



Maceió, 23 de maio de 2013

À

**SYNERGY SHIPYARD**

**At. Diretoria de Investimentos**

**Eng. Max Welber**

Prezados Senhores,

Em atenção à consulta formulada por esta conceituada empresa, servimo-nos deste para informar que a Central de Tratamento de Resíduos de Pilar – Alagoas Ambiental S/A, projeto que integra nosso grupo empresarial, tem capacidade para recepção e tratamento adequado dos efluentes gerados no processo de decapagem do EISA/ALAGOAS.

Ressaltamos ainda que os efluentes em tela, devidamente caracterizado no ofício que nos foi encaminhado pela Synergy, serão tratados em nossa ETEI (Estação de Tratamento de Efluentes Industriais) cujo memorial descritivo encontra-se em anexo.

Em anexo segue também a cópia da Licença de Instalação – LI de nosso empreendimento, cuja entrada em operação está prevista para o 1º semestre de 2014.

Atenciosamente

Eng. Mario Edson G. Carvalho

Diretor Técnico

## 7. MEMORIAL DESCRITIVO

---

Em função das informações disponíveis com relação à quantidade e características qualitativas das diversas linhas de efluentes e as alternativas de disposição final dos efluentes tratados, bem como as considerações de ordem técnica apresentadas anteriormente, neste capítulo é apresentada a concepção proposta para o tratamento dos efluentes previstos para a CTR Pilar.

### 7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Tendo em vista as duas possibilidades de destino final dos efluentes tratados, são previstas duas alternativas em termos de concepção do sistema de tratamento.

Ambas preveem a regularização de fluxo e segregação inicial das quatro linhas de efluentes abordadas no capítulo anterior, de forma a estabelecer um prévio condicionamento dos mesmos em função de suas características específicas e, na sequência, a junção, homogeneização e regularização de fluxo dos efluentes dos tratamentos primários individuais, para serem submetidos a tratamento biológico.

Os efluentes do tratamento biológico serão então submetidos a um estágio de polimento terciário destinado à remoção das substâncias remanescentes das etapas primária e secundária de tratamento.

É na fase de polimento terciário que são propostas duas alternativas distintas em função da destinação dos efluentes tratados.

Recomenda-se como destino prioritário o reúso de água, entretanto, ocasionalmente pode não haver demanda de toda a água de reúso gerada, dessa forma, a alternativa de reúso deve ser acompanhada de uma opção de lançamento em corpo receptor.

No caso da alternativa de aproveitamento dos efluentes tratados, a qualidade requerida induz à adoção da alternativa com tratamento terciário mais completo destinado à remoção de cloretos, pois o uso na própria CTR e/ou a fertirrigação em cultura de cana de açúcar não admitem concentrações elevadas de cloreto devido ao risco de sobrecarga do solo a essa substância, fenômeno conhecido como “sodificação do solo”. Para tanto é proposta a complementação do estágio de

polimento terciário com a implantação de sistema de osmose reversa e de sistema de evaporação do rejeito gerado no processo de osmose e que, evidentemente, é excessivamente concentrado de cloretos.

Caso o efluente tratado seja disposto no rio Satubinha, também se torna necessária a remoção dos cloretos por se tratar de corpo receptor de água doce. Portanto, é requerida a implantação do sistema terciário de osmose reversa.

No caso da alternativa de lançamento dos efluentes no emissário submarino, o nível de tratamento poderá ser um pouco menor, considerando não ser necessária a remoção dos cloretos. Dessa forma, o estágio de polimento terciário fica limitado à adsorção em colunas de carvão ativado destinadas principalmente à remoção de substâncias orgânicas voláteis de difícil biodegradabilidade, não sendo necessário o sistema de osmose reversa.

Portanto, ambas as concepções de tratamento são bastante semelhantes, diferindo apenas na etapa terciária de polimento final em função das diferentes possibilidades de destino final dos efluentes tratados.

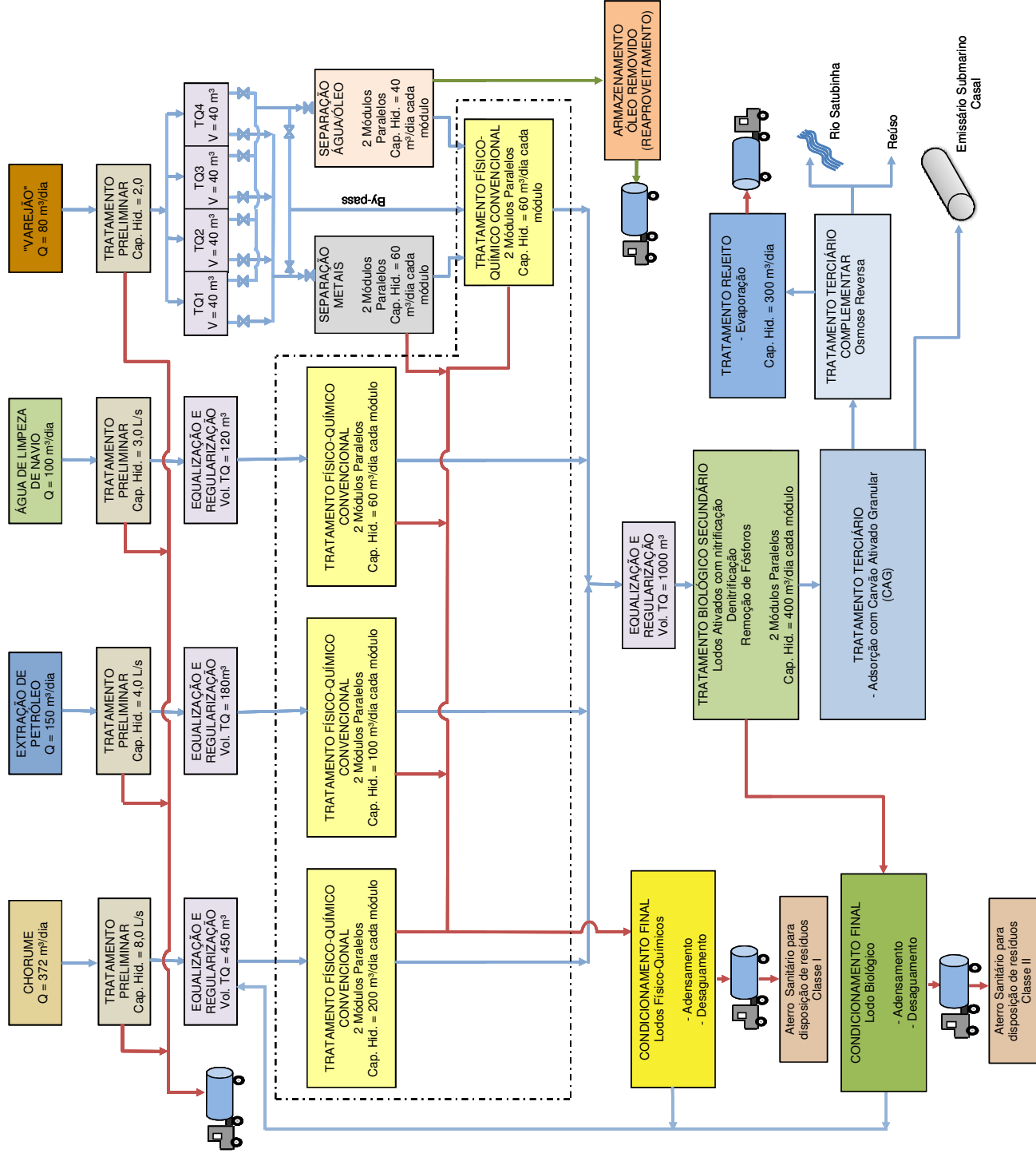
Dessa forma, a possibilidade de reúso da água tratada está intrinsecamente vinculada à alternativa de tratamento que considera o estágio de polimento terciário mais completo.

Adicionalmente, é importante observar que devido à complexidade do sistema proposto para o tratamento de diferentes tipos de efluentes, que deverão afluir ao sistema de tratamento de forma bastante variada em termos qualitativos, principalmente no caso da linha de efluentes industriais “Varejão”, a operação desse sistema demandará mão de obra qualificada além do padrão normal observado em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

A equipe de operação deverá ser continuamente supervisionada por profissionais de nível superior com formação bem fundamentada em química e biologia, bem como técnicos de laboratório aptos à realização de uma ampla gama de análises físico-químicas e bacteriológicas para o monitoramento da qualidade dos afluentes, bem como para o controle operacional dos vários estágios de tratamento. Da mesma forma, o nível de automação requerido é elevado, o que demanda cuidados

específicos em termos de manutenção de sistemas complexos, bem como equipe adequadamente treinada para lidar com os instrumentos de medição e as rotinas de automação a serem implantadas.

