



**SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SEMAE
PIRACICABA/SP**

**ELABORAÇÃO DE ESTUDO TÉCNICO DE
TRATABILIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO
PIRACICABA E DE PROJETO HIDRÁULICO DE
REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS LUIZ DE
QUEIROZ**

RELATÓRIO 03 - CONCEPÇÃO

Janeiro 2015

ELABORAÇÃO DE ESTUDO TÉCNICO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PIRACICABA E DE PROJETO HIDRÁULICO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ

SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - SEMAE PIRACICABA/SP



RELATÓRIO 03 - CONCEPÇÃO

[Parâmetros de projeto]

[Concepção da reforma e ampliação das ETAs]

[Indicação de duas alternativas para tratamento dos resíduos gerados nas ETAs]

Janeiro 2015

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	1
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
2.1	LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE TRATAMENTO EXISTENTE	2
2.1.1	ETA 1.....	3
2.1.2	ETA 2.....	4
2.1.3	Produtos químicos.....	7
2.1.3.1	Cloro	8
2.1.3.2	Carvão ativado pulverizado.....	9
2.1.3.3	Cal hidratada	10
2.1.3.4	PAC	13
2.1.3.5	Ácido Fluossilícico.....	13
2.1.3.6	Instalação para produtos químicos auxiliares.....	14
2.2	CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PIRACICABA E PARÂMETROS DE PROJETO.....	15
3	CONCEPÇÃO DA REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ	20
3.1	UNIDADE DE PRÉ-OXIDAÇÃO	21
3.2	UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA	22
3.3	DIVISÃO DE VAZÃO	23
3.4	MÓDULOS DE FLOCULAÇÃO/DECANTAÇÃO.....	24
3.4.1	Unidades de floculação	25
3.4.2	Unidades de decantação.....	26
3.5	UNIDADES DE FILTRAÇÃO	28
3.6	UNIDADE DE DESINFECÇÃO COM UV	30
3.7	INSTALAÇÕES DE PRODUTOS QUÍMICOS.....	31
3.7.1	Dióxido de Cloro	33
3.7.2	Cloro	35
3.7.3	Carvão ativado pulverizado – CAP.....	36
3.7.4	Cal Hidratada.....	37
3.7.5	PAC	37
3.7.6	Ácido Fluossilícico.....	38



4	ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ.	40
4.1	Alternativa 1	42
4.2	Alternativa 2	42
4.2.1	Alternativa 2A.....	43
4.2.2	Alternativa 2B.....	1
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	1
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	2

1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, resultado da contratação da Hidrosan Engenharia SS Ltda pelo SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba, consiste na elaboração de estudo técnico de tratabilidade da água bruta do Rio Piracicaba, bem como projeto hidráulico contendo melhorias técnicas e operacionais, obras e serviços a serem implantadas nas Estações de Tratamento de Água – ETAs 1 e 2 – Luiz de Queiroz para abastecimento público do município de Piracicaba –SP.

O trabalho foi dividido em etapas:

- Etapa 1: Levantamento e análise de dados da qualidade da água do rio Piracicaba e de operação das ETAs e definição das águas de estudo;
- Etapa 2: Ensaio de tratabilidade com duas águas de estudo;
- Etapa 3: Concepção da reforma e ampliação das ETAs e indicação de duas alternativas para tratamento dos resíduos gerados nas ETAs;
- Etapa 4: Elaboração do projeto hidráulico.

Neste relatório, Relatório 03, são apresentados os resultados da Etapa 03. Ressalta-se que os parâmetros de projeto adotados na concepção da reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz foram definidos com base nos resultados das etapas anteriores, nas diretrizes da equipe do SEMAE e nas normas vigentes.

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

2.1 LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE TRATAMENTO EXISTENTE

O tratamento nas ETAs Luiz de Queiroz, ETAs 1 e 2 do município de Piracicaba/SP, é efetuado através da tecnologia de ciclo completo (coagulação, floculação, clarificação e filtração), com clarificação da água floculada por decantação. Apesar de estarem localizadas na mesma área, as ETAs possuem unidades de tratamento independentes e compartilham apenas as instalações e os equipamentos correspondentes ao armazenamento, ao preparo e/ou à dosagem dos produtos químicos.

Na Figura 2.1 é apresentado um esquema das unidades de tratamento das ETAs Luiz de Queiroz.

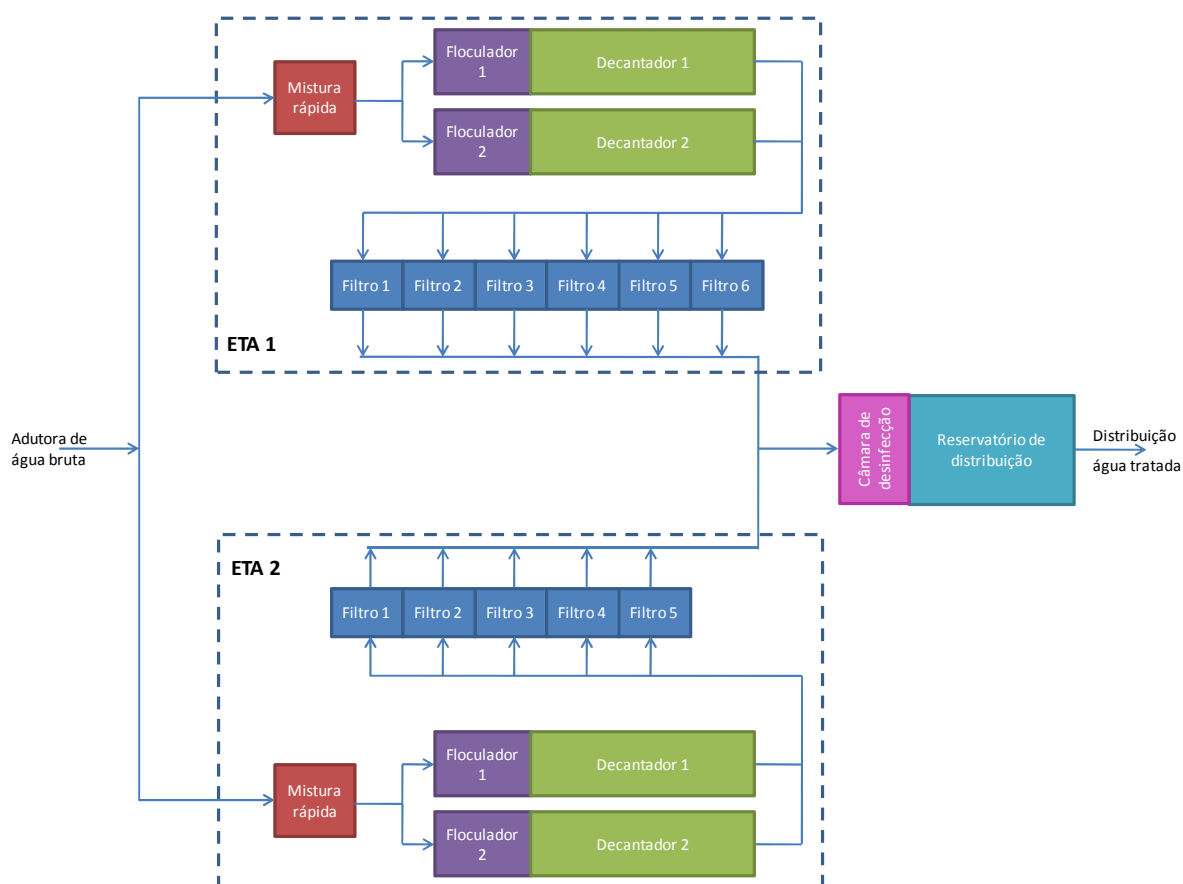


Figura 2.1 - Esquema das unidades de tratamento das ETAs Luiz de Queiroz

É importante destacar que na área na qual estão localizadas as ETAs Luiz de Queiroz e as suas instalações de produtos químicos, existem algumas edificações que abrigam o pessoal técnico-administrativo, a oficina de manutenção e depósitos de materiais.

A seguir é apresentada uma breve descrição das características atuais das duas ETAs e das instalações de produtos químicos existentes.

2.1.1 ETA 1

A ETA 1, com capacidade de 350 L/s, foi a primeira ETA a ser implantada e contém uma unidade de mistura rápida, dois módulos de floculação/decantação e seis unidades de filtração, sendo que cada módulo de floculação/decantação é composto por uma unidade de floculação e uma unidade de decantação.

A unidade de mistura rápida é hidráulica, constituída de um vertedor Parshall com garganta de 0,610 m (24"), utilizado tanto para promover a mistura do coagulante como a medição de vazão afluente à ETA 1. A água coagulada é veiculada através de dois canais aos módulos de floculação/decantação, um para cada módulo.

As unidades de floculação existentes são compostas por duas câmaras de floculação em série providas de agitadores do tipo paletas paralelas ao eixo vertical. As dimensões das câmaras de floculação são:

- Comprimento: 4,90 m;
- Largura: 4,93 m;
- Profundidade: 4,25 m.

As câmaras de floculação possuem dois drenos para limpeza, um em cada câmara de floculação, e são interligadas por uma passagem inferior com 4,93 m de largura e 0,80 m de altura.

A água floculada de cada unidade é veiculada ao respectivo decantador através de um canal que acompanha a lateral da última câmara de floculação do módulo e distribuída através de cortina provida de 48 orifícios.

As unidades de decantação são do tipo convencional com escoamento horizontal e possuem as seguintes dimensões:

- Comprimento: 42,63 m;
- Largura: 10,0 m;
- Profundidade: 4,30 m.

Cada unidade de decantação é provida de um sistema de remoção de lodo composto por um raspador de lodo mecanizado e dois poços de acúmulo de lodo. Os poços estão localizados no início das unidades e possuem formato de tronco de pirâmide invertido e descarga hidráulica.

Ressalta-se que atualmente este sistema encontra-se fora de uso, ou seja, a limpeza das unidades de decantação é efetuada com esvaziamento total do decantador.

A água decantada é coletada por calhas localizadas no final do decantador e veiculada aos filtros através de um canal comum.

A ETA 1 possui seis unidades de filtração rápida descendente, com meio filtrante de areia e operando com taxa declinante variável, com taxa média de filtração de 125 m³/m².d. As principais características das unidades de filtração são:

- Uma câmara filtrante por filtro;
- Fundo do filtro provido de fundo falso com crepinas para drenagem da água filtrada e distribuição de água para lavagem;
- 5 calhas de coleta de água de lavagem;
- Canal lateral de descarga de água de lavagem;
- Comprimento do filtro de 9,20 m;
- Largura do filtro de 5,41 a 5,49 m;
- Largura da câmara filtrante de 4,32 a 4,37 m;
- Área filtrante por unidade de 39,74 a 40,20 m².

A lavagem do filtro é efetuada somente com aplicação de água no sentido ascensional. A água para lavagem dos filtros é proveniente de um reservatório elevado com capacidade total de aproximadamente 180 m³ e abastecido por uma derivação na rede de distribuição.

A água filtrada é veiculada por uma tubulação DN 800 ao vertedor geral e, após verter, veiculada ao reservatório enterrado, a partir do qual a água tratada é distribuída.

2.1.2 ETA 2

A ETA 2, com capacidade nominal de 300 L/s, foi implantada com características similares à da ETA 1 e é composta por uma unidade de mistura rápida, dois módulos de floculação/decantação e

cinco unidades de filtração, sendo que cada módulo de floculação/decantação é composto por uma unidade de floculação e uma unidade de decantação.

A unidade de mistura rápida é hidráulica, constituída de um vertedor Parshall com garganta de 0,457 m (18"), utilizado tanto para promover a mistura do coagulante como a medição de vazão afluente à ETA 2. A água coagulada é veiculada através de um canal aos módulos de floculação/decantação, no qual estão localizadas as aberturas que alimentam as duas unidades de floculação, uma de cada módulo.

As unidades de floculação existentes possuem duas câmaras de floculação em série providas de agitadores do tipo paletas paralelas ao eixo vertical. As dimensões das câmaras de floculação diferem entre os módulos de floculação/decantação e estão apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Dimensões das câmaras de floculação de cada módulo de floculação/decantação da ETA 2

Dimensões	Unidade de floculação 1 (Módulo de floculação/decantação 1)	Unidade de floculação 2 (Módulo de floculação/decantação 2)
Comprimento (m)	4,90	5,10
Largura (m)	4,95	4,90
Altura (m)	4,40	4,40

As câmaras de floculação são interligadas por uma passagem inferior com largura igual a das câmaras (4,95 e 4,90 m e 0,80 m de altura. A drenagem das câmaras para limpeza é realizada por dois drenos, um em cada câmara de floculação.

A água floculada de cada unidade é veiculada ao respectivo decantador através de um canal que acompanha a lateral da última câmara de floculação do módulo, e conectado ao canal de entrada, cujo fundo é provido de 14 orifícios para distribuição transversal da água floculada.

As unidades de decantação são do tipo convencional com escoamento horizontal e, assim como as unidades de floculação, possuem dimensões diferentes em cada módulo de floculação/decantação. As dimensões das unidades de decantação estão apresentadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Dimensões das câmaras de floculação de cada módulo de floculação/decantação da ETA 2

Dimensões	Unidade de decantação 1 (Módulo de floculação/decantação 1)	Unidade de decantação 2 (Módulo de floculação/decantação 2)
Comprimento (m)	32,30	38,00
Largura (m)	10,30	10,0
Altura (m)	5,30	4,90

A limpeza das unidades de decantação é efetuada com esvaziamento total do decantador e a água decantada é coletada por calhas localizadas no final do decantador e conectadas ao canal comum de alimentação dos filtros.

