



RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

QLF-05 COZINHA E REFEITÓRIO

TABELA DE CARGAS												POTÊNCIA INSTALADA (W)	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA INSTALADA (VA)	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDA (VA)	TENSÃO VOLTS (V)	CORRENTE AMPERES (A)	DISJUNTOR AMPERES (A)	Nº FASES	CABOS SEÇÃO mm²	POTÊNCIA FASES (W)			
			FLUO.	FLUO.	INCAN.	PL	DICR.	V.M.	TOMADAS	TOMADAS	TOMADAS											TOMADAS	R	S	T
			2x32W	4x16W	60W	2x26W	50W	35W	100W	200W	300W											1			
Nº	CIRCUITO	AMBIENTE	64W	64W	60W	52W	50W	35W	100W	200W	300W														
1	ILUMINAÇÃO	REFEITÓRIO	16										1.024	0,92	1113	1,00	1.113	220	4,65	20	2	2,5			
2	ILUMINAÇÃO	COZINHA	7										448	0,92	487	1,00	487	220	2,04	20	2	2,5			
3	TOMADAS	REFEITORIO-BANHO MARIA									2.000		2.000	1,00	2000	0,70	1.400	220	9,09	20	2	2,5			
4	TOMADAS	REFEITÓRIO							2	3			800	1,00	800	0,70	560	220	3,64	20	2	2,5			
5	TOMADAS	REFEITÓRIO							3	1			500	1,00	500	0,70	350	220	2,27	20	2	2,5			
6	TOMADAS	COZINHA							2		1		500	1,00	500	0,70	350	220	2,27	20	2	2,5			
7	TOMADAS	COZINHA BANCADA								3	2		1.200	1,00	1200	0,70	840	220	5,45	20	2	2,5			
8	TOMADAS	COZINHA BANCADA									1		300	1,00	300	0,70	210	220	1,36	20	2	2,5			
9	TOMADAS	COZINHA BANCADA									1		300	1,00	300	0,70	210	220	1,36	20	2	2,5			
10	TOMADAS	GELADEIRA									500		500	1,00	500	0,70	350	220	2,27	20	2	2,5			
11	TOMADAS	FREEZER									500		500	1,00	500	0,70	350	220	2,27	20	2	2,5			
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
												8.072				6.220	220	16,32	40	3	6	0	0	0	
Potência Total Instalada (W)										8.072		DISJUNTOR GERAL (A)					50		DISJUNTOR DIFERENCIAL DR (A)						
Potência Total Demandada (VA)										6.220		CABO DE ENTRADA (mm²)					10,0		ELETRODUTO ENTRADA						

QLF-06 AUDITÓRIO

TABELA DE CARGAS												POTÊNCIA INSTALADA (W)	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA INSTALADA (VA)	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDA (VA)	TENSÃO VOLTS (V)	CORRENTE AMPERES (A)	DISJUNTOR AMPERES (A)	Nº FASES	CABOS SEÇÃO mm²	POTÊNCIA FASES (W)			
			FLUO.	FLUO.	INCAN.	PL	DICR.	V.M.	TOMADAS	TOMADAS	TOMADAS											TOMADAS	R	S	T
			2x32W	4x16W	60W	2x26W	50W	35W	100W	200W	300W											1			
Nº	CIRCUITO	AMBIENTE	64W	64W	60W	52W	50W	35W	100W	200W	300W														
1	ILUMINAÇÃO	TETO		15									960	0,92	1043	1,00	1.043	220	4,36	20	2	2,5			
2	ILUMINAÇÃO	ARANDELAS			6								360	0,92	391	1,00	391	220	1,64	20	2	2,5			
3	ILUMINAÇÃO	TRILHO						5					175	0,92	190	1,00	190	220	0,80	20	2	2,5			
4	TOMADAS	SALÃO								4			800	1,00	800	1,00	800	110	7,27	20	2	2,5			
5	TOMADAS	PISO									4		1.200	1,00	1200	1,00	1.200	110	10,91	20	2	2,5			
6	TOMADAS	SOM									1		300	1,00	300	1,00	300	110	2,73	20	2	2,5			
7	TOMADAS	SALÃO									1		300	1,00	300	1,00	300	110	2,73	20	2	2,5			
8	TOMADAS	PROJETOR									1		300	1,00	300	1,00	300	110	2,73	20	2	2,5			
9	TOMADAS AC	SALÃO										3.000	3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
10	TOMADAS AC	SALÃO										3.000	3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
11	TOMADAS AC	SALÃO										3.000	3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
12	TOMADAS AC	SALÃO										3.000	3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
												16.395				16.525	220	43,37	50	3	10	0	0	0	
Potência Total Instalada (W)										16.395		DISJUNTOR GERAL (A)				50		DISJUNTOR DIFERENCIAL DR (A)							
Potência Total Demandada (VA)										16.525		CABO DE ENTRADA (mm²)				10,0		ELETRODUTO ENTRADA							



RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

QLF-07 CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

TABELA DE CARGAS												POTÊNCIA INSTALADA (W)	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA INSTALADA (VA)	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDA (VA)	TENSÃO VOLTS (V)	CORRENTE AMPERES (A)	DISJUNTOR AMPERES (A)	Nº FASES	CABOS SEÇÃO mm²	POTÊNCIA FASES (W)			
			FLUO.	FLUO.	INCAN.	PL	DICR.	V.M.	TOMADAS	TOMADAS	TOMADAS											TOMADAS	R	S	T
			2x32W	4x16W	60W	2x26W	50W	35W	100W	200W	300W											1			
Nº	CIRCUITO	AMBIENTE	64W	64W	60W	52W	50W	35W	100W	200W	300W														
1	ILUMINAÇÃO	HALL / SALÃO		9									576	0,92	626	1,00	626	220	2,62	20	2	2,5			
2	ILUMINAÇÃO	SALÃO				3							156	0,92	170	1,00	170	220	0,71	20	2	2,5			
3	ILUMINAÇÃO	CAFE				1	3						202	0,92	220	1,00	220	220	0,92	20	2	2,5			
4	TOMADAS	HALL / SALÃO							1	2			500	1,00	500	1,00	500	220	2,27	20	2	2,5			
5	TOMADAS	SALÃO									2		600	1,00	600	1,00	600	220	2,73	20	2	2,5			
6	TOMADAS	SALÃO									3		900	1,00	900	1,00	900	220	4,09	20	2	2,5			
7	TOMADAS	SALÃO								2			400	1,00	400	1,00	400	220	1,82	20	2	2,5			
8	TOMADAS	CAFÉ									3		900	1,00	900	0,70	630	220	4,09	20	2	2,5			
9	TOMADAS	CAFÉ									1		300	1,00	300	0,70	210	220	1,36	20	2	2,5			
10	TOMADAS	CAFETEIRA									2.100		2.100	1,00	2100	0,70	1.470	220	9,55	20	2	2,5			
11	TOMADAS AC	SALÃO									3.000		3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
12	TOMADAS AC	SALÃO									3.000		3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
13	TOMADAS AC	SALÃO									3.000		3.000	1,00	3000	1,00	3.000	220	13,64	25	2	4,0			
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
												15.634				14.725	220	38,64	50	3	10	0	0	0	
Potência Total Instalada (W)												15.634	DISJUNTOR GERAL (A)						50	DISJUNTOR DIFERENCIAL DR (A)					
Potência Total Demandada (VA)												14.725	CABO DE ENTRADA (mm²)						10,0	ELETRODUTO ENTRADA					