O fluxograma simplificado da Figura 7.1 apresenta a concepção e modulação definida para a CTR Pilar e, na sequência, é apresentada a descrição de cada estágio de tratamento.



Legenda:

→ Fase Líquida

→ Fase Sólida

→ Óleos

--- Possibilidade de Integração Parcial ou Total das linhas nesta etapa de tratamento

ELABORADO POR:



Figura 7.1 - Concepção e Modulação Preliminar - CTR Pilar

## 7.2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Este item apresenta a descrição de cada etapa de tratamento considerada na concepção e modulação proposta para a CTR Pilar.

### 7.2.1. CHEGADA DOS EFLUENTES E TRATAMENTO PRELIMINAR

A Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) receberá quatro tipos de efluentes definidos, assim, é proposta a segregação inicial das quatro linhas de efluentes e o recebimento em sistemas de tratamento preliminar independentes, porém de características semelhantes.

As unidades de tratamento preliminar deverão ser compactas e formadas por grade grosseira e peneira para a retenção de sólidos de maiores dimensões, seguida de caixa de areia para a retenção de sólidos sedimentáveis. A limpeza das peneiras e caixa de areia deverá ser mecanizada. A Figura 7.2 apresenta um exemplo de sistema compacto de remoção de sólidos grosseiros e areia que poderá ser adotado para a CTR Pilar.



Fonte: Catálogo VIBROPAC.

**Figura 7.2 – Tratamento Preliminar Compacto e Mecanizado.**

Tendo em vista o provável regime variável de chegada dos efluentes ao sistema de tratamento, para a definição da capacidade hidráulica de cada unidade, é proposto o

critério do atendimento de cerca do dobro da vazão média de efluentes estimada para cada linha.

O Quadro 7.1 apresenta as capacidades hidráulicas definidas para cada linha de tratamento preliminar.

**Quadro 7.1 – Capacidade hidráulica de cada linha de tratamento preliminar.**

<b>Linha de efluente</b>	<b>Vazão (L/s)</b>
Chorume	8,0
Extração de Petróleo	4,0
Água de Limpeza de Navio	3,0
“Varejão”	2,0

### 7.2.2. ARMAZENAMENTO, HOMOGENEIZAÇÃO, REGULARIZAÇÃO DE FLUXO

Após o tratamento preliminar de cada linha de efluentes, é previsto o armazenamento e equalização dos mesmos em um tanque com capacidade cerca de 20 % acima do volume diário de efluentes previsto, de forma a conferir segurança operacional em cada linha.

Nesses tanques deverão existir misturadores mecânicos submersíveis para a permanente homogeneização dos efluentes e a drenagem dos mesmos deverá ocorrer de forma contínua e segundo vazão regularizada através de conjuntos motobomba do tipo centrífugos submersíveis de eixo vertical. Cada conjunto motobomba será equipado com inversor de frequência, destinado a possibilitar o ajuste da variação da vazão de regularização de fluxo em função do regime de chegada de efluentes de cada linha.

No caso específico da linha dos efluentes do “Varejão”, tendo em vista a grande variação de suas características qualitativas, essa etapa de recebimento e regularização deverá ser feita em 4 tanques, de forma permitir o armazenamento prévio dos efluentes ao longo da chegada dos mesmos durante o dia, bem como execução de ensaios preliminares para conhecimento das características qualitativas dos mesmos para investigar a efetiva viabilidade de seu tratamento e

melhor destino (separação de metais, separação de óleos ou físico-químico convencional).

O Quadro 7.2 apresenta as características de cada tanque de armazenamento e homogeneização e regularização de fluxo.

**Quadro 7.2 – Quantidade e capacidades dos tanques de equalização e regularização.**

<b>Linha de Efluente</b>	<b>Chorume</b>	<b>Extração de Petróleo</b>	<b>Limpeza de Navios</b>	<b>Varejão</b>
<b>Nº Tanques</b>	1	1	1	4
<b>Tipo do Tanque</b>	Tanque enterrado de concreto	Tanque enterrado de concreto	Tanque enterrado de concreto	Tanque enterrado de concreto
<b>Formato</b>	Quadrado	Quadrado	Quadrado	Quadrado
<b>Volume Útil (m³)</b>	454	183	127	48
<b>Lado (m)</b>	12,3	7,8	6,5	4,0
<b>Profundidade Útil (m)</b>	3,0	3,0	3,0	3,0

Para a linha “Varejão”, os tanques perfazem, portanto, 192 m<sup>3</sup> e podem ser usados de forma associada ou isolada, dependendo do regime diário de chegada dos efluentes tanto em termos quantitativos como qualitativos.

A partir da regularização do fluxo, a alimentação das unidades de tratamento primário será feita de forma bastante flexível em função das características de cada efluente. Portanto, as linhas de recalque dos sistemas de regularização de fluxo serão dotadas de barriletes com válvulas de manobra e “by-pass”, destinados a desviar o fluxo para as unidades de remoção de metais ou óleos, ou mesmo diretamente para o tratamento físico-químico complementar.

### 7.2.3. TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO PRIMÁRIO

O principal objetivo dessa etapa de tratamento é abater de forma parcial as cargas inorgânica e orgânica dos efluentes de forma a melhorar as condições de tratamento complementar por via biológica em estágio secundário e por via físico-química complementar em estágio terciário.

Portanto, após a homogeneização e regularização de fluxo para as demais etapas do fluxograma de tratamento, é previsto para cada linha um sistema convencional de



tratamento físico-químico, baseado na coagulação, floculação e flotação por ar dissolvido.

A seguir é apresentada a modulação e capacidade hidráulica prevista para o tratamento físico-químico previsto para cada linha de efluente:

- Chorume: 2 módulos em paralelo com capacidade hidráulica individual de 200 m<sup>3</sup>/dia;
- Efluentes da Extração de Petróleo: 2 módulos em paralelo com capacidade hidráulica individual de 100 m<sup>3</sup>/dia;
- Efluentes da Limpeza de Navios: 2 módulos em paralelo com capacidade hidráulica individual de 60 m<sup>3</sup>/dia; e
- Efluentes Industriais “Varejão”: 2 módulos em paralelo com capacidade hidráulica individual de 60 m<sup>3</sup>/dia.

Novamente, observa-se que no caso específico da linha dos efluentes do “Varejão”, tendo em vista a grande variação de suas características qualitativas, o tratamento físico-químico convencional (similar ao previsto para as outras linhas) deverá ser precedido de tratamentos físico-químicos específicos para a remoção de metais e óleos e graxas.

Essas duas etapas de tratamento prévio poderão ser utilizadas ou não através de “by-pass”, bem como serem acionadas de forma isolada ou associada ao tratamento físico-químico convencional descrito na sequência.

A seguir é apresentada a modulação e capacidade hidráulica prevista para o tratamento físico-químico para a linha de efluentes do “Varejão”:

- Físico-químico prévio para a remoção de metais: 2 módulos com 3 tanques em paralelo com capacidade individual de 20 m<sup>3</sup>, operação segundo regime por batelada;
- Físico-químico prévio para a remoção de óleos e graxas: 2 módulos em paralelo com capacidade hidráulica individual de 40 m<sup>3</sup>/dia.

O Quadro 7.3 apresenta o resumo quantitativo da concepção do tratamento físico-químico para cada linha de efluente.

**Quadro 7.3 – Capacidades hidráulicas e modulação de cada linha de tratamento físico-químico.**

Linha de efluente		Chorume	Extração de Petróleo	Água de Limpeza de Navio	“Varejão”
<b>Tratamento Convencional</b>	Nº módulos paralelos	2	2	2	2
	Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	200	100	60	60
<b>Remoção de Metais (Batelada)</b>	Nº Tanques	-	-	-	6
	Volume (m <sup>3</sup> )	-	-	-	20
<b>Remoção de Óleos e Graxas</b>	Nº módulos paralelos	-	-	-	2
	Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	-	-	-	40

#### **a) Tratamento Físico-Químico Convencional**

O tratamento físico-químico convencional adotado para as quatro linhas de efluentes é similar em sua concepção, diferindo apenas com relação às dimensões básicas em função da capacidade hidráulica definida para cada módulo, conforme apresentado em anexo no memorial de pré-dimensionamento.