A ETA 2 possui cinco unidades de filtração rápida descendente, com meio filtrante de areia, operados com taxa declinante variável, e taxa média de filtração de 122 m³/m².d. As principais características das unidades de filtração são:

- Uma câmara filtrante por filtro;
- Fundo do filtro provido de fundo falso com crepinas para drenagem da água filtrada e distribuição de água para lavagem;
- 5 calhas de coleta de água de lavagem;
- Canal lateral de descarga de água de lavagem;
- Comprimento do filtro de 9,20 m;
- Largura do filtro de 5,70 m;
- Largura da câmara filtrante de 4,60 m;
- Área filtrante por unidade de 42,32 m².

A lavagem do filtro é efetuada somente com aplicação de água no sentido ascensional. A água para lavagem dos filtros é proveniente de um reservatório elevado com capacidade total de aproximadamente 180 m³ e abastecido por uma derivação na rede de distribuição.

A saída de água filtrada de cada unidade é provida de vertedor tubular individual, que permite melhor controle da operação dos filtros com taxa declinante variável. Após os vertedores individuais, a água filtrada na ETA 2 é veiculada através de tubulação DN 800 ao reservatório enterrado, a partir do qual a água tratada é distribuída.

2.1.3 Produtos químicos

São utilizados os seguintes produtos químicos nas ETAs Luiz de Queiroz: cloro, carvão ativado pulverizado (CAP), cal hidratada, hidroxícloreto de alumínio (PAC) e ácido fluossilícico. Na Figura 2.2 é apresentado um esquema com a aplicação destes produtos nas duas ETAs.

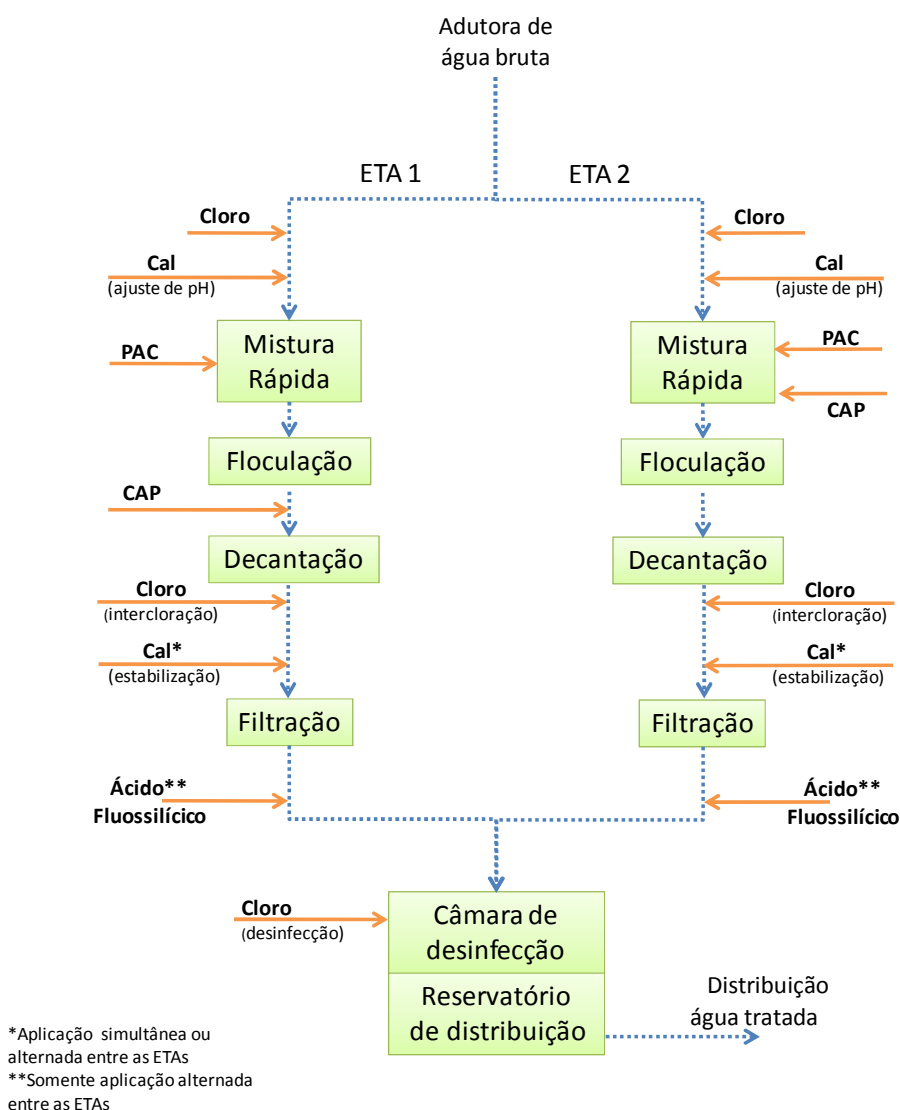


Figura 2.2 - Esquema das aplicações de produtos químicos ao longo do tratamento nas ETAs Luiz de Queiroz

A seguir são descritas as instalações de armazenamento, preparo e dosagem de cada produto químico utilizado na ETA.

2.1.3.1 Cloro

Nas ETAs Luiz de Queiroz, o cloro gás é utilizado para a pré-oxidação da água bruta, a inter-oxidação da água decantada e a desinfecção final da água filtrada. O produto comercial é adquirido em cilindros de 900 kg, os quais são descarregados e manuseados através de monovia elétrica com talha fixa na área de armazenamento.

São armazenados no total 9 cilindros, sendo utilizados para alimentação do evaporador e dos cloradores 2 conjuntos com 2 cilindros cada (sendo 1 reserva). Cada cilindro do conjunto é montado em cima de uma balança, que indica a quantidade de gás restante nos cilindros.

O sistema de cloração existente emprega o uso de cloro líquido e, para tanto, possui um evaporador para alimentar os quatro cloradores existentes (2 para a pré-oxidação e inter-oxidação, 1 para a desinfecção e 1 reserva).

Para a aplicação de cloro na pré-oxidação e na inter-oxidação são utilizados dois cloradores automáticos da V-Notch montados em gabinete (1 equipamento para cada ETA). Para a desinfecção final da água tratada, ou pós-cloração, é utilizado um clorador da Fluid Feeder.

O sistema de dosagem de cloro gás possui quatro bombas (2 reserva) para recalque de água para os três injetores de cloro, sendo que uma bomba recalca água para os dois injetores de cloro de 2" da Fluid Feeder (pré-oxidação e interoxidação) e a outra para o injetor de cloro de 1" (desinfecção final).

A aplicação de cloro para a pré-oxidação é realizada ainda na água bruta, a montante do vertedor Parshall de cada ETA, apesar do reduzido tempo de contato neste trecho. Para a inter-oxidação, o cloro é dosado no canal comum de alimentação dos filtros de cada ETA. Para a desinfecção final, o cloro é dosado na entrada da câmara de contato integrada ao reservatório enterrado que alimenta o sistema de distribuição de água tratada.

Atualmente, quando é efetuado o uso simultâneo de pré-oxidação e inter-oxidação em uma ETA, a dosagem é efetuada pela mesma linha e dividida entre os dois pontos. Segundo informações do SEMAE, para que o uso da inter-oxidação não acarrete a redução da dosagem de cloro para pré-oxidação, será implantada mais uma linha de dosagem de cloro gás com injetor de 2". Esta nova linha será utilizada para a aplicação de cloro na água decantada de ambas as ETAs.

Na Figura 2.3 estão apresentadas fotos do sistema de cloração existente.



Cilindros de 900 kg



Evaporador



Injetores de cloro



Cloradores



Bombas de recalque de água de processo

Figura 2.3 – Sistema de cloração existente

2.1.3.2 Carvão ativado pulverizado

Nas ETAs Luiz de Queiroz é utilizado carvão ativado pulverizado (CAP) para a adsorção de compostos orgânicos. O produto comercial é recebido em sacos de 25 kg e armazenado no terceiro pavimento do prédio principal da ETA 1 (Figura 2.4).

Para o preparo da suspensão são utilizados 4 tanques existentes, localizados no mesmo pavimento do armazenamento, dois para cada ETA. Os tanques de preparo são providos de agitador e, atualmente, dois deles se encontram desativados, um de cada ETA.

A suspensão preparada para aplicação na ETA 1 é transferida por gravidade do tanque de preparo para quatro tanques de dosagem, dos quais a suspensão é veiculada por gravidade ao ponto de aplicação. A aplicação de CAP na ETA 1 é efetuada nos canais de veiculação de água floculada aos decantadores, conforme Figura 2.5.



Figura 2.4 – Armazenamento de CAP no terceiro pavimento do prédio principal da ETA 1

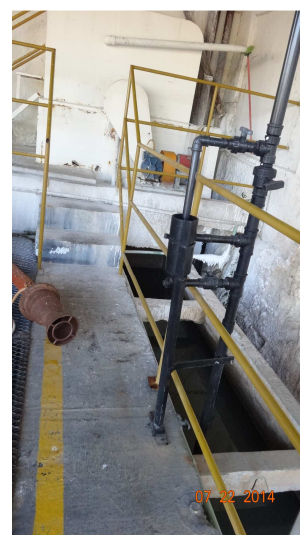


Figura 2.5 - Ponto de aplicação de CAP no módulo de floculação/decantação 1 da ETA 1

A suspensão preparada de CAP para aplicação na ETA 2 é veiculada por gravidade do tanque de preparo para dois tanques de dosagem dos quais, é veiculada por gravidade ao ponto de aplicação. A aplicação de CAP na ETA 2 é efetuada no vertedor Parshall.

2.1.3.3 Cal hidratada

Nas ETAs Luiz de Queiroz, a cal hidratada é usada para ajuste do pH de coagulação e para estabilização final do pH na água tratada.

Há dois sistemas para armazenamento e preparo da suspensão de cal hidratada. No sistema 1, mais antigo, o armazenamento de cal hidratada e o preparo da suspensão são efetuados no prédio principal da ETA 1. O produto comercial é adquirido em sacos de 20 kg e armazenado no terceiro

pavimento, enquanto o preparo da suspensão é efetuado no segundo pavimento do prédio em dois tanques circulares de 4,5 m³, providos de agitador.

A suspensão é veiculada por gravidade dos tanques de preparo aos dosadores tipo caneca da ETA 1 (2 dosadores) e da ETA 2 (1 dosador). Os dosadores do tipo caneca promovem a dosagem da suspensão para ajuste do pH de coagulação e para estabilização final da água tratada. Porém, para aplicação da cal na estabilização final, a suspensão dosada passa por diluição em dois tanques, para depois ser recalçada ao ponto de aplicação por duas bombas centrífugas (1 reserva - marca Mereli, tipo C2RA, 3460 rpm e capacidade de 4 m³/h), sendo que cada ETA possui um sistema de diluição.

Na Figura 2.6 são apresentadas fotos do sistema 1.



Armazenamento



Tanques de preparo



Dosador tipo caneca



Tanques de diluição da ETA 1



Tanques de diluição da ETA 2

Figura 2.6 – Sistema de armazenamento e aplicação de cal hidratada 1 (sacos de 20 kg)

No sistema 2 (Figura 2.7), recentemente instalado e em fase de pré-operação, o armazenamento do produto comercial é efetuado em um silo com capacidade de 80 m³, provido de balança e tanque para preparo da suspensão. A suspensão preparada é transferida por gravidade a dois tanques de dosagem providos de agitador que alimentam seis bombas dosadoras:

- Aplicação na água bruta da ETA 1: 2 bombas helicoidais da marca Netzch, modelo NM03/BY01L06B, vazão máxima de 1000 L/h;
- Aplicação na água bruta da ETA 2: 2 bombas helicoidais da marca Netzch, modelo NM03/BY01L06B, vazão máxima de 1000 L/h;
- Aplicação na água tratada das ETAs 1 e 2: 1 bomba peristáltica Watson Marlow modelo SPX 25, vazão máxima de 1000 L/h e; 1 bomba pistão da marca Omel, com vazão máxima de 500 L/h.



Silo de armazenamento



Tanque de dosagem



Bombas dosadoras

Figura 2.7 – Sistema de armazenamento e aplicação de cal hidratada

Ressalta-se que, com o funcionamento do sistema 2, o sistema 1 ficará fora de operação e será mantido visando atender ocasiões emergenciais.

2.1.3.4 PAC

Atualmente, as ETAs Luiz de Queiroz utilizam o hidroxicloreto de alumínio (PAC) como coagulante. O produto comercial líquido é recebido através de caminhões tanque e armazenado em três tanques com capacidade de 50 m³ cada.

O sistema de dosagem é composto por 2 tanques de transferência e quatro bombas dosadoras, duas para cada ETA:

- Dosagem na ETA 1: 2 bombas peristálticas da marca Watson Marlow, modelo 620, vazão máxima de 500 L/h;
- Dosagem na ETA 2: uma bomba peristáltica da marca Watson Marlow, modelo 620, vazão máxima de 500 L/h e; uma bomba diafragma fornecida pela Fluid Feeder, com vazão máxima de 500 L/h.