QLF-08 HALL / ALMOXARIFADO / DEPÓSITO / ILUMINAÇÃO EXTERNA

TABELA DE CARGAS												POTÊNCIA INSTALADA (W)	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA INSTALADA (VA)	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDA (VA)	TENSÃO VOLTS (V)	CORRENTE AMPERES (A)	DISJUNTOR AMPERES (A)	Nº FASES	CABOS SEÇÃO mm²	POTÊNCIA FASES (W)			
			FLUO.	FLUO.	INCAN.	PL	DICR.	V.M.	TOMADAS	TOMADAS	TOMADAS											TOMADAS	R	S	T
			2x32W	4x16W	60W	2x26W	50W	35W	100W	200W	300W											1			
Nº	CIRCUITO	AMBIENTE	64W	64W	60W	52W	50W	35W	100W	200W	300W														
1	ILUMINAÇÃO	ALMOXARIFADO / DEPÓSITO	2										128	0,92	139	1,00	139	220	0,58	20	2	2,5			
2	ILUMINAÇÃO	WC MASC / FEMININO				6							312	0,92	339	1,00	339	220	1,42	20	2	2,5			
3	ILUMINAÇÃO	ARANDELAS EXTERNAS			11								660	0,92	717	1,00	717	220	3,00	20	2	2,5			
4	ILUMINAÇÃO	HALL	18										1.152	0,92	1252	1,00	1.252	220	5,24	20	2	2,5			
5	TOMADAS	BEBEDOUROS								3			600	1,00	600	1,00	600	220	2,73	20	2	2,5			
6	TOMADAS	DEPÓSITO / ALMOX.							3				300	1,00	300	1,00	300	220	1,36	20	2	2,5			
IE1	ILUMINAÇÃO	POSTES ESTACION.								4			600	0,92	652	1,00	652	220	2,73	20	2	2,5			
IE2	ILUMINAÇÃO	POSTES ESTACION.								4			600	0,92	652	1,00	652	220	2,73	20	2	2,5			
IE3	ILUMINAÇÃO	POSTES ESTACION.								4			600	0,92	652	1,00	652	220	2,73	20	2	2,5			
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
												4.952				5.304	220	13,92	32	3	6	0	0	0	
Potência Total Instalada (W)										4.952	DISJUNTOR GERAL (A)						32	DISJUNTOR DIFERENCIAL DR (A)							
Potência Total Demandada (VA)										5.304	CABO DE ENTRADA (mm²)						6,0	ELETRODUTO ENTRADA							



RELAÇÃO DE CARGAS - PRÉDIO ADMINISTRATIVO

QLF 9 - CHUVEIROS

TABELA DE CARGAS												POTÊNCIA INSTALADA (W)	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA INSTALADA (VA)	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDA (VA)	TENSÃO VOLTS (V)	CORRENTE AMPERES (A)	DISJUNTOR AMPERES (A)	Nº FASES	CABOS SEÇÃO mm²	POTÊNCIA FASES (W)			
			FLUO.	FLUO.	INCAN.	PL	DICR.	V.M.	TOMADAS	TOMADAS	TOMADAS											TOMADAS	R	S	T
			2x32W	4x16W	60W	2x26W	50W	35W	100W	200W	300W											1			
Nº	CIRCUITO	AMBIENTE	64W	64W	60W	52W	50W	35W	100W	200W	300W														
1	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
2	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
3	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
4	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
5	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
6	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
7	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
8	TOMADAS	CHUVEIRO										4.500	4.500	1,00	4500	0,57	2.565	220	11,66	32	2	6,0			
R	RESERVA																								
R	RESERVA																								
												36.000				20.520	220	53,85	63	3	16	0	0	0	
Potência Total Instalada (W)										36.000	DISJUNTOR GERAL (A)					63	DISJUNTOR DIFERENCIAL DR (A)								
Potência Total Demandada (VA)										20.520	CABO DE ENTRADA (mm²)					16,0	ELETRODUTO ENTRADA								

POTÊNCIA TOTAL(VA): 89.143

CORRENTE TOTAL(A): 234

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Unidades de Infraestrutura de Apoio



UNIDADES DE INFRAESTRUTURA DE APOIO

Instalações Hidráulicas

1. Normas Aplicáveis

A execução das instalações, bem como os materiais empregados, deverão atender aos requisitos das últimas edições das Normas ABNT/INMETRO.

Os sistemas de tubulações foram definidos e projetados a partir das recomendações das seguintes normas técnicas da ABNT:

NBR - 5626 – Água Potável Fria

NBR - 7198 – Água Potável Quente

NBR - 8160 – Esgotos Sanitários e Ventilações

A elaboração do projeto acompanhou estudos em conjunto com os demais sistemas, não devendo portanto, haver modificação alguma, sem previa autorização da FISCALIZAÇÃO.

As características técnicas para aparelhos e equipamentos foram estabelecidas com base em equipamentos habitualmente disponíveis no mercado, ou projeto específico, sendo que eventuais divergências ocasionadas pela disponibilidade de novos produtos, deverão ser tratadas pelo CONSTRUTOR ou PROPRIETÁRIO, como aumento de carga, com as implicações técnicas e normativas decorrentes destes fatos.