O tratamento físico-químico tem início com a coagulação através da aplicação de cloreto férrico em uma câmara de mistura rápida dotada de misturador rápido do tipo turbina de fluxo axial. Nessa câmara será proporcionada elevada energia de mistura segundo tempo de detenção de 2 minutos para proporcionar adequadas condições de mistura rápida do cloreto férrico com os efluentes.

Na sequência os efluentes coagulados serão encaminhados por gravidade para duas câmaras associadas em série que formam o floculador, destinado à aglutinação dos coágulos formados na etapa anterior. As duas câmaras de floculação serão dotadas de floculadores mecânicos do tipo turbina de fluxo axial equipados com inversor de frequência para ajuste de rotação.

Tendo em vista a existência de duas câmaras em série, é possível estabelecer energias de mistura (gradientes de velocidade) iguais ou decrescentes ao longo do sentido de escoamento, o que permite melhores condições de floculação. Também é

prevista a aplicação de polímero auxiliar de floculação na passagem da primeira para a segunda câmara com o objetivo de melhorar a formação de flocos. Na sequência, os efluentes floculados serão encaminhados para a câmara de flotação.

Ao contrário da tendência dos flocos formados sedimentarem pela ação da gravidade, na flotação ocorre a ascensão dos flocos devido ao arraste de bolhas de ar que são introduzidas no meio líquido e tendem a flutuar até a superfície, levando consigo os flocos aos quais se aderiram. As bolhas de ar são originadas pela introdução de água saturada com ar dissolvido e sob elevada pressão no fundo da câmara de flotação. Quando a água saturada à elevada pressão ingressa na câmara de flotação, ocorre uma brusca despressurização e conseqüentemente o ar dissolvido se transforma em microbolhas, que tendem a flutuar para superfície arrastando os flocos.

Portanto, o sistema de flotação é formado pela câmara de flotação propriamente dita e por unidades periféricas:

- A câmara de saturação (vaso de pressão) destinada a saturar com ar parte do efluente já flotado, que é recirculado ao tanque de flotação.
- O sistema de alimentação da câmara de saturação. A água saturada necessária para a flotação será obtida com a recirculação de parte do efluente já flotado, que será recalado, segundo alta pressão, para a câmara de saturação através de conjuntos motobomba do tipo centrífugos de eixo horizontal.

Conforme apresentado no memorial de cálculo em anexo, o dimensionamento das unidades que formam o sistema físico-químico previsto para as quatro linhas de efluentes é baseado nos seguintes parâmetros:

- Câmara de mistura rápida:
  - Gradiente de velocidade (energia de mistura)  $\geq 1500 \text{ s}^{-1}$ ;
  - Tempo de detenção hidráulica  $\leq 2$  minutos.
- Câmaras de floculação:

- Gradiente de velocidade (energia de mistura) de 80 a 100 s<sup>-1</sup>;
- Tempo de detenção hidráulica = 20 minutos (10 cada estágio).
- Câmara de flotação:
  - Taxa de aplicação superficial = 5,0 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> x h;
  - Tempo de detenção hidráulica = 30 minutos.
- Sistema de saturação:
  - Pressão na câmara de saturação = 5,0 atm (pressão absoluta);
  - Tempo de detenção na câmara de saturação = 3,0 minutos;
  - Taxa de recirculação do efluente flotado e saturado = 30 % de Q afluente.

As câmaras de mistura rápida, floculação e flotação poderão ser construídas com chapas metálicas estruturadas ou em fibra de vidro, de forma a estabelecerem um conjunto compacto e solidário. As instalações de saturação (tanque de saturação e sistema de recirculação do efluente saturado) deverão ser posicionadas próximas ao conjunto compacto, abrigadas em uma edificação ou instaladas ao tempo.

As dimensões das unidades formadoras do sistema físico-químico convencional de cada linha de efluentes são apresentadas no memorial de cálculo em anexo.

#### **b) Tratamentos Físico-Químicos Complementares (Linha de Efluentes Industriais “Varejão”)**

Como citado anteriormente, os efluentes industriais poderão ser submetidos a tratamento específico antes do estágio físico-químico de flotação por ar dissolvido, dependendo de suas características qualitativas. Tendo em vista as previsões apresentadas no capítulo anterior, existe grande tendência de ocorrência relevante de metais e de óleos e graxas emulsionados ou não.

Para os efluentes com presença significativa de metais é previsto tratamento prévio por precipitação química baseada em elevação de pH em três tanques associados

em paralelo, segundo regime de fluxo por batelada. Cada tanque terá as seguintes características:

- Tanques em concreto armado semi-enterrados, com poço de lodo de formato tronco-piramidal invertido;
- Formato quadrado com lado = 3,0 metros;
- Profundidade da porção vertical = 1,10 metros;
- Profundidade do poço de lodo = 2,34 metros;
- Inclinação das paredes do poço de lodo = 60 graus;
- Volume útil total = 20,5 m<sup>3</sup>.

A elevação de pH será feita com a aplicação de soda cáustica e cada tanque deverá ser dotado de misturador lento do tipo turbina de fluxo axial, semelhante a flocladores mecânicos.

Com relação aos efluentes oleosos, são previstos dois tanques de separação água/óleo a serem implantados apoiados no terreno. Esses tanques poderão ser construídos em concreto armado ou, preferencialmente, serem unidades pré-fabricadas em fibra de vidro, sendo dotados de placas coalescentes para melhorar a eficiência de separação dos óleos não emulsionados.

### **c) Sistemas de Armazenamento, Preparo e Dosagem de Produtos Químicos**

A etapa de tratamento físico-químico primário demanda a aplicação de coagulante (cloreto férrico) e alcalinizante (soda cáustica) para a eventual correção de pH de coagulação e precipitação dos metais no caso da linha de efluentes industriais “Varejão”, bem como de polímero auxiliar de floculação, para melhorar o desempenho dos processos de flotação por ar dissolvido previstos para as quatro linhas.

O cloreto férrico será fornecido a granel e armazenado em dois tanques estacionários de fibra de vidro, com capacidade útil de 5,0 m<sup>3</sup> cada. A aplicação será direta do produto comercial concentrado através de bombas dosadoras do tipo diafragma, equipadas com inversores de frequência para ajuste de dosagem, sendo

que os pontos de aplicação serão as câmaras de mistura rápida dos sistemas de coagulação/floculação e flotação por ar dissolvido previstos para cada linha de efluentes.

A soda cáustica terá sistema de armazenamento e dosagem similar ao previsto para o cloreto férrico, sendo que sua aplicação deverá ser feita preferencialmente nos tanques de precipitação físico-química de metais.

Com relação ao polímero auxiliar de floculação, é previsto o fornecimento do produto em pó e preparação da diluição em equipamento automático. A dosagem será feita através de bombas dosadoras do tipo diafragma, também equipadas com inversores de frequência para ajuste eletrônico de dosagem.

Para cada linha de dosagem de produto químico são previstas duas bombas dosadoras instaladas em paralelo para funcionamento alternado, ou seja, uma operacional e a outra de reserva.

A implantação dos tanques estacionários de armazenamento de cloreto férrico e soda cáustica será feita ao tempo e no interior de bacias de contenção independentes, sendo que as bombas dosadoras deverão ser abrigadas em nichos cobertos ao lado das respectivas bacias de contenção.

Com relação ao sistema de polímero, os equipamentos de preparo automático e bombas dosadoras deverão ficar todos abrigados em prédio coberto.

#### 7.2.4. TRATAMENTO SECUNDÁRIO BIOLÓGICO

Para o tratamento secundário biológico, é prevista a junção de todas as linhas de efluentes após a etapa primária de tratamento físico-químico.

De modo geral, o sistema integrado é interessante em termos operacionais e econômicos e, no caso em questão, é fundamental para viabilizar o tratamento secundário por via biológica devido à grande concentração de cloretos que existe nos efluentes gerados na extração de petróleo.

Tendo em vista as informações disponíveis e valores preliminarmente adotados, observa-se que a mistura das quatro linhas de efluentes deve resultar em uma

concentração de cloretos da ordem de 18.500 mg/L, como base nas vazões e concentrações de cada linha apresentadas pelo Quadro 7.4.

