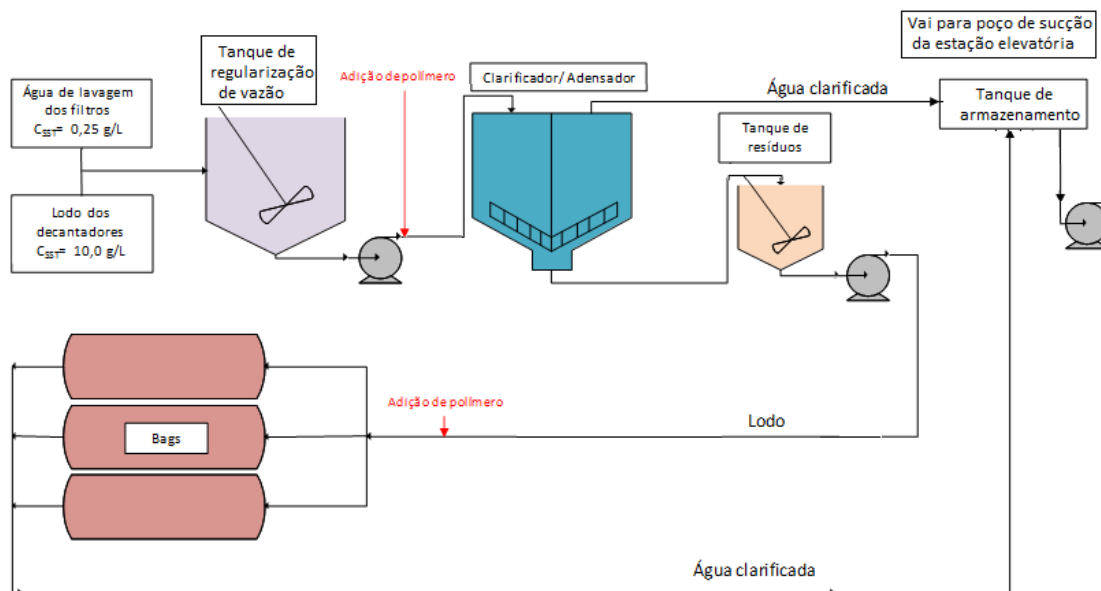


Figura 5.2 – Composição preliminar do STR

6 ATIVIDADES EM ANDAMENTO E FUTURAS

Atualmente estão em andamento as seguintes atividades: os ensaios qualitativos da amostra de água clarificada após desaguamento em geotecido, necessários para a avaliação das possibilidades de destinação da água recuperada; o contato com empresa especializada em equipamentos de remoção submersa de lodo em decantadores; os ensaios em coluna de sedimentação, cujos resultados são utilizados para o dimensionamento do clarificador e adensador de lodo; e o levantamento de pontos da área destinada ao STR para realização de sondagem do terreno.

As atividades em andamento realizadas pelos parceiros especializados são: a análise e levantamento da parte estrutural da ETA de Araras, realizada pela empresa parceira CAT- Engenharia e Consultoria S/C Ltda, liderada pelo Eng. Cláudio Augusto Tomazela; a análise e levantamento da parte elétrica e de automação da ETA, realizada pela empresa parceira Zanarotti Projetos Elétricos Eireli, liderada pelo Eng. Fábio Morilha Zanarotti e o levantamento topográfico da unidade de decantação, de filtração, tubulações de encaminhamento da água tratada para os reservatórios da ETA de Araras e área disponível para a implantação do STR, realizado pela empresa CS Topografia, liderada pelo Eng. Paulo Elydio Corte, juntamente com a equipe Hidrosan.

Na Tabela 6.1 estão apresentadas as etapas e atividades nas quais o trabalho foi dividido, com destaque em cinza para as atividades concluídas e em vermelho para as atividades em andamento. As próximas atividades a serem desenvolvidas são as referentes à Etapa 2: Concepção da reforma e modernização e do STR.

Tabela 6.1 - Etapas do Projeto Executivo de Reforma e Modernização da Unidade de Filtração, Veiculação de Água Tratada aos Reservatório e Sistema de Tratamento dos Resíduos gerados na ETA de Araras

ETAPA	Atividades
ETAPA 1	Atividade A1. Visita inicial de inspeção e levantamento de informações *
	Atividade A2. Análise dos dados de operação dos filtros e de projetos/estudos existentes, ensaios complementares e estimativa da geração de resíduos *
	Atividade A3. Elaboração do Relatório R1 *
	Atividade A4. Visita para apresentação dos resultados da ETAPA 1 **
ETAPA 2	Atividade B1. Levantamento planialtimétrico, cadastro técnico e sondagens **
	Atividade B2. Concepção
	Atividade B3. Elaboração do Relatório R2
	Atividade B4. Visita apresentação dos resultados da ETAPA 2
ETAPA 3	Atividade C1. Projeto Executivo Hidráulico
	Atividade C2. Projeto Executivo Estrutural **
	Atividade C3. Projeto Elétrico **
	Atividade C4. Projeto de Automação **
	Atividade C5. Elaboração do Relatório R3
	Atividade C6. Visita para apresentação dos resultados da ETAPA 3
ETAPA 4	Atividade D1. Elaboração das planilhas orçamentárias
	Atividade D2. Elaboração do cronograma físico-financeiro da obra
	Atividade D3. Montagem do Pacote Técnico - Relatório R4
	Atividade D4. Visita para apresentação do Projeto Final

* Atividades finalizadas

** Atividades em andamento

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA). Water quality and treatment: A handbook of community water supplies. 5th ed. New York, 1999.