Quaisquer dúvidas em relação aos desenhos, especificações, Normas, medidas recomendadas ou interpretações, deverão ser dirimidas em consulta à FISCALIZAÇÃO, cabendo a paralisação dos serviços, até a solução da questão, sem ônus para o CONTRATANTE.

2. Descrição das Instalações

a) Orientações Básicas de montagem

Todas as tubulações quando na horizontal, deverão ser assentadas sobre apoios conforme o seguinte esquema:

Em tubulações enterradas: lastro de concreto ou terreno firmemente compactado.

Em tubulações sobre lajes: serão apoiadas sobre lastro contínuo de tijolos maciços, assentados de maneira apropriada.

Em tubulações suspensas nas lajes: serão afixadas na estrutura por meio de suportes apropriados, dando-se preferência a vergalhões seguidos de braçadeiras e/ou perfilados metálicos, conforme padrões de boa técnica.

As tubulações de PVC rígido não poderão, em hipótese alguma, ficar sujeitas a solicitações mecânicas nem serem embutidas em elementos estruturais do edifício, salvo em furações previstas e indicadas em projeto.



Os espaçamentos máximos entre apoios (suportes) de tubos de PVC devem obedecer à tabela a seguir:

DIÂMETRO NOMINAL (mm)	ESPAÇAMENTO MÁXIMO (mm)
20 (1/2")	0,9
25 (3/4")	1,0
32 (1")	1,1
40 (1 1/4")	1,3
50 (1 1/2")	1,5
60 (2")	1,7
75 (2 1/2")	1,9
85 (3")	2,1
110 (4")	2,5
150 (6")	2,8

Nas instalações enterradas, os tubos de PVC rígido deverão ficar, no mínimo a 0,80 m de profundidade, se houver tráfego e 0,60 m de profundidade nos demais casos. Fora destes parâmetros, os tubos deverão ser convenientemente envelopados em concreto.

b) Testes

- Tubulação de água fria:

Norma Técnica Referência NBR 5626/98 – ABNT

As tubulações a serem testadas devem ser preenchidas com água potável, cuidando-se para que o ar seja expelido completamente do seu interior.

Um equipamento que permita elevar gradativamente a pressão de água deve ser ligado às tubulações.

Este equipamento deve possuir manômetro adequado e aferido para leitura das pressões nas tubulações.

O valor da pressão de ensaio deve ser no mínimo, 1,5 vezes o valor da pressão em condições estáticas.

De acordo com as características do presente projeto, para que não haja qualquer dúvida no ato da execução dos testes de tubulações acima descritos, as pressões deverão ser adotadas de acordo com a seguinte tabela:



Critério: NORMA NBR 5657/75 – ABNT

SISTEMA	ÍTEM DA INSTALAÇÃO	PRESSÃO DE SERVIÇO MÁX. (kg/cm ²)	PRESSÃO DE TESTE	
			(kg/cm ²)	(mca)
ÁGUA FRIA	Adução da rede pública - vem do hidrômetro	5,00	7,50	75,00
	Barriletes e Prumadas de distribuição	4,00	6,00	60,00
	Ramais de distribuição	4,00	6,00	60,00

Alcançando o valor da pressão de ensaio, as tubulações devem ser inspecionadas visualmente, bem como deve-se observar eventual queda de pressão no manômetro. Após um período de pressurização de 1 (uma) hora parte da tubulação ensaiada pode ser considerada estanque, se não for detectado vazamento nem ocorrer queda de pressão. No caso de se detectado vazamento, o mesmo deve ser reparado e o procedimento repetido.

- Tubulação de esgoto:

Norma Técnica Referência NBR 8160/99 – ABNT

• Ensaio com água:

O ensaio com água deve ser aplicado à instalação como um todo por seções.

No ensaio da instalação como um todo, toda abertura deve ser convenientemente tamponada exceto a mais alta, por onde deve ser introduzida água até o transbordamento da mesma por essa abertura e mantida por um mínimo de 15 minutos.

No ensaio por seções a pressão resultante no ponto mais baixo da tubulação não deve exceder a 60 kPa (6 mca).

No limite máximo de 60 kPa (6 mca) deve ser ultrapassado sempre que for verificado pela análise do projeto, que um entupimento em um trecho da tubulação pode ocasionar uma pressão superior a esta.