**Quadro 7.4 – Vazão e Concentração de Cloretos na Entrada do Tratamento Biológico.**

Linha de Efluente		Vazão (m <sup>3</sup> /dia)	Cloretos (mg/L)
Chorume		372	8.000 <sup>1</sup>
Extração de Petróleo		150	50.000 <sup>2</sup>
Limpeza de Navios	<i>Água Salgada</i>	80	30.000 <sup>1</sup>
	<i>Água Doce</i>	20	500 <sup>1</sup>
	Total	100	24.100
"Varejão"		80	1.000 <sup>1</sup>
<b>Total</b>		<b>702</b>	<b>18.500</b>

<sup>1</sup> Valor adotado

<sup>2</sup> Valor fornecido

A concentração resultante da mistura dos efluentes viabiliza o tratamento secundário por via biológica, ainda que em condições pouco conservadoras. Quanto maior for a parcela de água salgada maior será a concentração final de cloretos da mistura, colocando em risco a viabilidade do tratamento biológico. Portanto, na operação da ETEI, é fundamental a medição e controle de cloretos nos afluentes ao tratamento biológico a fim de garantir que o tratamento biológico não seja afetado. Recomenda-se que a concentração de cloretos não ultrapasse o valor de 20.000 mg/L.

Para melhorar a condição de mistura dos efluentes da etapa de tratamento físico-químico a serem submetidos ao tratamento biológico secundário, é prevista a implantação de um tanque de homogeneização e regularização.

Esse tanque é justificado pela necessidade de garantir adequada condição de homogeneização visando à redução da concentração dos cloretos, pois poderá haver variação de vazão de contribuição de cada linha de efluentes e, conseqüentemente, variações da concentração final de cloretos na mistura das quatro linhas de efluentes.

O tanque de homogeneização deverá possuir volume cerca de 25 % superior ao volume total de efluentes considerando as quatro linhas. A exemplo dos tanques de

regularização de fluxo a montante do estágio físico-químico primário, esse tanque também será equipado com misturadores mecânicos submersíveis e bombas centrífugas submersíveis de eixo vertical, destinadas à regularização do fluxo e alimentação dos tanques de aeração. No Quadro 7.5, são apresentadas as características desse tanque de homogeneização e equalização.

**Quadro 7.5 – Características do Tanque de Homogeneização e Equalização na Entrada do Tratamento Biológico.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Tipo e Material do Tanque	Tanque Enterrado de Concreto
Formato do Tanque	Retangular
Comprimento	20,0 m
Largura	12,5 m
Profundidade Útil	4,0 m
Volume Útil	1.000 m <sup>3</sup>

Com o objetivo de conferir grande flexibilidade operacional ao estágio secundário biológico e reduzir as dimensões dos tanques de aeração, que devem ser projetados para elevada taxa de aplicação de carga orgânica devido à elevada concentração de DBO afluente, adota-se a implantação de sistema de lodos ativados na modalidade de aeração prolongada e com separação das fases líquido sólido através de membranas de ultrafiltração, processo conhecido como “Lodos Ativados com MBR”.

Em termos de modulação é prevista a implantação de dois módulos de lodos ativados em paralelo, cada um com capacidade para 400 m<sup>3</sup>/dia. Cada módulo será formado por um tanque de aeração com as características e condições operacionais apresentadas no Quadro 7.6.



**Quadro 7.6 – Características e Critérios de Projeto do Tratamento Biológico.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Número de Módulos	2
Capacidade de Cada Módulo	400 m <sup>3</sup> /dia
Tipo e Material do Tanque	Tanque de Concreto Armado Apoiado no Terreno
Formato do Tanque	Retangular
Comprimento	50,0 m
Largura	20,0 m
Profundidade Útil	5,0 m
Volume Útil	5.000 m <sup>3</sup>
Tempo de Detenção Hidráulica	12,3 dias
Idade do Lodo	20 dias
Concentração de Sólidos Totais	9.000 gSST/m <sup>3</sup>
Fator de Carga Aplicada ao Lodo (Relação F/M)	0,13 dias <sup>-1</sup>

O elevado tempo de detenção hidráulica, que resulta das grandes dimensões desse tanque em relação à vazão afluente relativamente baixa, indica que certamente esse sistema de lodos ativados está muito distante do convencional que é observado para o tratamento de esgotos sanitários. Entretanto, essa situação peculiar é perfeitamente justificada pela elevada concentração de DBO<sub>5,20</sub> que é prevista para a mistura dos efluentes do tratamento primário.

Conforme apresentado no memorial de cálculo em anexo, é prevista concentração de DBO<sub>5,20</sub> da ordem de 36.000 mg/L na composição dos esgotos brutos afluentes ao CTR Pilar e cerca de 14.500 mg/L na mistura dos efluentes do tratamento físico-químico primário, considerando a premissa básica de que a eficiência de remoção de DBO<sub>5,20</sub> no estágio primário deverá ser da ordem de 60 %.

Da mesma forma, a demanda por oxigênio será bastante elevada. Para cada tanque de aeração é prevista demanda da ordem de 300 kg de O<sub>2</sub> por hora em termos médios e, conseqüentemente, cerca de 17.500 m<sup>3</sup>/h de ar soprado. Para a aeração e homogeneização da massa líquida de cada tanque de aeração é prevista a implantação de dois sopradores com capacidade de 9.000 m<sup>3</sup>/h de ar e potência da ordem de 250 cv. Portanto, são quatro sopradores operacionais mais um de reserva, todos abrigados em um prédio exclusivo e dotado de tratamento acústico.

A introdução do ar soprado na massa líquida será feita através de difusores do tipo membrana elástica expansível distribuídos no fundo por toda a projeção em planta dos tanques de aeração.

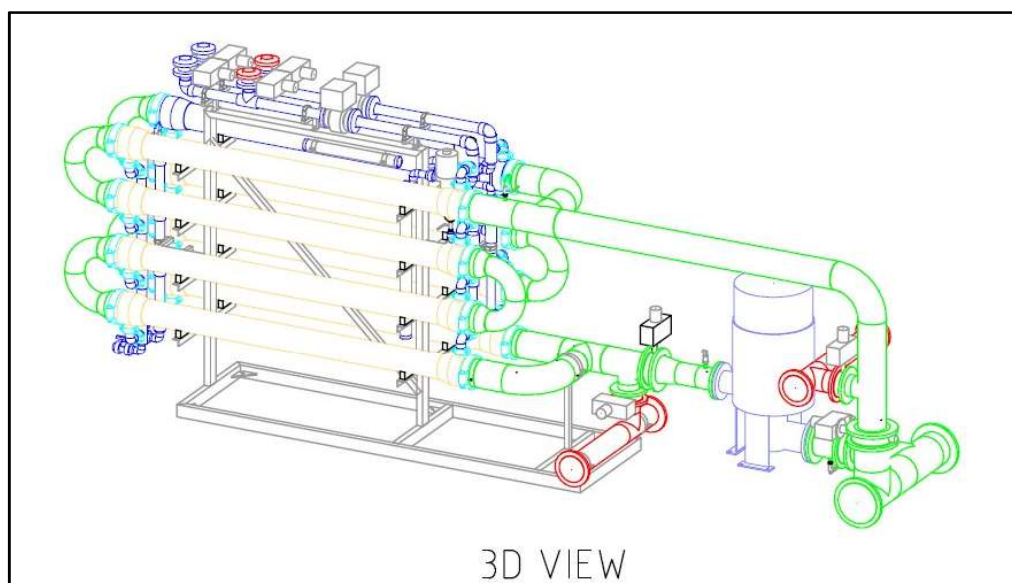
Com relação à separação do lodo biológico formado nos tanques de aeração, em substituição aos tradicionais decantadores, é prevista a implantação de sistema de membranas de ultrafiltração acondicionadas em cartuchos.

Segundo o dimensionamento apresentado em anexo, são previstos 16 cartuchos, cada um com 27 m<sup>2</sup> de membranas com porosidade de 30 nm.

Esses cartuchos são instalados em dois “skids” que configuram sistema completo de ultrafiltração, pois possuem também o sistema de alimentação por recalque dos cartuchos, sistema de recirculação do lodo (porção não permeada que deve retornar aos tanques de aeração) e demais dispositivos de controle automático do processo de ultrafiltração.

Adicionalmente, são previstos tanques destinados à limpeza química periódica das membranas através da aplicação de hipoclorito de sódio e ácido cítrico em meio líquido e borbulhamento de ar comprimido.