AMIRTHARAJAH, A., WETSTEIN, D. P. Initial degradation of effluent quality during filtration JAWWA, v. 72, n. 9, p: 518, 1980, USA.

AMIRTHARAJAH, A. The interface between filtration and backwashing Water Resources Researches V. 19, n. 5, p: 581 – 588, 1985, USA.

AMIRTHARAJH, A. Tecnologias para tratamento de águas de abastecimento – The mechanisms of coagulation. 1989.

ARESPCJ, Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Relatório de Fiscalização Técnica dos Sistemas de Água e Esgoto do município de Araras. Relatório R1 - Diagnóstico, 2014. Disponível em <http://www.arespcj.com.br/arquivos/23965_RELATORIO_DE_FISCALIZA%C3%87%C3%83O_-_ARARAS_-_FINAL_-_internet.pdf>. Acessado em: set.2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357, 17 de março de 2005. 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, e dá outras providências. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: set. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acessado em: set. 2017.



CORNWELL, D. A.; LEER, R. G. (1994). Waste Stream Recycling. Its Effect on Water Quality. Journal AWWA, p. 50-63.

DI BERNARDO, L, DANTAS, A. D. B., VOLTAN, P. E. N. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 3ª ed. São Carlos: Editora LDiBe, 2017.

DI BERNARDO, L, DANTAS, A. D. B., Voltan, P. E. N. Tratabilidade de Água e dos Resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos: Editora LDiBe, 2011, v.1. p.454.

HIDROSAN, Arquivo. Fotos de visitas técnicas efetuadas ao sistema produtor de água de Araras, efetuadas no ano 2017.

HIDROSAN. Diagnóstico e Proposição de Melhorias na ETA do SAEMA de Araras. São Carlos, 2017. SAEMA. Arquivos. 1975.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAS. Plano de metas e diretrizes para enfrentamento da crise hídrica no município de Araras/SP, 2015. Disponível em <http://araras.sp.gov.br/im/files/pagina_planos_metas.pdf>. Acessado em: out/2018



ANEXO 1

ATA DA REUNIÃO REALIZADA NO DIA 05/10/2018

Araras, 05 de outubro de 2018

REUNIÃO INICIAL DE APRESENTAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

PROJETO EXECUTIVO DE REFORMA E MODERNIZAÇÃO DA UNIDADE DE FILTRAÇÃO, VEICULAÇÃO DE ÁGUA TRATADA AOS RESERVATÓRIOS E SISTEMA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NA ETA DE ARARAS

A reunião inicial de apresentação do Plano de Trabalho e definição de diretrizes para as reformas e projetos executivos foi realizada na Sede do Saema em Araras no dia 05/10/2018 no período das 9:00h às 12:00h.

Participante da Hidrosan Engenharia:

1. Angela Di Bernardo Dantas

Participantes SAEMA:

1. Diego Moysés Bonetto;
2. Sebastião Celso Mecatti;
3. Maysa Freire Nunes;
4. Vinicius Penteado.

A seguir são apresentados os principais assuntos discutidos.

- a) Apresentação das datas de entrega dos relatórios considerando a OS no dia 08/10/2018:
 - i. R1: Atividades preliminares 21/11/2018
 - ii. R2: Concepção Filtros e Lodo 21/01/2019;
 - iii. R3: Projetos Executivos Filtros e Lodo: 04/06/2019;
 - iv. R4: Pacote técnico Filtros e Lodo: 04/07/2019.

- b) Confirmação da vazão de projeto de 730 L/s para a elaboração dos projetos executivos do Sistema de Tratamento dos Resíduos gerados na ETA (STR) e da Unidade de Filtração; foi feito um alerta sobre a ausência das outorgas das captações.