O trecho em que for constatado o descrito acima, deve ser ensaiado com água, adotando pressão estática no ponto mais desfavorável igual a causada pelo eventual entupimento.

• Ensaio com ar:

No ensaio com ar, toda entrada ou saída da tubulação deve ser convenientemente tamponada, à exceção daquela pela qual será introduzido o ar.

O ar deve ser introduzido no interior da tubulação até que atinja uma pressão uniforme de 35 kPa (3,5 mca).

Esta pressão deve ser manter pelo período de 15 minutos sem a introdução do ar adicional.

O limite máximo de 35 kPa deve ser ultrapassado sempre que for verificado um equipamento em um trecho da tubulação possa ocasionar uma pressão superior a esta.



O trecho que for constatado o descrito acima, deve ser ensaiado com ar a uma pressão igual à pressão máxima resultante do eventual entupimento.

• **Ensaio final com fumaça:**

Para a realização do ensaio final com fumaça todos os fechos hídricos dos aparelhos devem ser completamente cheios com água, devendo as demais aberturas serem convenientemente tamponadas com exceção das aberturas dos ventiladores primários e da abertura de introdução da fumaça.

A fumaça deve ser introduzida no interior do sistema através da abertura respectiva de cada ventilador deve ser convenientemente tamponada.

A fumaça deve ser continuamente introduzida até que se atinja uma pressão de 0,25 kPa (0,025 mca).

Esta pressão deve ser manter pelo período mínimo de 15 min., sem que seja introduzida fumaça adicional.

c) Materiais

- **Água potável fria**

Tubos e conexões:

Ligação Predial: A cargo da CAESB

Cavalete para o hidrômetro: Aço carbono galvanizado, conforme Din 2440, extremidades roscáveis, rosca BSP, com conexões de ferro maleável, roscáveis, galvanizadas, classe 150 Lbs.,

Rede de adução desde o hidrômetro da CAESB até o reservatório superior em ferro galvanizado – DIN 2458

Tubos e conexões de PVC rígido, classe 15, Serie "A", extremidades soldáveis.

Registros de paragem:

Aparentes: Registros de gaveta e demais registros até $\varnothing$ 4" inclusive, serão em bronze ou latão, extremidades roscáveis, hastes fixas, classe 125 libras, linha industrial, de acabamento bruto.

Registros de esfera: serão em bronze, extremidades roscáveis, hastes em latão, classe 150 libras, acabamento bruto.

Embutidos: Registros de pressão e demais metais sanitários para pias, lavatórios etc, serão com canoplas e acabamentos cromado.

Válvulas:

Válvulas de retenção: Serão em bronze do tipo portinhola, extremidades roscáveis, classe 125 libras.

- **Sistema de esgoto sanitário e ventilações**

Tubos e conexões:

Tubos de queda e coletores suspensos:

PVC rígido reforçado, juntas elásticas com anéis de borracha.



Arranjos secundários e ventilações:

PVC rígido conforme NBR - 5688 da ABNT (branco), pontas lisas, com conexões de PVC rígido soldáveis para bitolas de 40 mm e juntas elásticas com anéis de borracha, para bitolas entre 50 e 100 mm.

Maneira de instalar:

As juntas serão vedadas com anéis de borracha, do mesmo fabricante.

Nas inflexões dos tubos de queda da vertical para a horizontal, usar curvas e/ou junções simples, em material resistente em peças de mesmo material que os tubos, porém reforçadas.

Caixas Sifonadas:

• Sifonados:

Caixas sifonadas indicadas no projeto serão em PVC rígido, medidas padronizadas em 150 X 150 X 75/50 mm, ou 100 x 150 x 50 mm, completas, com porta grelhas e grelhas em aço inox, do mesmo fabricante dos tubos e conexões.

Secos:

Em PVC rígido, 100 X 100 X 40 mm, completos, com porta grelhas e grelhas em aço inox, do mesmo fabricante dos tubos e conexões.

Louças e metais sanitários:

Serão utilizadas as linhas convencionais branca, e metais cromados.

3. Sistema de Água Quente

A geração de água quente será feita por um sistema de placas solares juntamente com um aquecedor elétrico localizado na laje, sobre o vestiário masculino.

Estas placas são projetadas para absorver a energia dos raios solares, transformar esta energia em calor que por sua vez será transmitido ao fluido em aquecimento.