Em ambas as ETAs, a aplicação de PAC é realizada por meio de meia cana instalada na garganta do vertedor Parshall, conforme Figura 2.8.



Figura 2.8 - Pontos de aplicação de PAC (meia cana de aplicação da ETA 1 e da ETA 2)

2.1.3.5 Ácido fluossilícico

A solução comercial de ácido fluossilícico é utilizada na etapa de fluoração da água tratada nas ETAs Luiz de Queiroz. O produto é recebido na forma líquida, através de caminhão tanque e

armazenado em um tanque com capacidade útil de 12 m³, localizado ao ar livre e dentro de uma bacia de contenção.

O produto comercial é transferido por gravidade do tanque de armazenamento para dois tanques de dosagem, localizados no prédio principal da ETA 1. A dosagem é realizada por duas bombas peristálticas (1 reserva), da marca Watson Marlow, com vazão máxima de 300 L/h.

A aplicação é feita em um único ponto e atende a água tratada produzida nas duas ETAs. Normalmente, a aplicação é efetuada no vertedor geral de água filtrada da ETA 1, porém em caso de paralisação desta ETA, também pode ser efetuada no vertedor individual do filtro 01 da ETA 2.

Na Figura 2.9 estão apresentadas fotos do tanque de armazenamento de ácido fluossilícico e da aplicação no vertedor geral de água filtrada da ETA 1.



Figura 2.9 – Tanque de armazenamento de ácido fluossilícico e aplicação no vertedor geral de água filtrada da ETA 1

2.1.3.6 Instalação para produtos químicos auxiliares

As ETAs Luiz de Queiroz contam com uma instalação de armazenamento, preparo e dosagem para produtos químicos auxiliares. A instalação foi implantada com o intuito de aplicar polímero sintético nas ETAs, porém, como este produto não tem sido utilizado no tratamento (há mais de 3 anos que não é feita a aplicação de polímero sintético), a instalação também é utilizada para o estudo da aplicação de novos produtos na ETA (como o efetuado com permanganato de potássio).

A instalação está localizada no prédio principal da ETA 1. O sistema de preparo é composto por dois tanques providos de agitador e o sistema de dosagem por três bombas dosadoras, conforme Figura 2.10.

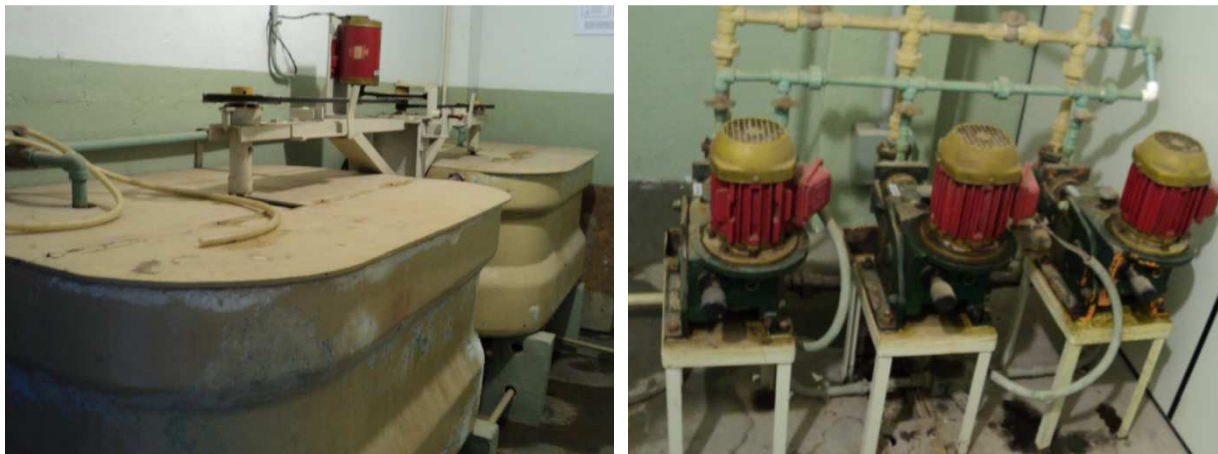


Figura 2.10 – Sistema de preparo e dosagem de produtos químicos auxiliares (tanques de preparo e bombas dosadoras)

Ressalta-se que o sistema de dosagem permite a aplicação somente na ETA 1, pois a linha de aplicação na ETA 2 foi desativada.

2.2 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PIRACICABA E PARÂMETROS DE PROJETO

Os resultados dos estudos estatísticos realizados com os dados de qualidade da água bruta do rio Piracicaba (Relatório 01) e dos estudos de tratabilidade realizados (Relatório 02) evidenciaram elevado nível de contaminação deste manancial.

Além disso, verificou-se que durante o período de estiagem do ano de 2014 o tratamento da água bruta deste manancial se caracterizou como uma condição de reuso indireto para fins potáveis, visto que diversos parâmetros de qualidade apresentaram valores alarmantes, tais como nitrogênio amoniacal (entre 8 e 14 mg/L NH_3), carbono orgânico total (15 a 25 mg/L), cor verdadeira (acima de 100 uH).

Sendo assim, foram propostas alternativas para o tratamento da água do rio Piracicaba (Tabela 2.3) considerando-se os dois principais problemas observados no estudo de tratabilidade: remoção do nitrogênio amoniacal e remoção do carbono orgânico total.

Tabela 2.3 - Alternativas para tratamento da água do rio Piracicaba nas ETAs Luiz de Queiroz

Etapas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Pré-oxidação com dióxido de cloro	x	x	x	x
Pré-oxidação com cloro	x			
Adsorção em CAP	x	x		x
Coagulação, Floculação e Sedimentação	x	x	x	x
Filtração em Antracito e Areia	x	x	x	x
Filtração em Zeólita		x	x	
Adsorção em Carvão Ativado Granular			x	
Filtração em Membranas				x
Pós-cloração	x	x	x	x
Fluoreação e Estabilização	x	x	x	x

Ressalta-se que as etapas de coagulação, floculação, sedimentação, filtração, pós-cloração, fluoreação e estabilização final estão presentes em todas as alternativas propostas, bem como o uso do dióxido de cloro na pré-oxidação da água bruta para aumentar a eficiência de inativação de organismos patogênicos, visto que este oxidante é mais eficiente que o cloro, principalmente em relação aos protozoários. Além do mais, a aplicação deste oxidante, antes da aplicação do cloro nas etapas de pré e/ou pós-cloração, reduz a formação de subprodutos orgânicos halogenados, dentre os quais os trihalometanos e os ácidos haloacéticos são as classes regulamentadas na Portaria 2914/2011.

As alternativas foram apresentadas ao SEMAE, que optou pela Alternativa 1 (ver Anexo 2). Porém, o SEMAE determinou que o sistema de armazenamento e dosagem de cloro para a pré-oxidação deverá atender o consumo máximo diário de 4,32 t, ou seja, dosagem máxima de cloro de 50,0 mg/L para a vazão afluyente às ETAs de 1000 L/s. Sendo assim, para condições de qualidade da água do rio Piracicaba que demandarem dosagem superior à 50,0 mg/L na pré-oxidação, deverá ser reduzida a vazão nas ETAs ou utilizada água bruta do rio Corumbataí para diluição, visto que este manancial apresenta melhor qualidade.

Na alternativa 1, o tratamento da água bruta será efetuado por meio da tecnologia em ciclo completo com a inclusão da pré-oxidação com dióxido de cloro antes da aplicação do cloro na água bruta e da aplicação de carvão ativado pulverizado. Nesta configuração, o cloro será aplicado com dosagem suficiente para atingir o "*break point*" visando eliminar o nitrogênio amoniacal. Na sequência serão aplicados o CAP e o coagulante.

Para maximizar a eficiência dos pré-tratamentos com os oxidantes, deverá ser construída uma câmara de pré-oxidação com tempo de contato mínimo de 30 min, sendo 15 min para o dióxido de cloro e 15 min para o cloro. Além da câmara de pré-oxidação, deverá ser construída uma nova unidade de mistura rápida, mecanizada, para possibilitar o ajuste dos gradientes de velocidade e evitar a formação de material flotado.

Após a mistura rápida, a vazão será dividida entre as ETAs 1 e 2. Os módulos de floculação/decantação das duas ETAs serão reformados, com a construção de duas câmaras de floculação adicionais nas unidades de floculação e implantação de módulos tubulares para decantadores de alta taxa nas unidades de decantação.

Os filtros das duas ETAs serão reformados, com troca do sistema de drenagem - crepinas, meios filtrantes substituídos por antracito e areia, com granulometrias que permitam a produção de água potável e carreiras de filtração com duração acima de 24 h.

A lavagem dos filtros deverá ser efetuada com aplicação de ar seguida de aplicação de água no sentido ascensional. Para tanto, está prevista a instalação de sopradores de ar e a adequação do sistema existente de lavagem com água.

O reservatório enterrado localizado no prédio principal da ETA 1 passará a ser utilizado para a lavagem dos filtros. Como este reservatório é abastecido com água filtrada da ETA 1, durante a reforma desta ETA, foi previsto o abastecimento deste reservatório com água tratada proveniente do reservatório elevado existente.

Será implantada uma caixa de passagem para garantir que todos os filtros das ETAs sejam lavados com a mesma vazão e, conseqüentemente, mesma velocidade ascensional para os filtros com as mesmas dimensões. Serão instaladas duas bombas centrífugas para recalque de água para lavagem (1 reserva) do reservatório enterrado à caixa de passagem que será interligada à tubulação existente de veiculação de água para lavagem dos filtros das ETAs 1 e 2.

Para garantir a qualidade microbiológica da água tratada nas ETAs, deverá ser instalado um sistema de desinfecção com aplicação de UV na água filtrada de ambas as ETAs, antes da desinfecção final na câmara de desinfecção/reservatório de distribuição existente.

Quanto à vazão de projeto das ETAs Luiz de Queiroz, apesar de no termo de referencia ter sido estabelecida a vazão total de 900 L/s, verificou-se que as ETAs Luiz de Queiroz possuem capacidade de tratar uma vazão total de 1000 L/s, considerando os aspectos hidráulicos. Sendo assim, o SEMAE aprovou a vazão total de 1000 L/s para o projeto de reforma e ampliação das ETAs, sendo 550 L/s para a ETA 1 e 450 L/s para a ETA2.

Na Figura 2.11 é apresentado um esquema das unidades de tratamento das ETAs Luiz de Queiroz na concepção proposta para a reforma e ampliação.

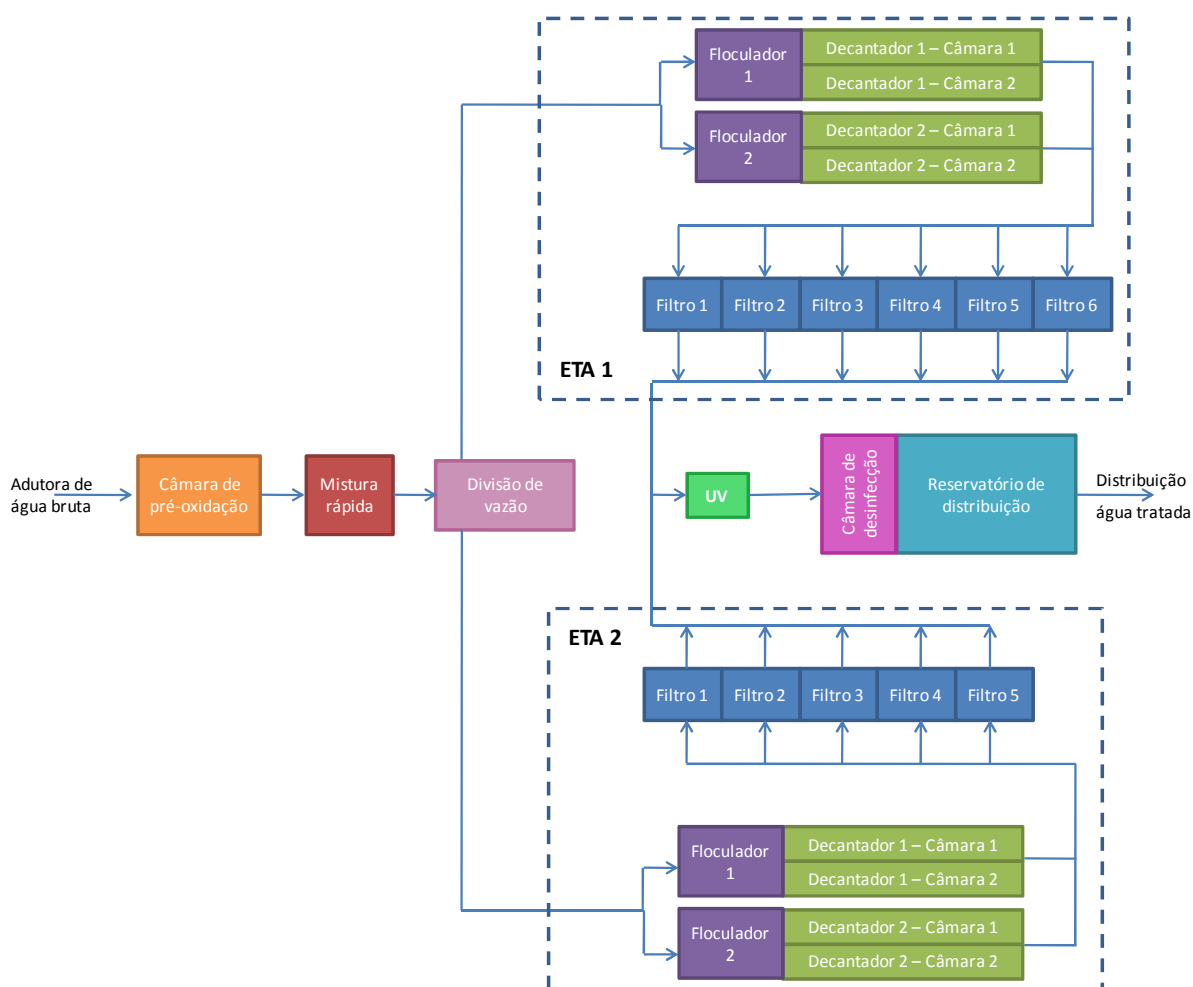


Figura 2.11 - Esquema das unidades de tratamento das ETAs Luiz de Queiroz na concepção de reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz

Na Tabela 2.4 é apresentado um resumo com os principais parâmetros de projeto utilizados na concepção da reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz. Conforme mencionado

anteriormente, a definição dos parâmetros de projeto foi realizada com base nos resultados do estudo de tratabilidade da água do rio Piracicaba, nas solicitações do SEMAE e nas normas vigentes.