A Figura 7.3 ilustra o skid de ultrafiltração previsto para o caso em questão. Nota-se que são instalados oito cartuchos em cada skid (2 linhas de 4 cartuchos).



Fonte: Catálogo NORIT.

**Figura 7.3 – Skid de Membranas de Ultrafiltração – Sistema MBR.**

Além de elevada remoção de carga orgânica carbonácea e amoniacal, esta característica do processo de lodos ativados com aeração prolongada, com a utilização de ultrafiltração, é prevista a geração de um efluente do estágio biológico de tratamento com elevado grau de clarificação, remoção de fósforo (devido à capacidade de remoção dos poli e ortofosfatos remanescentes do estágio físico químico primário), bem como de remoção de microrganismos devido à porosidade das membranas da ordem de 30 nm, proporcionando, portanto, desinfecção.

Desta forma, o emprego das membranas de ultrafiltração, por si só já se constitui em um estágio de polimento do efluente. Entretanto, para melhorar ainda mais o desempenho do sistema de tratamento quanto a remoção de substâncias resistentes aos estágios primário e secundário descritos anteriormente, é previsto o estágio terciário, descrito na sequência.

#### 7.2.5. TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO TERCIÁRIO (POLIMENTO FINAL)

A exemplo da etapa de tratamento biológico, o polimento final também deverá ser único, ou seja, integrando as quatro linhas de efluente, pois é a sequência do tratamento biológico secundário.

O dimensionamento dessa etapa de tratamento é calculado para 800 m<sup>3</sup>/dia, acompanhando, portanto, a capacidade do estágio biológico secundário.

Sua função é associar em série dois processos de tratamento avançados: a adsorção com carvão ativado e a osmose reversa.

Como citado anteriormente no item 7.1, nessa etapa final de tratamento ocorrem duas possibilidades distintas que dependem fundamentalmente do destino final dos efluentes tratados.

Caso o lançamento do efluente tratado seja feito no emissário submarino operado pela Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL, o destino final será o mar. Nessas condições, a remoção de cloretos seria desnecessária, simplificando de forma relevante a etapa final de polimento dos efluentes relativa à osmose reversa, ou seja, o polimento final fica limitado apenas à adsorção com carvão ativado.

Caso o lançamento seja feito no rio Satubinha, que é um corpo hídrico de água doce considerado como Classe 2, assim como no caso das alternativas de reúso, existe a necessidade de uma etapa complementar exclusivamente para a remoção dos cloretos, pois essas substâncias certamente não serão removidas de forma satisfatória nas etapas de tratamento anteriores. Dessa forma, é prevista a implantação de unidade de osmose reversa para o polimento final do efluente a ser lançado no rio Satubinha e a unidade de evaporação para o tratamento do rejeito do processo de osmose, que deverá ser extremamente concentrado em cloretos.

#### **a) Adsorção com Carvão Ativado**

A adsorção com carvão ativado tem a função principal de remover substâncias orgânicas voláteis de difícil biodegradabilidade (BTEX), que possam ser remanescentes do tratamento biológico secundário. É oportuno observar que um dos principais ramos industriais apontados como contribuinte da linha do “Varejão” é o Petroquímico, que apresenta grande potencial de efluentes com relevante presença dessas substâncias.

É prevista a implantação de colunas de adsorção recheadas com carvão ativado granular. Essas colunas, sendo quatro unidades associadas em paralelo, deverão acomodar cerca de 33 m<sup>3</sup> (8,3 m<sup>3</sup> por coluna) de carvão granular dispostos na forma de leito sobre camada suporte de pedregulho com granulometria variável, semelhantes aos filtros existentes em estações de tratamento de água.

Cada coluna deverá ter diâmetro de 2,5 m, altura de leito de carvão igual a 2,0 m e altura total de 4,0 m. A alimentação será por gravidade no sentido descendente e o efluente percolado pelo leito de carvão e camada suporte de pedregulho será coletado no fundo através de difusores do tipo crepinas, semelhantes aos usados em filtros clássicos de sistemas de tratamento de água.

As colunas poderão ser feitas em concreto armado ou chapas de aço calandradas e estruturadas, seguindo o conceito de unidades compactas de tratamento.

## **b) Osmose Reversa**

Como citado anteriormente, a osmose reversa é especialmente prevista para a alternativa que demanda a remoção de cloretos, pois essas substâncias deverão passar incólumes por todos os estágios de tratamento anteriores.

A osmose inversa ou osmose reversa é um processo de separação em que um solvente é separado de um soluto de baixa massa molecular por uma membrana permeável ao solvente e impermeável ao soluto. Isso ocorre quando se aplica uma grande pressão sobre este meio aquoso, o que contraria o fluxo natural da osmose. Por essa razão o processo é denominado osmose reversa.

Na osmose reversa, as membranas retêm partículas cujo diâmetro varia entre 1 e 10 Å. As partículas retidas são solutos de baixa massa molecular como sais ou moléculas orgânicas simples.

A pressão osmótica das soluções é proporcional a concentração de soluto. Para que a produção de permeado seja razoável, a diferença de pressão hidrostática através da membrana tem que ser elevada. Para água, varia entre 3 e 100 atmosferas dependendo da concentração de soluto.

O processo de osmose reversa é tradicionalmente utilizado para a dessalinização da água do mar, sendo que concentrações de até 35.000 mg/L de cloreto de sódio podem ser reduzidas para valores abaixo de 500 mg/L.

Para o caso em questão, é prevista a implantação de sistema de osmose reversa com capacidade hidráulica para 800 m<sup>3</sup>/dia, sendo formado por cartuchos de membranas em espiral instalados em skids, equipados também com os conjuntos motobomba de elevada pressão destinados à alimentação dos cartuchos e demais dispositivos de controle. A figura 7.4 ilustra esse tipo de configuração de instalação.



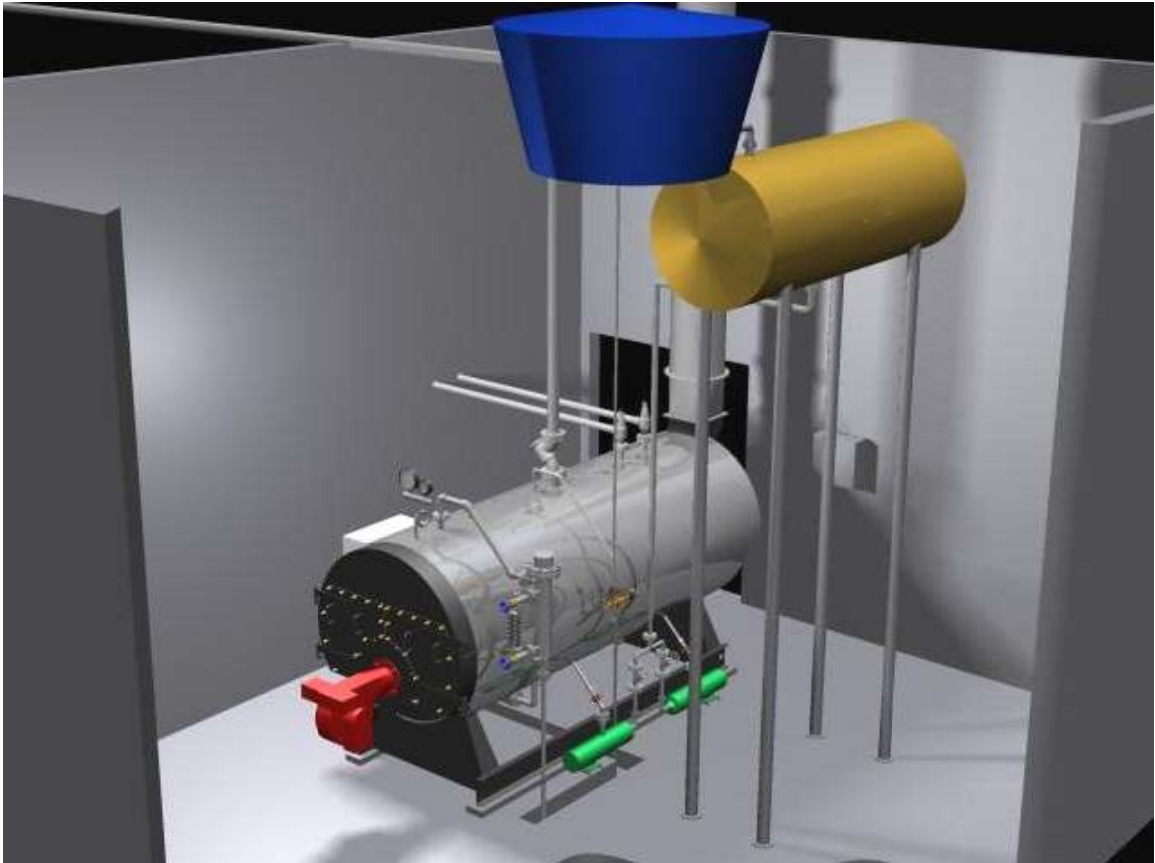
Fonte: Catálogo PENTAIR.