O aquecedor elétrico fornece um aquecimento complementar para não interromper o fornecimento de água quente. Nos períodos sem sol, a água será aquecida pela resistência elétrica do boiler automaticamente.

As tubulações de água fria para alimentação do sistema deverá ser em PVC marron CL15, e as tubulações água quente, em cobre CLE.

As tubulações de água quente deverão ser isoladas termicamente.

A circulação da água entre as placas e o boiler será por convecção, portanto deverá ser mantida uma diferença de nível entre a face superior da célula e a face inferior do boiler de pelo menos 30cm.

As células deverão apontar preferencialmente para o norte ou nordeste.

Estão previstas 6 placas solares com dimensões de 1,82mt x 1,14mt, e deverão ser instaladas com inclinação mínima de 21° e máxima de 31°.

O boiler utilizado foi previsto para 200 litros – alta pressão.

A bomba de recirculação deverá ter vazão máxima de 8m³/hora; H=10mca.

DIMENSIONAMENTO DAS FOSSAS

1 - Fossa Séptica:

Em áreas onde não se encontra um sistema de tratamento de esgoto efetivo, há a necessidade de oferecer um sistema compatível com as necessidades do local.

Para atender sistemas isolados individuais ou condominiais não providos de sistemas de coleta e de tratamento de esgoto pode-se optar pela utilização da fossa séptica. As fossas sépticas, que normalmente são de câmara única, permitem a sedimentação dos sólidos, a flotação das gorduras e óleos graxos, o armazenamento (lodo) e a sua digestão que ocorre em zona anaeróbia.

O interior do tanque séptico é constituído por uma zona onde flota na superfície do líquido uma camada de gordura e substâncias graxas (camada de espuma), uma zona aeróbia e uma zona anaeróbia onde o lodo é digerido conforme Figura 1.

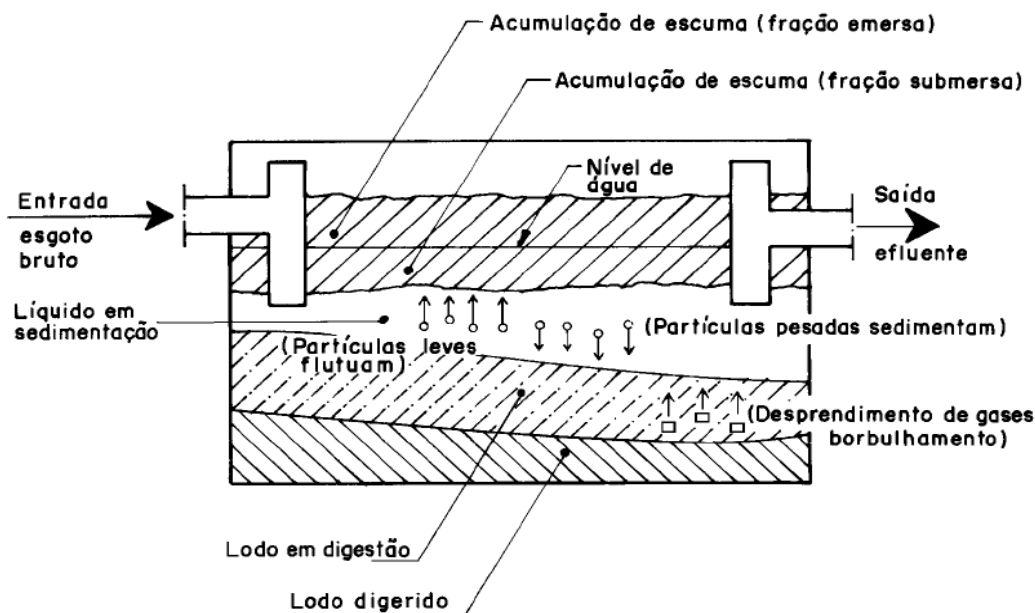


Figura 1 – funcionamento da fossa séptica segundo NBR 722

Por estas características a fossa séptica pode ser chamada também de decanto-digestora. A utilização da fossa séptica em lugares isolados e desprovidos de sistemas de tratamentos de esgoto é uma alternativa a baixo custo, pois a fossa opera sem o uso de energia.