Tabela 2.4 - Resumo dos parâmetros de projeto utilizados na concepção

Etapa de tratamento	Parâmetros de projeto
Vazão afluyente às ETAs	Vazão nominal das ETAs Luiz de Queiroz: 1000 L/s Vazão nominal da ETA 1: 550 L/s Vazão nominal da ETA 2: 450 L/s
Pré-oxidação	Produtos utilizados: Dióxido de cloro e cloro gás Dosagem máxima: 5,0 mg/L de dióxido de cloro 50,0 mg/L de cloro Tempo de contato: Tc total = 30 min Tc dióxido de cloro = 15 min Tc cloro = 15 min
Adsorção	Produto utilizado: Carvão ativado pulverizado de babaçu Dosagem máxima: 75 mg/L
Coagulação	Produto utilizado: Cal hidratada Dosagem máxima: 50 mg/L
	Produto utilizado: PAC Dosagem máxima do produto comercial líq.: 400 mg/L
Mistura rápida	Gradiente de mistura rápida: 300 a 1000 s ⁻¹ Tempo de mistura: 10 s Unidade de mistura rápida mecanizada
Floculação	Tempo de floculação: 22,9 min (ETA 1) 31,5 min (ETA 2) Gradiente de velocidade: 20 a 60 s ⁻¹ Construção de 2 câmaras em série adicionais em cada unidade (total de quatro câmaras de floculação em série por unidade)
Sedimentação	Velocidade de sedimentação: 1,0 a 1,5 cm/min Uso de módulos tubulares para decantação de alta taxa
Filtração	Taxa média de filtração: 187,1 m ³ /m ² .d (ETA 1) 183,7 m ³ /m ² .d (ETA 2) Meio filtrante com camada dupla: 0,20 m de areia 0,50 m de antracito Lavagem com ar e água: tempo de lavagem com ar de 3 a 5 min * tempo de lavagem com água de 5 a 7 min*
Desinfecção final	Produto utilizado: Cloro gás Dosagem máxima: 5 mg/L
Fluoreação	Produto utilizado: Ácido Fluossilícico Dosagem máxima do produto comercial líq.: 4,0 mg/L
Estabilização	Produto utilizado: Cal hidratada Dosagem máxima do produto comercial líq.: 10 mg/L

* Parâmetro a ser otimizado na pré-operação das ETAs após a reforma.

3 CONCEPÇÃO DA REFORMA E AMPLIAÇÃO DAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ

A concepção do projeto de reforma e ampliação das ETA Luiz de Queiroz foi realizada com base nos resultados do estudo de tratabilidade da água do rio Piracicaba, nas solicitações do SEMAE e na experiência técnica da equipe da Hidrosan. Além de contemplar a adequação das unidades existentes para tratamento da vazão total de 1000 L/s, a concepção previu a construção de novas unidades visando garantir a produção de água em conformidade com os índices de potabilidade exigidos por lei.

A seguir são apresentadas as principais intervenções propostas nesta concepção:

- Construção da unidade de pré-oxidação da água bruta;
- Construção da nova unidade de mistura rápida mecanizada e divisão de vazão entre as ETAs;
- Reforma das unidades de floculação;
- Reforma das unidades de decantação;
- Reforma dos filtros existentes;
- Implantação do sistema de lavagem dos filtros com ar;
- Reforma do sistema de lavagem dos filtros com água;
- Implantação do sistema de desinfecção com UV;
- Construção da instalação de dióxido de cloro para a pré-oxidação;
- Adequação do sistema de cloração existente e da instalação de PAC para atender o aumento da demanda previsto com a ampliação;
- Construção da nova instalação de carvão ativado pulverizado CAP;
- Construção da nova instalação de cal hidratada para atender somente a aplicação para ajuste do pH de coagulação;
- Construção da nova instalação de ácido fluossilícico.

Em anexo, são apresentados os desenhos correspondentes à concepção proposta para o tratamento da vazão de 1000 L/s nas ETAs Luiz de Queiroz. As características das intervenções propostas estão apresentadas a seguir.

Ressalta-se que para a concepção foi efetuado o pré-dimensionamento das intervenções, que poderá sofrer modificações durante o desenvolvimento do projeto básico.

3.1 UNIDADE DE PRÉ-OXIDAÇÃO

Conforme mencionado anteriormente, em função do elevado nível de contaminação do rio Piracicaba, foi prevista a pré-oxidação da água bruta afluyente às ETAs Luiz de Queiroz com dióxido de cloro precedendo a pré-oxidação com cloro.

Para tanto, foi prevista a construção de uma unidade compartimentada de pré-oxidação provida de chicanas horizontais, com tempo médio de detenção de aproximadamente 30 minutos para a máxima vazão de 1000 L/s, sendo 15 minutos para a pré-oxidação com dióxido de cloro e 15 minutos para a pré-oxidação com cloro.

Visando facilitar as manobras operacionais das ETAs, a unidade de pré-oxidação foi dividida em duas câmaras idênticas, cada um recebendo 500 L/s. Dessa forma, em casos de manutenção de uma câmara, a vazão total aduzida às ETAs deverá ser reduzida para 500 L/s, permitindo que a pré-oxidação continue sendo realizada em apenas uma das câmaras.

Cada uma das duas câmaras da unidade de pré-oxidação previstas terá dimensões internas totais de 32,20 m x 7,00 m e altura útil 5,10 m de água. A configuração das câmaras de pré-oxidação com chicanas visa obter o escoamento preferencialmente do tipo pistão, a fim de reduzir a ocorrência de caminhos preferenciais.

A unidade de pré-oxidação foi dimensionada com 26 chicanas, com 1,00 m de largura. A chegada da água bruta na unidade será realizada em uma antecâmara e verterá por cima de duas comportas vertedoras retangulares para cada câmara de pré-oxidação. A aplicação do dióxido de cloro será realizada por meio de difusor localizado na chegada da tubulação de adução de água bruta na antecâmara, enquanto a aplicação de cloro será realizada através de 2 difusores localizados na curva da décima terceira chicana de cada câmara, conforme desenhos em anexo.

Foram previstos dois drenos em cada câmara de pré-oxidação para drenagem e limpeza.

É importante destacar que após a unidade de pré-oxidação será efetuada a aplicação de CAP para adsorção de compostos orgânicos. A aplicação será efetuada através de meia cana no canal que veicula a água pré-oxidada à unidade de mistura rápida.

3.2 UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA

Atualmente, cada ETA conta com uma unidade de mistura rápida hidráulica composta vertedor Parshall, nas quais os produtos químicos são aplicados em sua garganta e misturados por meio de ressalto hidráulico.

Para a reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz, foi prevista a desativação das unidades de mistura rápida existentes e a construção de uma única unidade de mistura rápida mecanizada para atender as duas ETAs.

Esta configuração apresenta as seguintes vantagens:

- variação do gradiente médio de velocidade na mistura em função da qualidade da água afluyente;
- redução da flotação de flocos, uma vez que a agitação mais vigorosa é realizada na parte submersa da unidade, evitando a inserção de ar na interface ar-água durante a mistura e a formação de material flotado por meio da agregação de ar;
- maior facilidade operacional, uma vez que a coagulação ocorre na unidade única para as duas ETAs.

A configuração da unidade de mistura rápida escolhida é composta por duas unidades em série, com tempo de detenção hidráulico total de 10 segundos e misturadores mecanizados do tipo turbina.

As câmaras de mistura rápida terão as seguintes dimensões:

- Largura: 1,50 m;
- Comprimento: 1,50 m;
- Altura útil: 2,25 m.

As turbinas especificadas para esta unidade terão as seguintes características:

- Diâmetro: 0,70 m;
- 6 paletas planas de 0,175 m x 0,140 m;
- Rotação do motor: 120 rpm.

O sistema de aplicação de coagulante para a nova unidade de mistura rápida será composto por um injetor submerso. O injetor submerso deverá ser instalado próximo a região de maior

agitação na primeira câmara da unidade de mistura rápida. Esta região é localizada a 10 cm das hélices da turbina.

A aplicação de cal hidratada para ajuste do pH de coagulação será efetuada através de meia cana. Como alguns estudos indicam que a aplicação deste produto a jusante da unidade de mistura rápida concorre para a redução da flotação de flocos, foram previstas duas meias-canas, uma para aplicação a montante e outra para aplicação a jusante da unidade de mistura rápida.

3.3 DIVISÃO DE VAZÃO

Após a mistura rápida mecanizada, a água coagulada seguirá por um canal e a vazão total será dividida por meio de três vertedores com perfil Creager. A utilização de vertedores com perfil Creager foi definida para promover a divisão equitativa de vazão, para a condição projetada, e para garantir que a lâmina de água fique aderida a parede do vertedor, reduzindo a inserção de ar.

Os três vertedores promoverão a divisão de vazão entre as duas ETAs e a divisão de vazão entre os dois módulos de floculação/decantação da ETA 1, uma vez que dois vertedores irão alimentar a ETA 1 (um vertedor para cada módulo) e um irá alimentar a ETA 2.

Esta configuração foi adotada em função de duas condições:

- a existência de diversas tubulações entre as ETAs Luiz de Queiroz e do canal Boyles dificulta a mobilidade entre as ETAs, e a implantação de duas tubulações para alimentação da ETA 2, uma para atender cada módulo;
- as unidades de tratamento da ETA 1 estão integradas ao prédio principal, condição que limita a implantação de vertedores próximos aos módulos e acarreta maior tempo de paralisação para reforma desta ETA.

Desta forma, serão dois vertedores com largura útil de 1,375 m para alimentar os módulos da ETA 1 e um vertedor com largura 2,25 m para alimentar a ETA 2, que proporcionarão para a vazão total afluente às ETAs de 1000 L/s, o encaminhamento de 550 L/s para a ETA 1 e de 450 L/s para a ETA 2.

Após a passagem pelos vertedores, a água coagulada será veiculada para a ETA 2 por tubulação de DN 700 e para os módulos de floculação/decantação da ETA 1 por tubulações individuais DN 500, conforme desenhos em anexo. As tubulações de veiculação de água coagulada serão providas de válvula borboleta modulante com comando eletromecânico, que permitirão tanto

a paralisação da veiculação de água coagulada, como o ajuste de nível nas câmaras após os vertedores visando evitar/reduzir a introdução de ar.

Ressalta-se que a divisão de vazão entre os dois módulos de floculação/decantação da ETA 2 será efetuada através de vertedores instalados entre as unidades de floculação de cada módulo desta ETA, conforme desenhos em anexo.

3.4 MÓDULOS DE FLOCULAÇÃO/DECANTAÇÃO

Atualmente, cada ETA possui dois módulos de floculação/decantação compostos por uma unidade de floculação com duas câmaras em série e uma unidade de decantação convencional.

A reforma dos módulos das ETAs Luiz de Queiroz foi concebida de forma que o número de módulos permanecerá o mesmo, dois módulos por ETA, porém estes passarão a ser compostos por uma unidade de floculação com quatro câmaras em série e uma unidade de decantação de alta taxa provida de duas câmaras em paralelo, conforme esquema apresentado na Figura 3.1 e desenhos em anexo.