**Figura 7.4 – Skid de Sistema de Osmose reversa.**

Tendo em vista a elevada concentração de cloretos do afluente ao sistema de osmose reversa, é previsto baixo desempenho desse sistema em termos de relação efluente/rejeito. De forma conservadora é previsto que cerca de 40 % do volume total afluente será transformado em rejeito com concentração de cloretos extremamente elevada. Portanto, é previsto um volume de rejeito da ordem de 320 m<sup>3</sup>/dia ou 3,7 L/s em termos médios.

O tratamento desse rejeito é extremamente difícil tanto em termos químicos quanto em termos biológicos, sendo que a solução proposta para o caso em questão é a evaporação em sistema de caldeira geradora de vapor associada a tanque de evaporação.

Considerando a vazão de rejeito da ordem de 3,7 L/s, é dimensionada uma caldeira com capacidade de produção de cerca de 15.200 kg/h de vapor a 100°, equivalente a uma energia de cerca de  $8,2 \times 10^6$  kcal/h. A Figura 7.5 ilustra o tipo de caldeira que pode ser adotada para o caso em questão.



**Figura 7.5 – Instalação típica de caldeira geradora de vapor.**

O tanque de evaporação deverá ter volume de cerca de 20 m<sup>3</sup>, com formato cilíndrico, diâmetro de 2,5 m e altura útil de 4,0 m. Esse tanque deverá ser feito com chapas de aço inox e o sistema de aquecimento deverá ser externo, com meia cana soldada nas paredes para a circulação do vapor gerado na caldeira.

O produto final da evaporação será vapor de água emitido para a atmosfera e os sais dissolvidos ficarão depositados na forma cinza no tanque de evaporação para posterior remoção.

#### **7.2.6. CONDICIONAMENTO FINAL DOS LODOS GERADOS**

Nas etapas de tratamento físico-químico primário e biológico secundário, serão gerados lodos com diferentes características qualitativas, mas que certamente demandam procedimentos de condicionamento final semelhantes, baseados no adensamento e desaguamento mecanizados, quimicamente assistidos com a aplicação de polímero.

Embora possam ser tratadas de forma conjunta, uma vez que os procedimentos de tratamento são similares, recomenda-se que haja a segregação das duas origens de geração de lodo, considerando que as características dos dois tipos de lodo diferem quanto ao potencial de contaminação.

O lodo físico-químico deve apresentar elevadas concentrações de metais pesados e outras substâncias potencialmente tóxicas, conferindo ao mesmo características de resíduo Classe I (Resíduo Perigoso), conforme a NBR 10.004 de 2004. Já o lodo biológico deverá apresentar concentrações remanescentes muito baixas ou inexistentes de substâncias potencialmente tóxicas, viabilizando seu enquadramento na Classe II (Resíduo Não Perigoso), conforme a NBR 10.004 de 2004. Assim, a mistura desses dois tipos de lodo geraria um resíduo que seria classificado como Classe I.

Embora a implantação de dois sistemas de condicionamento final distintos seja, a princípio, economicamente não recomendada devido ao fator de perda de escala, reduzir a quantidade de lodos enquadrados na Classe I resulta em menores custos finais, pois os custos de disposição final do resíduo Classe I é muito superior aos custos relativos ao resíduo Classe II.

Conforme apresentado no memorial de cálculo em anexo, é prevista a geração de cerca de 353 m<sup>3</sup> de lodo biológico, com teor de sólidos da ordem de 0,9 %, e cerca de 265 m<sup>3</sup>/dia de lodo físico-químico com teor de sólidos da ordem de 3,0 %.

Tendo em vista que os lodos biológicos serão descartados com teor de sólidos relativamente baixo, o sistema de condicionamento é mais complexo, envolvendo duas etapas seqüenciais, adensamento e desaguamento, cujas características são descritas a seguir:

- Equalização e armazenamento dos lodos descartados, através de um tanque de formato quadrado equipado com misturador mecânico submersível.
- Adensamento mecanizado do lodo através de quatro (3 + 1 de reserva) adensadores mecânicos do tipo tambor, cada um com capacidade para adensamento de 6,0 m<sup>3</sup>/h de lodo com teor de sólidos inicial de 0,9 % e expectativa de lodo adensado a 4,0 %.



- Equalização e armazenamento dos lodos adensados, através de um tanque de formato quadrado equipado com misturador mecânico submersível.
- Desaguamento mecanizado do lodo através de dois (1 + 1 de reserva) decanters centrífugos do tipo tambor horizontal, cada um com capacidade para desaguamento de 2,0 m<sup>3</sup>/h de lodo com teor de sólidos inicial de 4,0 % e expectativa de lodo adensado a 22,0 %.

Os lodos físico-químicos descartados das unidades de flotação por ar dissolvido, por sua vez, deverão possuir teor de sólidos mais elevado, dispensando a etapa inicial de adensamento mecanizado. Portanto, será formado pelas seguintes etapas:

- Equalização e armazenamento dos lodos descartados, através de um tanque de formato quadrado equipado com misturador mecânico submersível.
- Desaguamento mecanizado do lodo através de dois (1 + 1 de reserva) decanters centrífugos do tipo tambor horizontal, cada um com capacidade para desaguamento de 14,0 m<sup>3</sup>/h de lodo com teor de sólidos inicial de 3,0 % e expectativa de lodo adensado a 22,0 %.

As dimensões dos tanques de armazenamento de lodo estão apresentados no Quadro 7.7. E o Quadro 7.8 mostra as características dos sistemas de adensamento e desaguamento dos lodos.

**Quadro 7.7 – Características dos Tanques de Armazenamento de Lodos.**

	<b>Lodos Biológicos Descartados</b>	<b>Lodos Biológicos Adensados</b>	<b>Lodos Físico-Químicos Descartados</b>
<b>Formato</b>	Quadrado	Quadrado	Quadrado
<b>Lado</b>	6,5 m	5,5 m	6,0 m
<b>Profundidade Útil</b>	4,0 m	3,0 m	4,0 m
<b>Volume Útil</b>	170 m <sup>3</sup>	90 m <sup>3</sup>	144 m <sup>3</sup>

**Quadro 7.8 – Características dos Sistemas de Adensamento e Desaguamento de Lodos.**

	Lodos Biológicos		Lodos Físico-Químicos
	Adensamento	Desaguamento	Desaguamento
<b>Nº de Equipamentos</b>	4 (3 + 1)	2 (1 + 1)	2 (1 + 1)
<b>Tipo</b>	Mecânicos do Tipo Tambor	Decaners Centrífugos do Tipo Tambor Horizontal	Decaners Centrífugos do Tipo Tambor Horizontal
<b>Capacidade</b>	6,0 m <sup>3</sup> /h	2,0 m <sup>3</sup> /h	14,0 m <sup>3</sup> /h
<b>Teor de Sólidos Inicial</b>	0,9 %	4,0 %	3,0 %
<b>Teor de Sólidos Final (previsto)</b>	4,0 %	22,0 %	22,0 %