- c) Solicitação dos dados de operação da ETA nos últimos 12 meses (vazão captada de cada manancial/Represa, qualidade da água bruta, turbidez das águas decantada e filtrada (de cada filtro), dosagens de produtos químicos, duração das carreiras de filtração e frequência de limpeza dos decantadores). Necessária a disponibilização dos valores horários do controle operacional em meio digital;
- d) Discussão sobre as alternativas para compatibilização dos fundos dos filtros (blocos Leopold, blocos Petranova, blocos Tetra da Denora e crepinas Hidrosolo):
 - i. Necessidade de ensaios complementares para avaliação da lavagem dos filtros;
 - ii. Consulta aos fabricantes citados para entendimento das melhorias possíveis de serem implementadas nos sistemas de drenagem existentes, visando à redução dos custos com as reformas;
- e) Confirmação da área de implantação dos novos filtros (lateral do último decantador, atualmente é estacionamento);
- f) Discussão sobre a área de implantação do STR na Represa Hermínio Ometto em função da exigência de 100 m de proteção das margens da Represa e da área não ser oficialmente do Saema (escritura); a equipe do Saema ficou responsável pela consulta à Cetesb para definição da área de implantação;
- g) Discussão sobre as possibilidades de remoção de lodo dos decantadores x dimensões dos tanques de recebimento dos resíduos; a melhor alternativa será estudada após a definição da área disponível para implantação do STR;
- h) Indicação de dois topógrafos para a execução dos levantamentos na ETA e nas áreas das novas unidades e unidades do STR;
 - i. Serviços serão iniciados pela área da ETA;
 - ii. Envio da topografia existente da ETA e da Represa à Hidrosan.

- i) Apresentação das equipes parceiras da Hidrosan:
 - i. CAT Engenharia: projeto estrutural;
 - ii. Zanarotti Engenharia: projeto elétrico e de automação;
 - iii. Visitas de inspeção dos parceiros a serem combinadas com a equipe do Saema;

- j) Definição do conteúdo do Relatório R1:
 - i. Ensaio de lavagem dos filtros e entendimento das propostas dos fabricantes para a compatibilização dos sistemas de drenagem;
 - ii. Análise dos dados operacionais da ETA e estimativa da massa seca de lodo gerado em função da qualidade da água bruta;

- k) Caso as decisões sobre a área de implantação do STR ultrapassem 30 dias, deverá ser reprogramada a entrega dos relatórios parciais (Hidrosan e Saema).

Ficamos à disposição para esclarecimentos.

ANEXO 2

LAUDOS DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS DA ÁGUA DA REPRESA HERMÍNIO OMETTO E CÓRREGO AFLUENTE AO RIBEIRÃO DAS FURNAS



Requerido pôr: **Hidrosan Engenharia**

End.: Av. São Carlos, 2205, sala 106 centro São Carlos SP CEP: 13560-900

Solicitante: Eng. Dra. Angela Di Bernardo Dantas

E-mail: angeladb@hidrosan.com.br

Telefone: (16) 3371 3466

Nº Referência da amostra: 21143-1A

Produto: água superficial

Data de coleta da amostra: 24/10/2018

Responsável pela coleta: a solicitante

Identificação: **Barragem Araras - SP**

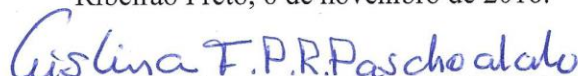
Data de recebimento da amostra: 29/10/2018

Parâmetro	Unidade	Resultado Água Barragem
pH	adimensional	6,82
Cor Aparente	uH	47
Cor Verdadeira	uH	6
Turbidez	uT (NTU)	2,91
Oxigênio Dissolvido	mg O ₂ /L	5,0
Demanda Química de Oxigênio	mg O ₂ /L	50
Demanda Bioquímica de Oxigênio 5 dias à 20°C	mg O ₂ /L	13
Fósforo Total	mg P/L	<0,01
Sólidos Totais	mg /L	147
Sólidos Suspensos Totais	mg /L	8
Sólidos Dissolvidos Totais	mg /L	139
Cálcio	mg Ca/L	5,76
Magnésio	mg Mg/L	2,25
Ferro Total	mg Fe/L	0,673
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	0,193
Manganês Total	mg Mn/L	<0,01
Manganês Dissolvido	mg Mn/L	<0,01
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,047
Cadmio	mg Cd/L	<0,01
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	<0,01
Zinco Total	mg Zn/L	0,090
Resíduos Sedimentáveis	mL/L.h	<0,1
Coliformes Totais	NMP/100mL	51
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	23

Os resultados apresentados referem-se somente a amostra recebida e analisada.

Os métodos analíticos empregados estão de acordo com o "Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater", 21 th Edition (2005). O Laboratório de Recursos Hídricos da UNAERP se encontra credenciado pelo CRQ-IVª Região, sob o processo n.º 062103.

Ribeirão Preto, 6 de novembro de 2018.



Dra. Cristina F. Pereira Rosa Paschoalato

CRQ VI Região 04330912 / CREASP 0601341937

Eng. Química Responsável Técnica

www.hidrosanengenharia.com.br



Av. São Carlos, 2205, r. 106
Zip Code. 13560-900
São Carlos SP Brazil
phone +55 16 3371 3466

Av. São Carlos, 2205, sl.106
CEP: 13560-900
São Carlos SP
tel. 16 3371 3466