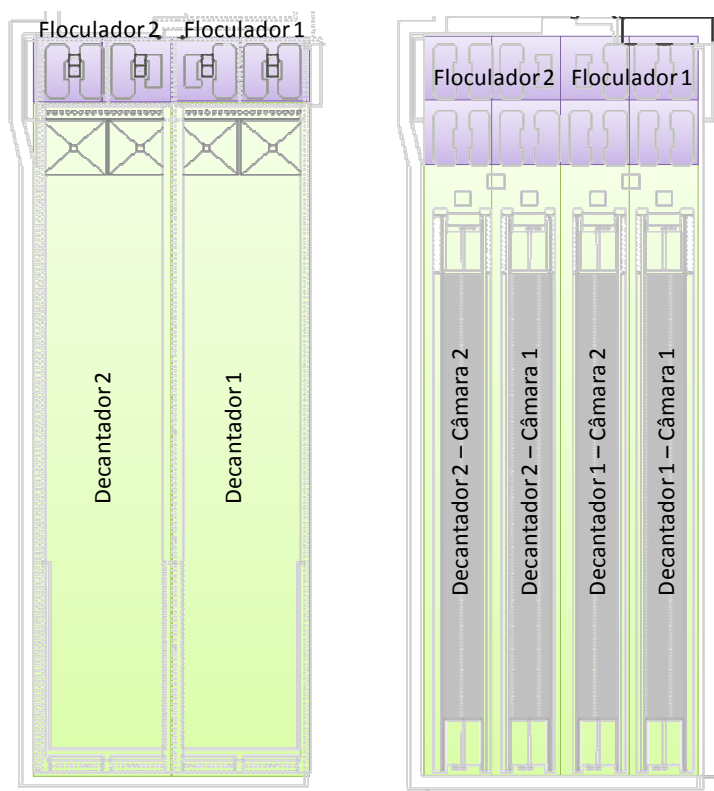


Figura 3.1 - Esquema dos módulos de floculação/decantação das ETAs Luiz de Queiroz antes e após a reforma

A seguir são apresentadas as intervenções propostas para a reforma das unidades de floculação e de decantação. Ressalta-se que as intervenções serão similares para as unidades das duas ETAs, porém algumas características irão diferir de uma ETA para outra em função das diferentes dimensões dos módulos.

3.4.1 Unidades de floculação

Na concepção de reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz foi prevista a construção de duas câmaras adicionais em cada unidade de floculação, de modo que as unidades passarão a ter quatro câmaras de floculação em série.

As novas câmaras de floculação terão características similares às das câmaras existentes em cada módulo, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Dimensões das unidades de floculação após a reforma

Dimensões	ETA 1				ETA 2			
	Módulo de floculação/decantação 1		Módulo de floculação/decantação 2		Módulo de floculação/decantação 1		Módulo de floculação/decantação 2	
	Câmaras 1 e 2	Câmaras 3 e 4 (novas)	Câmaras 5 e 6	Câmaras 7 e 8 (novas)	Câmaras 1 e 2	Câmaras 3 e 4 (novas)	Câmaras 5 e 6	Câmaras 7 e 8 (novas)
Comprimento (m)	4,90				4,90	5,10	5,10	4,90
Largura (m)	4,93	4,83	4,90	4,83	4,95	4,90	4,90	4,95
Altura (m)	4,25				4,40			

Na Tabela 3.2 são apresentados os tempos teóricos de floculação após a reforma das unidades de floculação, considerando vazão de 550 L/s na ETA 1 e 450 L/s na ETA 2.

Tabela 3.2 - Tempo teórico de floculação após a reforma das unidades

ETA	Módulo de floculação/decantação	Tempo teórico de floculação (min)
1	1	23,5
	2	23,5
2	1	23,9
	2	23,9

Com base nos resultados obtidos nos estudos de tratabilidade, considera-se importante que sejam instalados agitadores mecânicos para otimizar a etapa de floculação. Na primeira câmara de

floculação de cada unidade deverá ser instalado agitador do tipo turbina, enquanto nas demais deverão ser instalados agitadores de paletas verticais paralelas ao eixo.

Os agitadores do tipo turbina terão diâmetro do rotor de 1,20 m e os agitadores do tipo paletas paralelos ao eixo vertical terão diâmetro do rotor de 4,00 m, 4 braços com 3 paletas cada e paletas com 3,20 m de comprimento e 0,20 m de largura.

Após a flocculação, a água flocculada será encaminhada para as unidades de decantação por dois canais frontais.

3.4.2 Unidades de decantação

As unidades de decantação existentes, do tipo convencional, passarão a operar com alta taxa (com módulos tubulares). Para a reforma destas unidades foram previstas:

- alterações no encaminhamento e distribuição da água flocculada;
- instalação de módulos tubulares;
- remoção mecanizada de lodo;
- alterações na coleta de água decantada.

O encaminhamento da água flocculada aos decantadores será efetuado por dois canais frontais providos de aberturas posicionadas para promover a divisão de equitativa da vazão entre as câmaras dos decantadores e entre os canais de distribuição de água flocculada de cada câmara. Ressalta-se que foram previstas comportas tipo *stop-log* para o fechamento das aberturas do primeiro canal, de modo que na ocasião de limpeza/manutenção dos decantadores, poderá ser paralisada uma câmara de flocculação por vez.

Os canais de distribuição de água flocculada possuem duas partes, uma inferior apenas para veiculação de água flocculada até o centro da parte superior, na qual estão previstos os orifícios de distribuição. Como as unidades de decantação são compridas e estreitas, esta configuração possibilitará melhor distribuição da água flocculada.

Para que a distribuição de água flocculada seja homogênea ao longo do decantador, a parte superior do canal de distribuição terá seção variável com dimensões no centro (início da distribuição) de 0,70 x 0,90 m² e nas extremidades (fim da distribuição) com 0,20 x 0,20 m². Na Tabela 3.3 são apresentadas as características dos canais de distribuição de água flocculada.

Tabela 3.3 - Dimensões dos canais de distribuição de água floculada

Características	ETA 1	ETA 2	
	Módulos de floculação/decantação 1 e 2	Módulo de floculação/decantação 1	Módulo de floculação/decantação 2
Altura (m)	0,90	0,90	0,90
Largura (m)	0,70	0,70	0,70
Comprimento total - parte inferior (m)	23,71	18,50	21,35
Comprimento total - parte superior (m)	33,70	23,40	29,10
Número de orifícios	54	40	48

Na Tabela 3.4 estão apresentadas as características das unidades de decantação após a reforma.

Tabela 3.4 - Dimensões das unidades de decantação após a reforma

Características	ETA 1	ETA 2	
	Módulos de floculação/decantação 1 e 2	Módulo de floculação/decantação 1	Módulo de floculação/decantação 2
Altura (m)	4,30	5,30	4,90
Largura total (m)	10,00	10,30	10,00
Largura de cada câmara (m)	4,80	4,95	4,80
Comprimento total (m)	42,60	32,30	38,0
Seção de escoamento (m ²)	101,5	73,7	87,3
Taxa virtual de escoamento (m ³ /m ² .d)*	117,4	135,3	113,3

* considerando vazão da ETA 1 de 550 L/s e da ETA 2 de 450 L/s.

Visando que as unidades de decantação operem com velocidade de sedimentação de aproximadamente 0,80 m/min, para os decantadores dos módulos de floculação/decantação da ETA 1 e do módulo 2 da ETA 2 foram previstos módulos tubulares de 1,00 m. Para o decantador do módulo 1 da ETA 2 foram previstos módulos de 1,20 m. Os módulos deverão ser instalados com ângulo de inclinação 60° com a horizontal.

As calhas de coleta de água decantada existentes serão removidas e serão construídas novas calhas de coleta providas de vertedores retangulares. Serão duas calhas de coleta de água decantada

por unidade de decantação, localizadas acima dos canais de distribuição de água floculada. Na Tabela 3.5 são apresentadas as características das calhas nos decantadores dos diferentes módulos.

Tabela 3.5 - Características das calhas de coleta de água decantada

Características	ETA 1	ETA 2	
	Módulos de floculação/decantação 1 e 2	Módulo de floculação/decantação 1	Módulo de floculação/decantação 2
Altura (m)	0,50	0,50	0,50
Largura (m)	0,70	0,70	0,70
Comprimento do trecho de coleta (m)	33,70	23,40	29,10
Comprimento total (m)	38,03	27,65	33,40
Número de vertedores	225	156	194
Espaçamento entre vertedores (m)	0,05	0,05	0,05

As calhas de coleta de água decantada descarregarão diretamente no canal comum de alimentação dos filtros.

A remoção do lodo do decantador será efetuada por removedor de lodo à sucção da Wasserlink ou equivalente técnico. Para isto, o fundo do decantador será nivelado. Serão usados dois removedores por decantador de 2,70 m de largura e vazão de 1 L/s.m de largura do aparelho. Para que os removedores tenham as mesmas dimensões, serão realizados enchimentos laterais de tamanhos diferentes, uma vez que as unidades de decantação possuem larguras diferentes.

No início de cada unidade de decantação foi previsto um sistema para remoção de material flotado, e no final de cada decantador será instalado um dreno DN 150 para esvaziamento das unidades para limpeza e/ou manutenção. Além disso, cada canal de distribuição de água floculada também será provido de dreno DN 150. Os resíduos provenientes dos removedores de lodo e dos drenos serão descarregados em um canal de descarga e deverão ser encaminhados ao sistema de tratamento dos resíduos gerados nas ETAs.

3.5 UNIDADES DE FILTRAÇÃO

As principais intervenções previstas para a reforma das unidades de filtração existentes foram:

- substituição do meio filtrante;

- alteração do método de lavagem dos filtros, com implantação da lavagem com ar e a adequação da lavagem com água;
- substituição das crepinas e adequação do fundo dos filtros;
- modificação da entrada de água decantada nos filtros;
- substituição dos comandos das válvulas e comportas existentes por comandos eletromecânicos.

O meio filtrante deverá ser substituído por um de dupla camada, com 0,50 m de antracito e 0,20 m de areia, com granulometria conforme Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Características granulométricas da areia e do antracito

Características granulométricas	Areia	Antracito
Tamanho do menor grão (mm)	0,34	0,84
Tamanho do maior grão (mm)	1,19	1,68
Tamanho efetivo – D10 (mm)	0,45 a 0,50	0,90 a 1,00
Tamanho correspondente a passagem de 60% - D60 (mm)	0,65 a 0,75	1,30 a 1,40
Tamanho equivalente – D90 (mm)	0,8 a 0,9	1,55 a 1,65
Coefficiente de desuniformidade	1,50 a 1,60	1,40 a 1,45
Coefficiente de esfericidade	0,75 a 0,80	0,65 a 0,70

A lavagem dos filtros deverá ser efetuada com aplicação de ar com taxa de 15 L/s.m² durante 3 minutos, seguida de aplicação de água no sentido ascensional com velocidade de aproximadamente 0,70 m/min.

O reservatório enterrado localizado no prédio principal da ETA 1 passará a ser utilizado para a lavagem dos filtros. Como este reservatório é abastecido com água filtrada da ETA 1, durante a reforma desta ETA, foi previsto o abastecimento deste reservatório com água tratada proveniente do reservatório elevado existente. Após a reforma, o reservatório de água para lavagem dos filtros será abastecido com água filtrada da ETA 1 proveniente da derivação na caixa do vertedor geral de água filtrada desta ETA.

Será implantada uma caixa de passagem para garantir que todos os filtros das ETAs sejam lavados com a mesma vazão e, conseqüentemente, mesma velocidade ascensional para os filtros com as mesmas dimensões. Serão instaladas duas bombas centrífugas para recalque de água para

lavagem (1 reserva) do reservatório enterrado à caixa de passagem que será interligada à tubulação existente de veiculação de água para lavagem dos filtros das ETAs 1 e 2.

Além das intervenções supracitadas, será feita a mudança do local da entrada de água decantada nos filtros, que passará a ser feita no canal de descarga e não diretamente em uma calha. Para tanto, a comporta existente de 0,50 x 0,50 m será removida, a abertura da comporta será fechada e será instalada uma tubulação DN 600 provida de válvula para entrada de água decantada no canal de descarga, conforme desenhos em anexo.

3.6 UNIDADE DE DESINFECÇÃO COM UV

Para garantir a qualidade microbiológica da água tratada nas ETAs, deverá ser instalado um sistema de desinfecção com aplicação de UV na água filtrada de ambas as ETAs, antes da desinfecção final na câmara desinfecção/reservatório de distribuição existente.

Como a carga hidráulica disponível para instalação do sistema de UV é pequena e as sondagens efetuadas na área da ETA indicam que o solo possui rocha próxima a superfície, foi proposta a instalação de sistema de UV em canal com escoamento livre e módulos de lâmpadas com inclinação de 45°, conforme esquema e foto apresentados Figura 3.2.

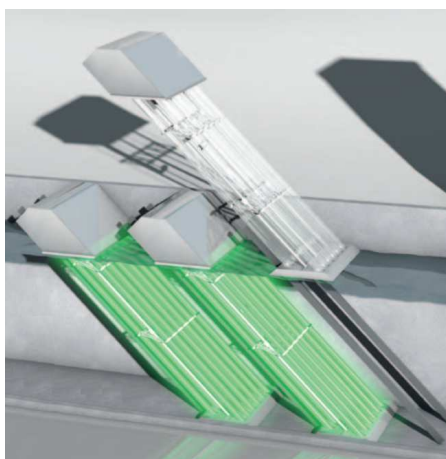


Figura 3.2 - Esquema e foto de sistema de UV em canal com módulo de lâmpada com inclinação de 45°

O sistema de UV em canal com escoamento livre apresenta baixa perda de carga e os módulos de lâmpadas com inclinação de 45° permitem reduzir a profundidade do canal, ao mesmo tempo que mantém uma pequena área de ocupação.