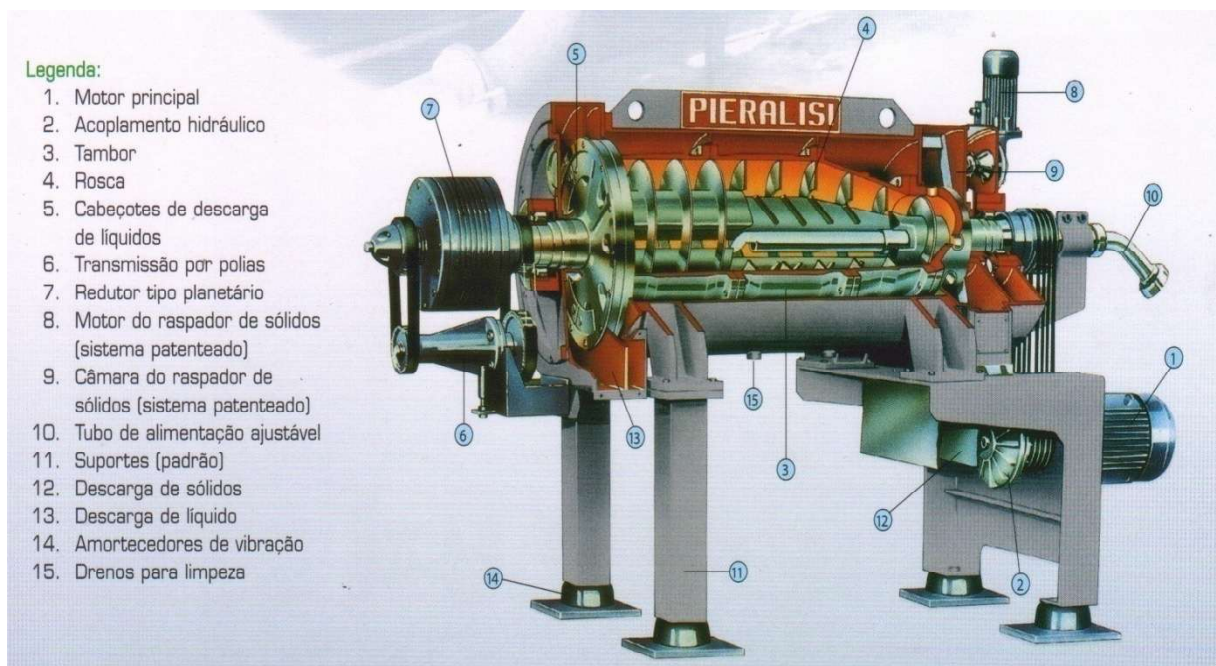
A alimentação dos adensadores e desaguadores mecanizados será feita com bombas de deslocamento positivo helicoidal conectadas diretamente aos tanques de armazenamento e homogeneização. O prévio condicionamento químico dos lodos a serem adensados e desaguados será feito através da aplicação de polímero, com sistemas de preparo e dosagem similares aos adotados para o tratamento físico-químico primário.

As Figura 7.6 e Figura 7.7 apresentam ilustrações dos equipamentos de adensamento e desaguamento de lodo.



Fonte: Catálogo HUBER.

Figura 7.6 – Adensador Mecanizado do Tipo Tambor.



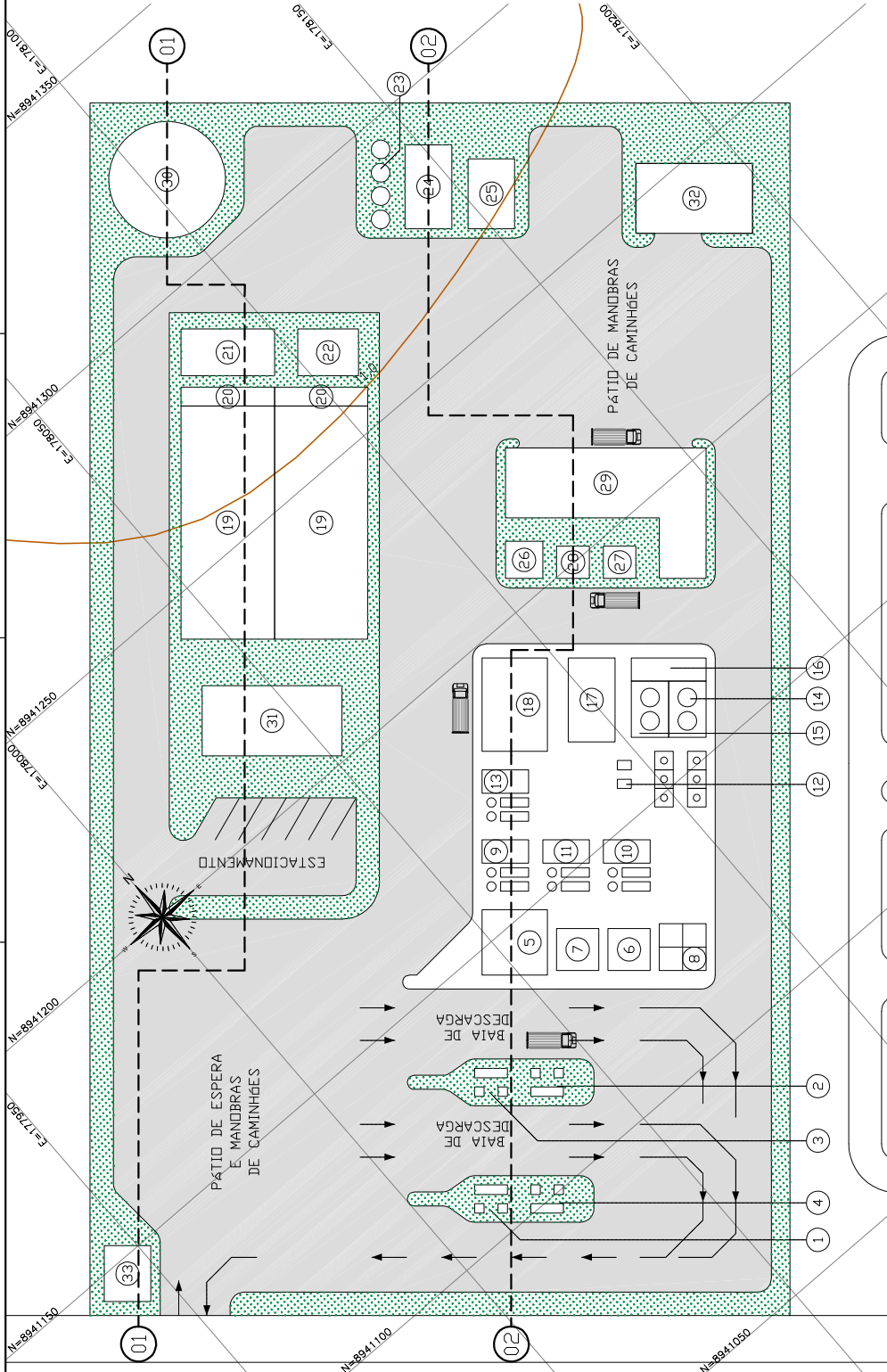
Fonte: Catálogo PIERALISI.

Figura 7.7 – Decanter Centrífugo de Tambor Horizontal.

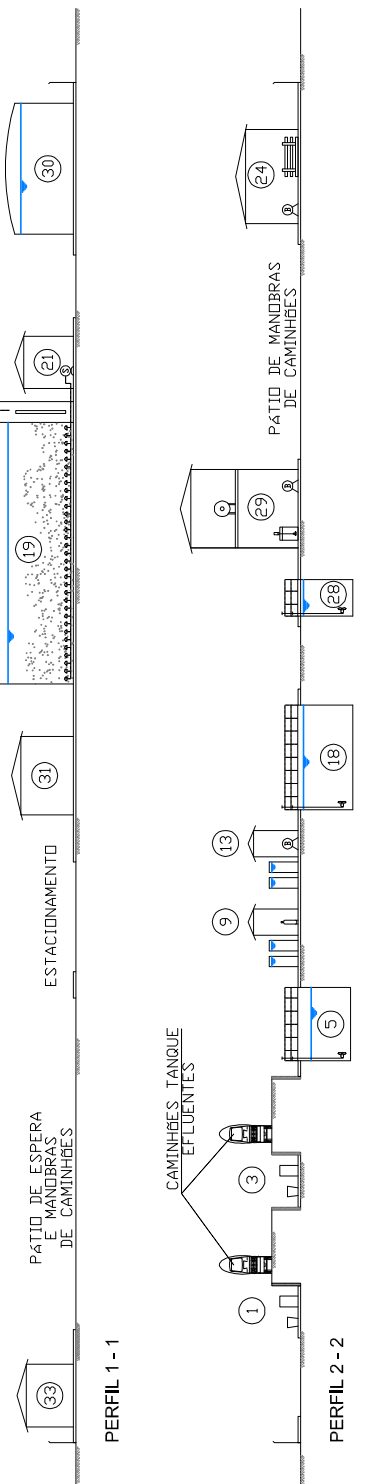
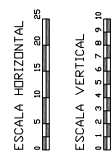
A Figura 7.8 apresenta layout de implantação e perfis longitudinais do sistema de tratamento proposto.

LEGENDA

- 1 - Tratamento Preliminar - Linha de Chorume
- 2 - Tratamento Preliminar - Linha de Extração de Petróleo
- 3 - Tratamento Preliminar - Linha de Lastro de Navios
- 4 - Tratamento Preliminar - Linha de Efluentes Industriais
- 5 - Tanque de Regularização - Linha de Chorume
- 6 - Tanque de Regularização - Linha de Extração de Petróleo
- 7 - Tanque de Regularização - Linha de Lastro de Navios
- 8 - Tanques de Regularização - Linha de Efluentes Industriais
- 9 - Tratamento Primário (Sistema de Flotação) - Linha de Chorume
- 10 - Tratamento Primário (Sistema de Flotação) - Linha de Extração de Petróleo
- 11 - Tratamento Primário (Sistema de Flotação) - Linha de Lastro de Navios
- 12 - Tratamento Primário (Remoção de Metais e Óleos) - Linha de Efluentes Industriais
- 13 - Tratamento Primário (Sistema de Flotação) - Linha de Efluentes Industriais
- 14 - Casa de Química Tratamento Primário - Tanques de Cloreto Férrico
- 15 - Casa de Química Tratamento Primário - Tanques de Soda Cáustica
- 16 - Casa de Química Tratamento Primário - Abrigos das Bombas Doseadoras
- 17 - Casa de Química Tratamento Primário - Prédio do Sistema de Polímeros
- 18 - Tanque de Regularização para o Tratamento Biológico Secundário
- 19 - Tratamento Biológico Secundário - Tanques de Aeração
- 20 - Tratamento Biológico Secundário - Tanques de Membranas
- 21 - Tratamento Biológico Secundário - Prédio de Sopradores
- 22 - Tratamento Biológico Secundário - Sistema de Limpeza das Membranas
- 23 - Polimento - Colunas de Adsorção com Carvão Ativado Granular
- 24 - Polimento - Sistema de Osmose Reversa
- 25 - Polimento - Sistema de Evaporação do Rejeito da Osmose Reversa
- 26 - Condicionamento do Lodo - Tanque de Armazenamento de Lodo Biológico Descartado
- 27 - Condicionamento do Lodo - Tanque de Armazenamento de Lodo Físico-químico Descartado
- 28 - Condicionamento do Lodo - Tanque de Armazenamento de Lodo Biológico Adensado
- 29 - Condicionamento do Lodo - Prédio de Adensadores, Centrifugas e Polímero
- 30 - Reservatório de Efluente Tratado (Reúso)
- 31 - Prédio de Operação e Controle
- 32 - Prédio de Oficina e Almoarifado
- 33 - Portaria



LAYOUT



PERFIL 1-1

PERFIL 2-2

TECNOLOGIA PUR



GEASANEVITA

CONTRATANTE



PROJETO  
ESTUDOS DE CONCEPÇÃO PARA SISTEMAS DE TRATAMENTO DE PERCOLADOS E EFLUENTES INDUSTRIAIS DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS - CTR, LOCALIZADA EM PILAR - AL

TÍTULO  
FIGURA 7.8 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES CTR-PILAR - LAYOUT DE IMPLANTAÇÃO E PERFIS LONGITUDINAIS

REV. 0



# Licença Ambiental




**Licença de Instalação Nº 076/2012**

**Validade: 06.11.2014**

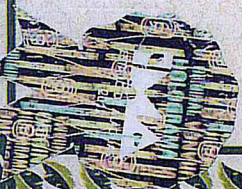
O INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE ALAGOAS - IMA/AL expede a presente Licença de Instalação nº 076/2012 - IMA/DILIC, com base na Resolução nº 319/2012 de 06 de novembro de 2012, do Conselho Estadual de Proteção Ambiental - CEPRAM, por meio da qual autoriza a URCO Ilha Grande Comércio, Serviços e Construção Ltda, inscrita no CNPJ nº 10.590.725/0001-30, situada na Rua Nossa Senhora da Vitória, nº 25, Alto do Turu II, São José do Ribamar - Maranhão, a instalação do empreendimento denominado Central de Tratamento de Resíduos Pilar - CTR Pilar, a ser localizado no entorno das coordenadas: -9,512044/ -35,937641.

Esta Licença de Instalação é válida até 06 de novembro de 2014, conforme Processo IMA nº 4903-868/2012 e apensos: 6923/2012 e 1965/2011, observadas as condições estabelecidas no Parecer Técnico IMA/DILIC Nº 238/2012 e na Resolução nº 319/2012. As condicionantes encontram-se no verso desta Licença e a mesma deverá estar disponível, por ocasião da realização de fiscalizações.

Maceió(AL), 21 de novembro de 2012

  
Ricardo César de Barros Oliveira  
Diretor Técnico


  
Adriano Augusto de Araújo Jorge  
Diretor Presidente



Liberada a Licença de Instalação com a seguinte condicionante:

1. Caso haja a necessidade de utilização de material pétreo (Brita) ou argila, areia deverá ser fornecida de jazidas licenciadas pelo IMA/AL;
2. Apresentar Análise de Risco conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010, no pedido de licença de operação;
3. Apresentar Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos de acordo com a Lei nº 12.305/2010 no pedido de licença de operação;
4. Apresentar 60 dias antes da operação, um Contrato de Seguro de Responsabilidade Civil por danos causados ao meio ambiente ou à saúde pública, observando-se as regras sobre cobertura e os limites máximos de contratação fixados em regulamento, conforme a Lei nº 12.305/2010, no pedido de licença de operação;
5. Apresentar Plano de Gerenciamento de Crises, no pedido de licença de operação;
6. Apresentar Plano de Atendimento Emergencial contra transbordamento e vazamento de chorume, no pedido de licença de operação;
7. Todas as edificações, utilidades (ETE, armazenamento de combustível, lagoa de chorume, lagoa de decantação, etc.) e equipamentos deverão observar o disposto na Lei Federal nº 7.661/65;
8. Quando do pedido da Licença de Operação, o interessado deverá apresentar para o sistema de tratamento térmico (incinerador e autoclave), um estudo contendo:
  - 8.1. O Projeto Básico e de Detalhamento, Análise de Risco, Plano do Teste de Queima, Plano de Contingência e Plano de Emergência, conforme a Resolução CONAMA 316/02;
  - 8.2. As alternativas tecnológicas de tratamento térmico, comprovando que a tecnologia escolhida está de acordo com o conceito de melhor técnica disponível
  - 8.3. A demonstração da eficiência do sistema de tratamento através da autoclave
  - 8.4. Alternativas que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas, de modo a diminuir o impacto por percepção olfativa fora dos limites do sistema de tratamento térmico;
  - 8.5. A dispersão das emissões atmosféricas do sistema de tratamento térmico;
  - 8.6. Um memorial descritivo da autoclave a ser instalada contendo no mínimo:
    - a. Especificação técnica do equipamento;
    - b. Tecnologia empregada;
    - c. Fluxo Operacional (manual e/ou automatizado);
    - d. Controle das variáveis do processo;
    - e. Monitoramento do processo operacional;
    - f. Tratamento de efluentes líquidos e gasosos resultantes do processo;
    - g. Restrições ao processamento de determinados resíduos em função de características químicas, físicas ou biológicas;
    - h. Sistema de detecção de falhas operacionais;
    - i. Descrição da unidade de autoclave;
    - j. Descrição dos procedimentos operacionais do tratamento dos resíduos;
    - k. Caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes gerados no processo e nas lavagens e os respectivos sistemas de tratamento;
    - l. Os métodos de controle qualitativo e quantitativo dos resíduos tratados;
9. Apresentar anuência/contrato com a empresa que fornecerá gás natural para o incinerador, no pedido da licença de operação;
10. A execução dos projetos apresentados é de total responsabilidade do empreendedor, e qualquer alteração nos projetos apresentados deverá ser comunicada ao IMA com antecedência mínima de 30 (trinta) dias para análise e emissão de parecer técnico.

Maceió(AL), 21 de novembro de 2012

  
Ricardo César de Barros Oliveira  
Diretor Técnico  
IMA-AL

  
Adriano Augusto de Araújo Jorge  
Diretor Presidente  
IMA-AL