A desinfecção com UV será efetuada a montante da desinfecção com cloro. Para tanto, foi prevista a instalação do sistema de UV na área próxima à chegada de água filtrada na câmara de desinfecção e o desvio das duas tubulações de veiculação de água filtrada para o sistema de UV. Após a desinfecção com UV, a água filtrada será veiculada por tubulação de aço DN 1100 à câmara de desinfecção, localizada no início do reservatório de distribuição.

Ressalta-se que para obtenção da desinfecção desejada (99,9 % de inativação de *cryptosporidium*), o sistema UV deverá utilizar lâmpadas de 600 W com transmitância mínima de UV de 84 %.

3.7 INSTALAÇÕES DE PRODUTOS QUÍMICOS

Conforme verificado no item 2.1.3, são utilizados os seguintes produtos químicos nas ETAs Luiz de Queiroz: cloro, CAP, cal hidratada, PAC e ácido fluossilícico. Além destes produtos, foi prevista a utilização de dióxido de cloro na pré-oxidação da água bruta.

As instalações existentes de armazenamento, preparo e dosagem dos produtos químicos foram avaliadas considerando a vazão de projeto de 1000 L/s, as dosagens dos mesmos (Tabela 2.4) e o tempo de funcionamento das ETAs de 24 horas por dia.

Na Tabela 3.7 é apresentado um resumo das intervenções propostas para os produtos químicos e na Figura 3.3 é apresentado uma esquema das aplicações de produtos químicos ao longo do tratamento nas ETAs Luiz de Queiroz após a reforma.

Tabela 3.7 - Resumo das intervenções propostas para os produtos químicos

Produtos químicos	Intervenções
Dióxido de cloro	Construção de edificação para a instalação do gerador de dióxido de cloro Instalação de 1 tanque de Purate e 1 tanque de ácido sulfúrico Aplicação de dióxido de cloro na chegada de água bruta na unidade de pré-oxidação
Cloro	Construção de edificação para ampliar a capacidade de armazenamento de cloro Substituição dos equipamentos existentes (evaporador, cloradores, injetores e bombas de água de processo) Instalação de três linhas para a pré-oxidação (1 reserva) Instalação de duas linhas para a desinfecção (1 reserva) Aplicação de cloro para pré-oxidação através de 2 difusores na unidade de pré-oxidação Aplicação de cloro para desinfecção através de 1 difusor na chegada de água na câmara de contato
Carvão ativado pulverizado	Desativação da estrutura existente de armazenamento, preparo e dosagem Construção de uma nova instalação de CAP com: silo para armazenamento e preparo, edificação para dosagem provida de tanques bombas dosadoras Aplicação por meia cana após a câmara de pré-oxidação
PAC	Instalação de 2 novos tanques de 60 m ³ Instalação de novas bombas dosadoras peristálticas Aplicação na nova unidade de mistura rápida mecanizada
Cal hidratada	Desativação da estrutura existente de armazenamento, preparo e dosagem localizada no edifício principal, pertencente à ETA 1 Manutenção da nova instalação existente para estabilização final da água tratada Construção de uma nova instalação de cal para ajuste do pH de coagulação com: silo para armazenamento e preparo, edificação para dosagem provida de tanques bombas dosadoras Aplicação para ajuste do pH de coagulação por meia cana após a câmara de pré-oxidação Aplicação para estabilização final da água tratada por meia cana após a câmara de contato da desinfecção
Ácido fluossilícico	Desativação da estrutura existente de armazenamento e realocação das bombas dosadoras Construção da nova instalação de ácido fluossilícico com tanque de armazenamento edificação para dosagem Aplicação para estabilização final da água tratada por injetor na chegada de água filtrada na câmara de contato da desinfecção

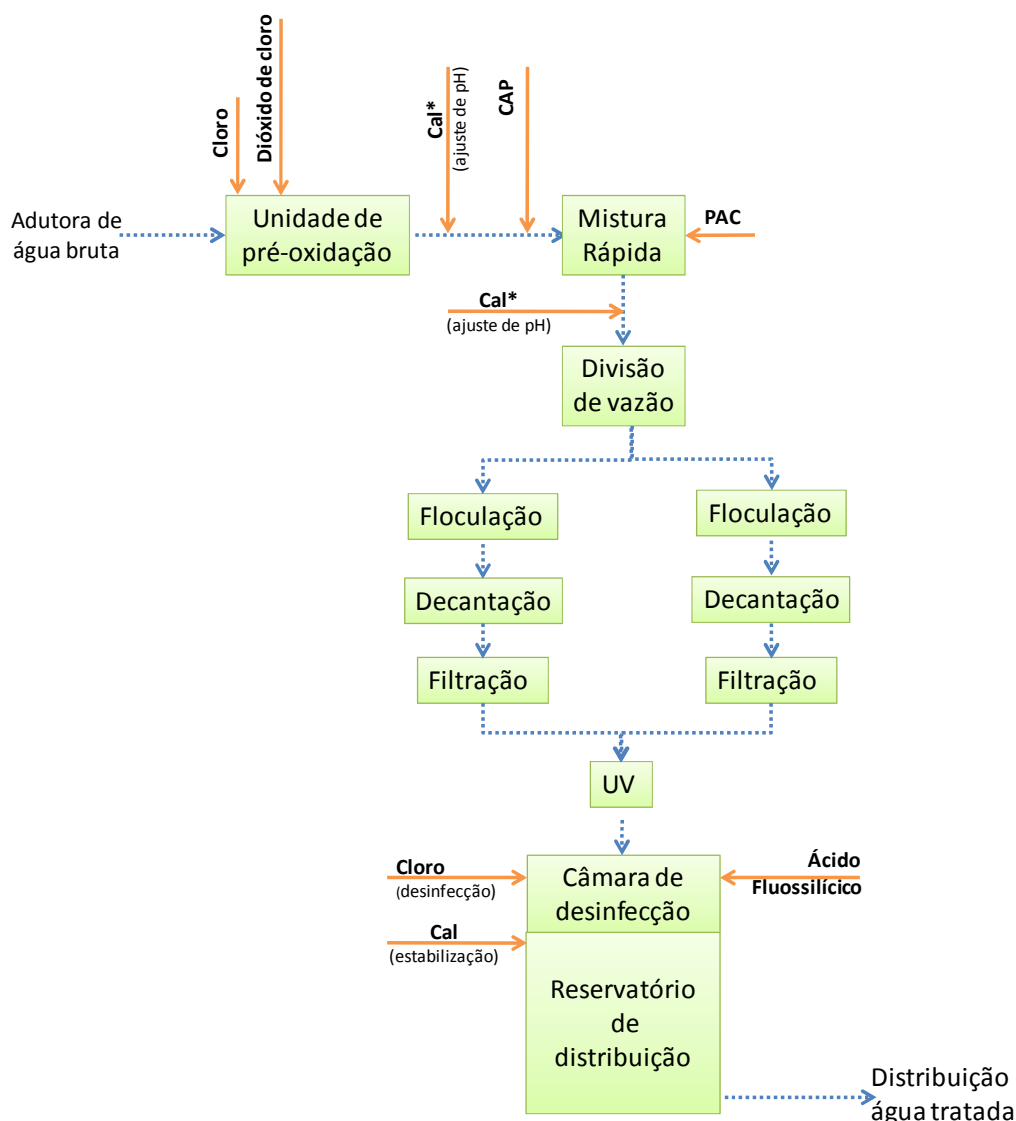


Figura 3.3 – Esquema das aplicações de produtos químicos ao longo do tratamento nas ETAs Luiz de Queiroz após a reforma

3.7.1 Dióxido de Cloro

Foi considerado o uso do dióxido de cloro na pré-oxidação da água bruta afluyente às ETAs Luiz de Queiroz para aumentar a eficiência de inativação de patogênicos, visto que este oxidante é mais eficiente que o cloro, principalmente em relação aos protozoários. Além do mais, a aplicação deste oxidante, antes da aplicação do cloro nas etapas de pré e/ou pós-cloração, reduzirá a formação de subprodutos orgânicos halogenados, dentre os quais os trialometanos e os ácidos haloacéticos são as classes regulamentadas na Portaria 2914/2011.

O sistema de geração de dióxido de cloro que poderá ser instalado é o de tecnologia SVP – Purate, que consiste na formação de dióxido de cloro através da reação entre ácido sulfúrico (78%) e purate (solução de clorato de sódio e peróxido de hidrogênio). O sistema deverá ser composto por:

- gerador de dióxido de cloro;
- tanque de armazenamento de Purate;
- tanque de armazenamento de ácido sulfúrico;
- bacias de contenção individualizadas;
- bombas de transferência para cada produto químico;
- bombas *booster* de água de processo para geração da solução;
- painéis de força e comando.

A partir das dosagens mínima e máxima de 2,7 mg/L e 5,0 mg/L de dióxido de cloro, obteve-se o consumo diário dos produtos químicos utilizados (Tabela 3.8). O purate e o ácido sulfúrico serão armazenados em tanques de 20 m³, para o atendimento de 15,6 dias e 14,1 dias, respectivamente. O transporte dos insumos necessários para obtenção do dióxido de cloro leva em torno de 5 dias úteis para chegar à estação, desta forma, indica-se um volume de armazenamento maior que o indicado pela legislação.

Tabela 3.8 – Consumo de dióxido de cloro

Vazão total ETAs 1 e 2 (L/s)	Produto Químico	Consumo diário (kg/dia)		Consumo mensal (t/mês)	
		mín	máx	mín	máx
450	Purate	435,7	806,8	13,1	24,2
	Ác. Sulfúrico	603,6	1117,8	18,1	33,5
	Dióxido	105,0	194,4	3,1	5,8
1000	Purate	968,1	1792,8	29,0	53,8
	Ác. Sulfúrico	1341,4	2484,0	40,2	74,5
	Dióxido	233,3	432,0	7,0	13,0

O gerador de dióxido de cloro deverá ser localizado entre os dois tanques de armazenamento de ácido sulfúrico e Purate e será protegido em abrigo. Além disso, o preparo deste composto é controlado eletronicamente pelo painel de controle da estação.

É importante ressaltar que o SEMAE poderá optar por outro sistema de geração de dióxido de cloro, desde que seja garantido o atendimento das dosagens fixadas sem que haja formação de clorito acima de 1,0 ml/L.

3.7.2 Cloro

O cloro continuará sendo aplicado nas ETAs Luiz de Queiros para a pré-oxidação da água bruta e para desinfecção da água tratada. Para tanto foi prevista a ampliação da capacidade de armazenamento e substituição dos equipamentos de preparo da solução e dosagem.

O produto comercial será adquirido em cilindros metálicos de 900 kg, que serão descarregados e manuseados através de monovia no local de armazenamento.

O sistema de cloração existente será reformado de modo que será composto basicamente por:

- armazenamento de 53 cilindros de cloro gasoso;
- 5 cloradores automáticos;
- 5 injetores de água para obtenção da solução de cloro;
- 4 bombas de água de processo;
- dois sistemas de lavagem de gás (1 existente e 1 novo a ser instalado);
- sistema de detecção de vazamento de gás cloro.

Considerando as dosagens mínimas e máximas de cloro pré-estabelecidas de 10 mg/L e 50 mg/L na pré-oxidação, e de 5 mg/L e 1 mg/L na desinfecção, apresenta-se na Tabela 3.9 o consumo estimado de cloro em função da vazão total aduzida.

Tabela 3.9 - Consumos de Cloro (produto comercial)

Etapa	Vazão total ETAs 1 e 2 (L/s)	Consumo diário (kg/dia)		Consumo mensal (t/mês)	
		mín	máx	mín	máx
Pré-oxidação	450	388,8	1944,0	11,7	58,3
	1000	864,0	4320,0	25,9	129,6
Desinfecção	450	38,9	194,4	1,2	5,8
	1000	86,4	432,0	2,6	13,0

A aplicação de cloro tanto para a pré-oxidação quanto para a desinfecção será efetuada através de difusores.

3.7.3 Carvão ativado pulverizado – CAP

O CAP continuará a ser utilizado nas ETAs Luiz de Queiroz para adsorção de compostos orgânicos. Foi prevista a substituição do atual sistema de armazenamento em sacos, por dois silos dotados de balança e tanque para preparo automático da suspensão, cada silo com capacidade de 80 m³, ou seja, aproximadamente 34 t.

O transporte do produto será feito por caminhões graneleiros e os silos deverão ser instalados próximo à unidade de pré-oxidação. Para a transferência do CAP, os caminhões deverão ser equipados com compressor de ar, que fará a introdução de ar no sistema, proporcionando a pressão para arraste do carvão, forçando sua saída do caminhão.

Para o preparo da suspensão, o carvão será pesado na balança e enviado para o tanque de preparo com capacidade de 10 m³ e provido de agitador. Após o tanque de preparo, a suspensão será veiculada por gravidade aos dois tanques dosagem providos de agitador lento, que deverão permanecer ligados durante a dosagem para garantir a homogeneidade da suspensão, e de entrada de água de processo para diluição da suspensão, se necessário. Para dosagem da suspensão de CAP, foram previstas bombas helicoidais.

As instalações existentes para armazenamento e preparo de CAP, localizadas no terceiro pavimento do prédio principal da ETA 1, deverão ser mantidas, a fim de atender situações de emergência.

A aplicação de CAP deverá ser realizada a jusante da pré-oxidação e a montante da aplicação de coagulante.

Considerando a dosagem mínima e máxima pré-estabelecidas, de 10 mg/L e 75 mg/L, foram estimados os consumos de CAP, conforme mostrado na Tabela 3.10. Para o consumo máximo previsto, os silos terão capacidade para atender no mínimo 10 dias.

Tabela 3.10 – Consumos de CAP

Vazão total ETAs 1 e 2 (L/s)	Consumo diário (kg/dia)		Consumo mensal (t/mês)	
	mín.	máx.	mín.	máx.
450	388,8	2916,0	11,7	87,5
1000	864,0	6480,0	25,9	194,4

3.7.4 Cal Hidratada

Recentemente, foi instalado um silo de 80 m³ para armazenamento de cal hidratada nas ETAs Luiz de Queiroz. Este será o principal sistema utilizado, em detrimento do armazenamento em sacos. No entanto, as instalações do terceiro andar do prédio principal da ETA 1 deverão ser mantidas e reformadas para atender situações emergenciais.

A cal deverá ser aplicada a jusante da pré-oxidação e a montante da mistura rápida, após a aplicação de CAP. E em seguida, será adicionada à água tratada, após a fluoração, para ajuste de pH da água a ser distribuída.

Considerando as dosagens pré-estabelecidas para aplicação de cal hidratada de 6 mg/L e 50 mg/L no ajuste do pH de coagulação, e de 2,4 mg/L e 10 mg/L na estabilização final da água tratada, foram estimados os consumos do produto em função da vazão total, conforme mostrado na Tabela 3.11. Para o consumo máximo, previu-se o volume necessário para atender a demanda de cal por 10 dias. Assim, será necessária a instalação de um novo silo de 80 m³ próximo à mistura rápida, com uma nova estrutura direcionada ao ajuste do pH de coagulação. A estrutura de cal existente será direcionada apenas para a estabilização final da água tratada.

Desta forma, o período de atendimento na coagulação será de 10,4 dias, enquanto que para a estabilização final da água, este período será de 51,9 dias, caso o silo seja operado com o volume total.

Tabela 3.11 – Consumos de cal hidratada

Etapa	Vazão total ETAs 1 e 2 (L/s)	Consumo diário (kg/dia)		Consumo mensal (t/mês)	
		mín	máx	mín	máx
Coagulação	450	233,3	1944,0	7,0	58,3
	1000	518,4	4320,0	15,6	129,6
Estabilização	450	93,3	388,8	2,8	11,7
	1000	207,4	864,0	6,2	25,9

3.7.5 PAC

Considerando as dosagens determinadas no estudo de tratabilidade, de 100 mg/L e 400 mg/L de PAC, foram estimados os consumos deste produto, apresentados na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 – Consumos de PAC (10,2% de Al_2O_3)

Vazão total ETAs 1 e 2 (L/s)	Consumo diário (kg/dia)		Consumo mensal (t/mês)	
	mín.	máx.	mín.	máx.
450	3888	15552	116,6	466,6
1000	8640	34560	259,2	1036,8

Os tanques de armazenamento existentes, que totalizam o volume de 150 m³, não serão suficientes para atender as demandas de PAC exercidas pela vazão de 1000 L/s. Dessa forma, foi prevista a instalação de dois novos tanques com capacidade de 60 m³ cada, próximos aos tanques já existentes. Nessa configuração, o sistema terá capacidade de atender 10 dias para o consumo máximo previsto.

Para a dosagem do produto comercial, deverão ser utilizadas duas bombas peristálticas (1 reserva), que deverão ser instaladas no abrigo existente de bombas dosadoras de PAC. A aplicação será efetuada na primeira câmara da nova unidade de mistura rápida através de injetor submerso, que deverá ser posicionado próximo ao agitador do tipo turbina, na primeira câmara da unidade de mistura rápida, próximo às hélices do agitador.

3.7.6 Ácido Fluossilícico

Deverá ser implantado uma nova instalação para o ácido fluossilícico, uma vez que o tanque de armazenamento deverá ser realocado para a construção das novas unidades de pré-oxidação, mistura rápida e divisão de vazão, e o sistema de dosagem deverá ser realocado em função da instalação das bombas de recalque de água para lavagem dos filtros.

A nova instalação deverá ser construída ao lado do reservatório de distribuição de água tratada e da instalação existente de cal hidratada. A solução será adquirida em caminhão tanque provido de bomba de transferência e armazenada no tanque realocado com capacidade útil de 12 m³.

Foi previsto o uso das bombas dosadoras existente para a dosagem da solução comercial de ácido fluossilícico.

Com base nas dosagens de íon fluoreto pré-determinadas de 0,7 mg/L e 1,0 mg/L (dosagens normativas) e na vazão total aduzida às ETAs Luiz de Queiroz, foi estimado o consumo de ácido fluossilícico após a reforma, conforme apresentado na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Consumo de ácido fluossilícico (produto comercial líquido)

Vazão total ETAs 1 e 2 (L/s)	Consumo diário (kg/dia)		Consumo mensal (t/mês)	
	mín.	máx.	mín.	máx.
450	171,9	245,5	5,2	7,4
1000	381,9	545,6	11,5	16,4

4 ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NAS ETAS LUIZ DE QUEIROZ

Na Figura 4.1 estão apresentadas as alternativas para tratamentos dos resíduos gerados na lavagem dos filtros e nas descargas de decantadores com remoção de lodo hidráulica ou mecanizada.

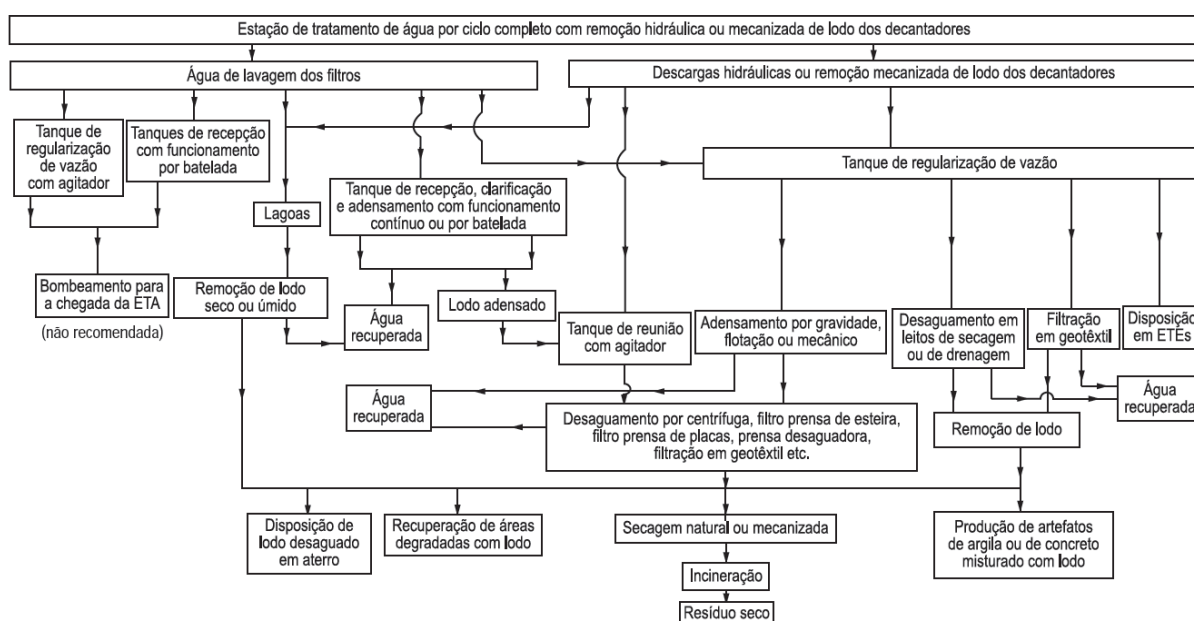


Figura 4.1 - Fluxograma das alternativas para tratamento dos resíduos de ETAs de ciclo completo com remoção hidráulica ou mecanizada de lodo dos decantadores (DI BERNARDO, DANTAS & VOLTAN, 2012)

Considerando que ALF represente a água de lavagem dos filtros e DD os resíduos de descarga de decantadores, as alternativas apresentadas no fluxograma podem ser resumidas da seguinte forma:

- Encaminhamento da ALF e da DD para lagoas: o lodo seco ou úmido removido por ocasião da limpeza de uma lagoa pode ser enviado a aterro específico, para recuperação de áreas degradadas, para secagem natural ou mecanizada ou para instalações de produção de artefatos de cimento e areia ou de argila (blocos de cimento, guias de sarjeta, blocos cerâmicos, tijolos, telhas etc.);
- Recepção, clarificação e adensamento da ALF: a água clarificada é conduzida para a câmara de chegada de água bruta da ETA e o sedimento encaminhado para um tanque provido de agitador, onde é reunido com as DD; dependendo da concentração de SST na

mistura, esse resíduo pode ser desaguado em centrífugas, filtro prensa de placas, filtro prensa de esteira, prensa desaguadora, filtração em geotêxtil etc.; a água recuperada pode ser recirculada para a câmara de chegada da ETA; o lodo desaguado pode ser enviado para aterro específico, para recuperação de áreas degradadas, para secagem natural ou mecanizada ou para instalações de produção de artefatos de cimento e areia ou de argila (blocos de cimento, guias de sarjeta, blocos cerâmicos, tijolos, telhas etc.);

- Tanque de recepção provido de agitador para regularização de vazão da ALF e DD: deste tanque, os resíduos podem: i) ser adensados em unidades por gravidade ou por flotação ou em unidades mecânicas, resultando lodo adensado e água; a água pode ser recirculada para a câmara de chegada da ETA e o lodo adensado ser desaguado em centrífugas, filtro prensa de placas, filtro prensa de esteira, prensa desaguadora, filtrado em geotêxtil etc.; a água recuperada pode retornar à câmara de chegada de água bruta da ETA, enquanto o lodo desaguado pode ser disposto em aterro especial, ser usado para a recuperação de áreas degradadas, ser secado (natural ou mecanicamente) e incinerado ou ser usado para a produção de artefatos de cimento e de argila (fabricação de blocos de cimento, guias de sarjeta, telhas, tijolos, blocos cerâmicos etc.); ii) ser desaguados em leitos de secagem ou de drenagem ou ser filtrados em geotêxtil, resultando água recuperada e lodo, o qual pode ter os mesmos destinos indicados em (i); iii) ser dispostos em ETEs.

A seguir são apresentadas duas alternativas para o tratamento dos resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz, considerando a reforma e ampliação das ETAs e a limitada área disponível para implantação do mesmo.

Ressalta-se que, apesar dos resíduos gerados no tratamento em ETAs de ciclo completo com decantação serem originados, essencialmente, nas limpezas ou descargas dos decantadores e nas lavagens dos filtros, na ocasião de projeto deverá ser considerada a limpeza das demais unidades (pré-oxidação, mistura rápida, floculação, etc) para dimensionamento e operação do sistema de tratamento dos resíduos gerados.

4.1 Alternativa 1

Na Alternativa 1 foi previsto um sistema de tratamento composto pela regularização dos resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz e veiculação dos mesmos para uma das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do município.

Esta alternativa, além de promover a adequação ambiental necessária das ETAs, uma vez que atualmente os resíduos são lançados "in natura" no ambiente, possibilita simplificar e otimizar a logística de tratamento e destinação do lodo no município, por concentrar o tratamento dos resíduos gerados nas ETAs e na ETE em uma só unidade.

Para regularização dos resíduos gerados nas ETAs, recomenda-se um Tanque de Regularização de Vazão (TRV). Ressalta-se que a regularização da vazão dos resíduos gerados é fundamental para o envio dos resíduos à ETE, pois a geração de resíduos é intermitente (lavagem dos filtros e descargas dos decantadores) e varia em função da vazão e da qualidade da água bruta afluente às ETAs. Desta forma, grandes volumes de resíduos são gerados em curtos períodos, que se enviados diretamente à ETE poderão ultrapassar a capacidade de tratamento da mesma e/ou promover a variação significativa das condições de tratamento, comprometendo sua eficiência, inviabilizando esta alternativa.

Para garantir a homogeneização do resíduo no TRV e evitar que ocorra a sedimentação do lodo e deposição no fundo, este deverá ser provido misturador submerso com capacidade compatível com o volume e diâmetro do tanque.

Recomenda-se que no início da veiculação dos resíduos regularizados e homogeneizados à ETE seja efetuado a medição da vazão encaminhada. Além disso, destaca-se que para a implantação desta alternativa é fundamental um estudo do porte da ETE que irá receber os resíduos e possíveis impactos no tratamento, bem como avaliação da rede coletora de esgoto para a coleta deste resíduo.

4.2 Alternativa 2

Na Alternativa 2 foi previsto o tratamento dos resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz no local das ETAs 1 e 2, com adensamento e desaguamento dos resíduos para recuperação de água e obtenção do teor de sólidos necessário para destinação final do lodo em aterro sanitário.

Ressalta-se que, quando este tipo de sistema de tratamento dos resíduos é adequadamente projetado, implantado e operado, a água recuperada representa de 2 a 5 % do volume tratado e apresenta boa qualidade.

Nesta alternativa foi considerada tanto a separação dos resíduos gerados nas ETAs (Alternativa 2A) quanto a regularização a montante das etapas de tratamento (Alternativa 2B), conforme descrito a seguir.

4.2.1 Alternativa 2A

Conforme mencionado anteriormente, esta alternativa considera a separação dos resíduos para o tratamento, uma vez que, além de possibilitar a recuperação de água no sistema de tratamento dos resíduos, esta alternativa reduz o gasto de produtos químicos no desaguamento e adensamento.

A água de lavagem dos filtros, com concentração estimada de sólidos suspensos totais de 0,3 g SST/L, deverá ser veiculada até o Tanque de Clarificação de Água de Lavagem dos Filtros (TCALF). Esse tanque funcionará por batelada, recebendo o volume de uma lavagem de filtro por vez, e deverá ser dimensionado de modo que a duração do processo de clarificação e do bombeamento dos efluentes (lodo adensado e água clarificada) seja inferior ao menor intervalo entre lavagens. O lodo adensado no fundo do TCALF será bombeado ao Tanque de Recepção da Descarga dos Decantadores e Sedimento da Água de Lavagem dos Filtros (TRDD/SALF). A água clarificada será recalçada ao Tanque de Água Recuperada (TAR).

O TRDD/SALF receberá também as descargas dos decantadores, com concentração de sólidos suspensos totais estimada de 8 a 10 g SST/L. O resíduo acumulado no TRDD/SALF será bombeado diretamente às centrífugas, que desaguarão o lodo. A torta de lodo gerada deverá ter concentração mínima de sólidos de 20% e ser disposta em aterro sanitário.

A água recuperada no desaguamento será encaminhada por gravidade ao TAR e se juntará à água recuperada na clarificação. Do TAR, será bombeada para a antecâmara da unidade de pré-oxidação (unidade a ser construída).

Na Figura 4.2 é apresentado o esquema geral da Alternativa 2A para o tratamento dos resíduos gerados nas ETAs.

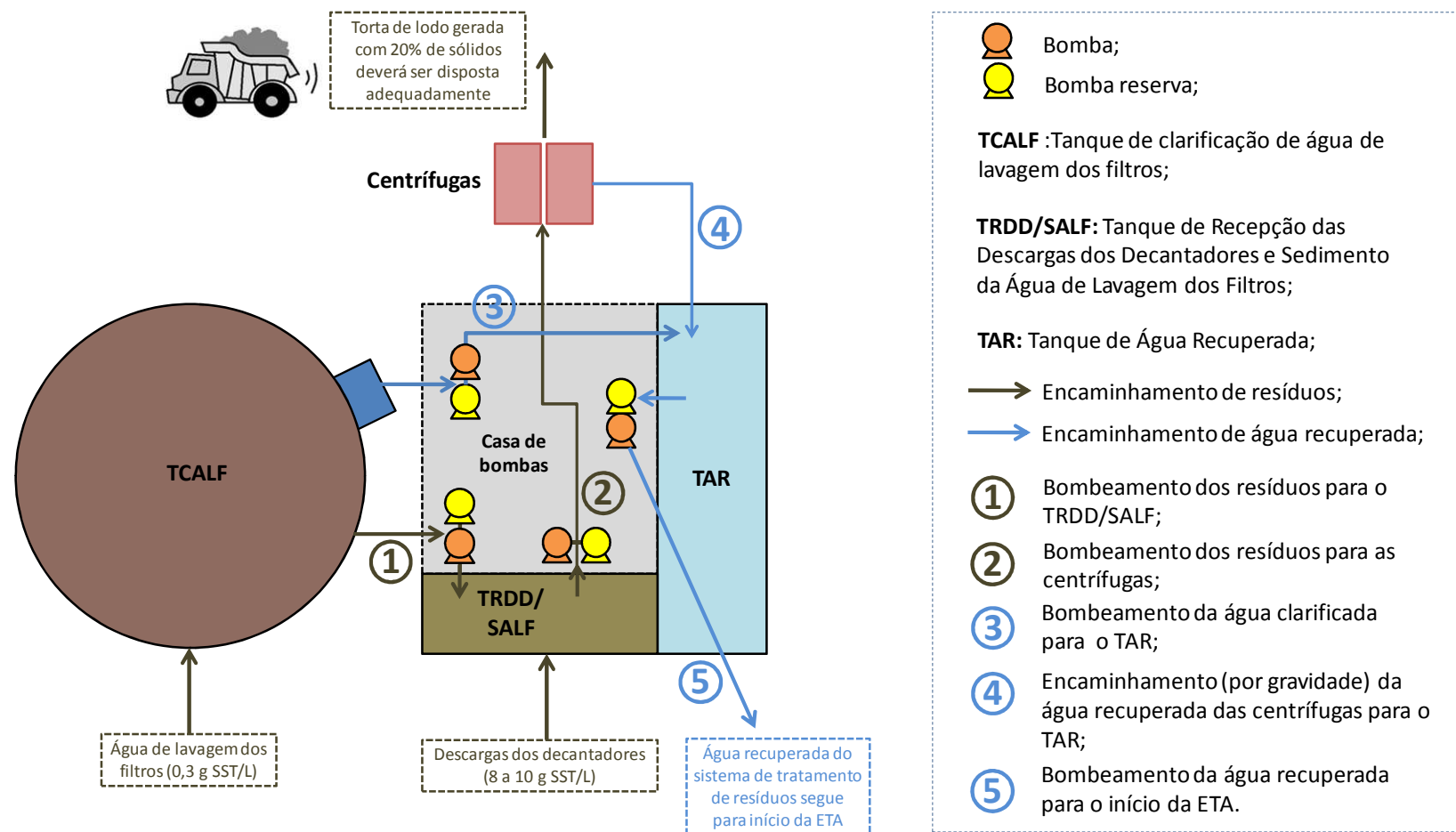


Figura 4.2 – Esquema do sistema de tratamento dos resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz - da alternativa 2A

4.2.2 Alternativa 2B

Nesta alternativa, os resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz serão regularizados antes do tratamento com adensamento e desaguamento mecânicos. Recomenda-se o adensamento do tipo mecanizado, pois este é mais compacto em relação ao não-mecanizado. O lodo adensado deverá ser encaminhado para o Tanque de Lodo Adensado (TLA) e a água recuperada do adensamento mecânico será encaminhada para o Tanque de Água Recuperada, do qual será recalçada para a antecâmara da unidade de pré-oxidação (unidade a ser construída), reduzindo o índice de perdas de água das ETAs.

O lodo adensado do TLA deverá ser recalçado para o desaguamento. Neste caso, também se optou por um desaguamento do tipo mecanizado visando novamente à otimização da utilização da área da ETA. O lodo desaguado terá um teor mínimo de SST de até 20 % e será destinado para aterro específico, ou para secagem natural ou mecanizada ou para instalações de produção de artefatos de cimento e areia ou argila (blocos de cimento, guias de sarjeta, blocos cerâmicos, tijolos, etc).

Nessa alternativa, ocorrerá a recuperação de água desaguada, tendo o mesmo destino da água recuperada no adensamento.

Na Figura 4.2 é apresentado o esquema geral da Alternativa 2B para o tratamento dos resíduos gerados nas ETAs e na Tabela 4.1 são apresentadas as principais vantagens e desvantagens das alternativas propostas.

Tabela 4.1 - Vantagens e desvantagens das alternativas propostas para o tratamento dos resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz

Alternativa	Característica	Vantagens	Desvantagens
Alternativa 1	Regularização e envio para tratamento na ETE	Menor custo de implantação Menor área de implantação Maior simplicidade operacional Não necessita aplicação de produtos químicos	Necessidade de compatibilização com o sistema de tratamento de esgoto (capacidade da rede e da ETE, características do tratamento da ETE) Não há recuperação de água
Alternativa 2A	Separação dos resíduos para tratamento	Redução do índice de perdas (recuperação de água) Tratamento na fonte geradora Menor consumo de produtos químicos no desaguamento	Maior custo de implantação e operação Maior área de implantação e Uso de produtos químicos Maior complexidade operacional Necessidade de mão-de-obra especializada
Alternativa 2B	Regularização dos resíduos para tratamento	Redução do índice de perdas (recuperação de água) Tratamento na fonte geradora Tratamento contínuo dos resíduos	Maior custo de implantação e operação Maior área de implantação e Uso de produtos químicos Maior complexidade operacional Necessidade de mão-de-obra especializada

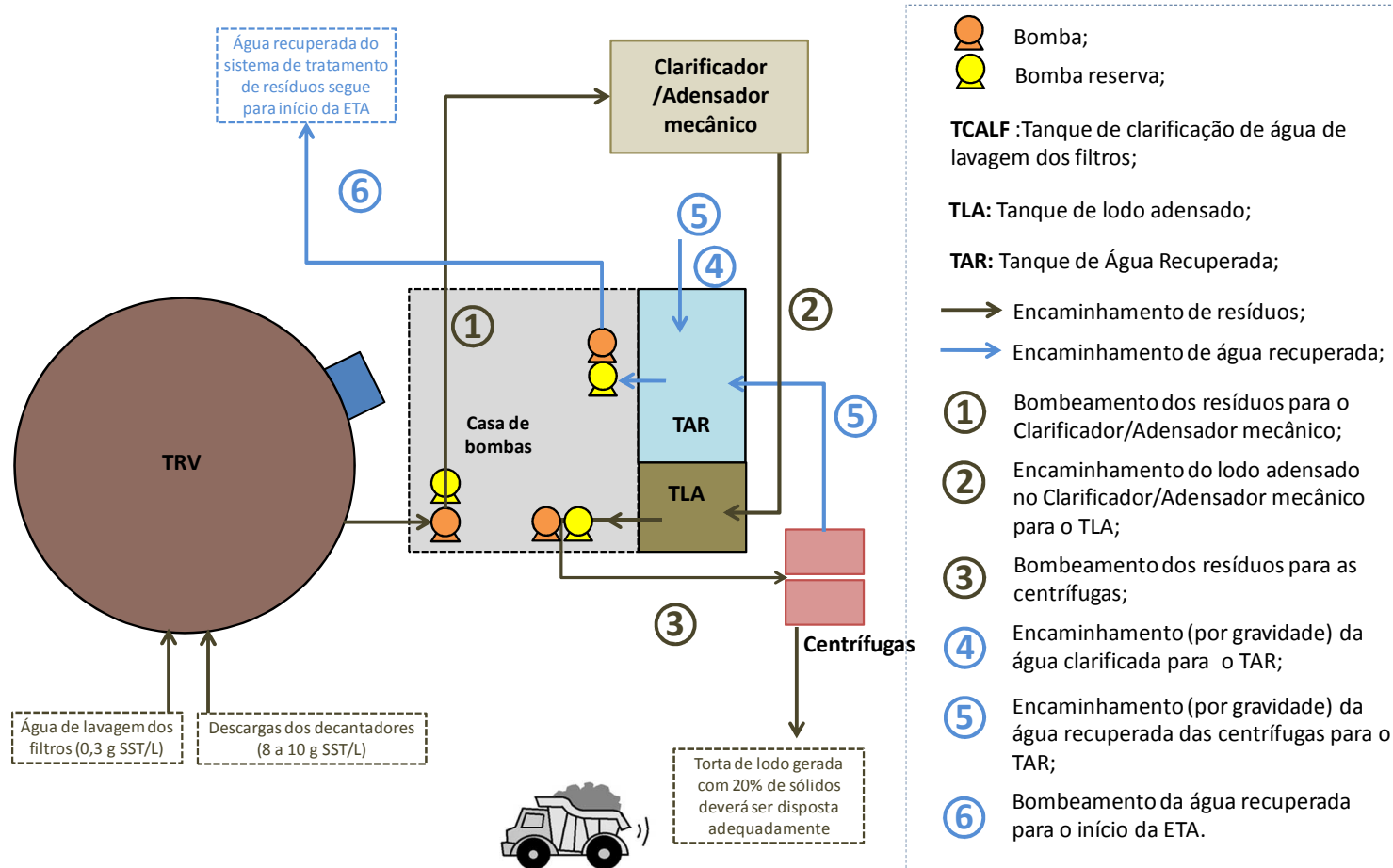


Figura 4.3 – Esquema do sistema de tratamento dos resíduos gerados nas ETAs Luiz de Queiroz - da alternativa 2B

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção do projeto de reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz foi elaborada com base nas decisões do contratante (SEMAE Piracicaba/SP), nos resultados dos estudos de tratabilidade apresentados no Relatório 2, nas normas vigentes e na experiência da equipe técnica da Hidrosan Engenharia.

A concepção apresentada deverá ser avaliada pelo SEMAE para que seja dada continuidade no desenvolvimento do projeto e seja iniciada a elaboração do projeto hidráulico da reforma e ampliação das ETAs Luiz de Queiroz.

Caso sejam solicitadas mudanças ou complementações na concepção proposta, as mesmas deverão ser formalizadas e enviadas à Hidrosan, no prazo máximo de 10 dias a partir da entrega.



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1992). NBR 12216 Projeto de Estações de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro.

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.

DI BERNARDO, L, DANTAS, A. D. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. São Carlos : Rima Editora, 2005, v.2. p.1584.

DI BERNARDO, L, DANTAS, A. D. B., Voltan, P. E. N. Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição dos Resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos : Editora LDiBe, 2012, v.1. p.470.

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 de fotos.

SEMAE, Levantamento topográfico. Dez de 2013.

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