A velocidade e a permanência do líquido no tanque séptico permitem que haja a separação dos sólidos contidos no líquido, promovendo o acúmulo dos sólidos e sua digestão limitada.

A digestão anaeróbia se desenvolve principalmente no lodo retido, onde ocorre a atividade de transformação da matéria orgânica, usando bactérias facultativas ou



anaeróbias com agentes. Atuando na ausência de oxigênio reduzem as substâncias orgânicas pouco oxidadas com disposição ou liquefação de alguns sólidos. Sendo nesta fase que ocorre a liberação dos gases.

O sistema de tanque séptico aplica-se usualmente ao tratamento de esgoto doméstico, sendo esse com dimensões próprias a receber todos os despejos a ele conferidos.

O tanque séptico pode ser uma unidade cilíndrica ou prismática retangular, onde necessariamente impera o fluxo horizontal e contínuo do efluente.

Seguindo as recomendações da NBR 7229 - *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos* – a geometria dos tanques seguem a seguinte recomendação: Os cilíndricos são empregados em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade.

A composição formada no seu interior produz principalmente o gás natural (CH_4 + CO_2) e pequenas quantidades do gás sulfídrico (H_2S), entre outros.

A fossa séptica deve operar preservando a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, sendo, portanto feita de material estanque não permitindo a entrada de águas pluviais ou despejos capazes de causar interferência negativa no processo de tratamento como, por exemplo, o aumento excessivo da vazão do esgoto afluente.

O tratamento que ocorre, no entanto, é de nível primário. Ainda estão presentes, no efluente que sai da fossa séptica, matéria orgânica, patógenos e nutrientes.

Ao se instalar uma fossa séptica, deve ser prevista desde o início do uso, a retirada periódica do lodo que se acumula no fundo do tanque, a fim de garantir o bom funcionamento do sistema. O lodo removido apresenta organismos patogênicos precisando ser disposto adequadamente. A falta de destinação adequada deste lodo resulta em comprometimento do lençol freático e da saúde pública.

As fossas sépticas devem ser dimensionadas de acordo com o número de pessoas que a utilizarão.

A principal finalidade da fossa séptica é de clarificar o efluente reduzindo a concentração de sólidos sedimentáveis e a demanda bioquímica de oxigênio.

É vedado o encaminhamento ao tanque séptico de:

- a) Águas pluviais;
- b) Despejos capazes de causar interferência negativa em qualquer fase do processo de tratamento ou a elevação excessiva da vazão do esgoto afluente.

2. Disposição de efluentes: sumidouros:

Sumidouros:

O sumidouro é uma unidade de deposição final e depuradora do efluente da fossa séptica. Assumindo uma posição vertical na sua implantação no solo o sumidouro tem seu uso favorável em áreas onde o aquífero é profundo, onde se possa ter a garantia de uma distância mínima correspondente a 1,50 metros entre o seu fundo e o nível máximo do lençol freático.

O sumidouro tem obstrução das suas superfícies internas periodicamente, tendo na ocasião de substituição por outro poço, deixar as paredes internas do sumidouro substituído, expostas ao ar livre, por um tempo determinado de no mínimo seis meses, para que se possa permitir a sua capacidade infiltrativa.

Sendo uma unidade verticalizada, é frequente que o sumidouro alcance diversas camadas de características distintas, necessitando assim, proceder a uma apuração da capacidade de infiltração de água no solo para cada uma destas camadas, conseguindo assim a capacidade média de percolação de água no solo sugerido.

Sendo assim as dimensões dos sumidouros são encontradas de acordo com a capacidade de absorção do solo.

A construção dos sumidouros deve ser constituída de paredes em alvenaria de tijolos, onde estes sejam assentados com junta livre ou de anéis pré-moldados de concreto, com perfurações feitas de modo adequado. Não se deve usar argamassa entre as unidades constituinte do sumidouro para que a percolação da água atinja todas as direções possíveis. No fundo do sumidouro é previsto uma camada igual ou superior a 0,50 metros de brita Nº 3 ou 4, cascalho ou coque segundo figura 2. As lajes que cobrem o sumidouro devem estar no nível do terreno e ter uma abertura de inspeção com fechamento hermético. Na presença de sumidouros consecutivos os sumidouros cilíndricos devem se manter afastados a uma distância igual a três vezes o seu diâmetro e nunca inferior a seis metros.

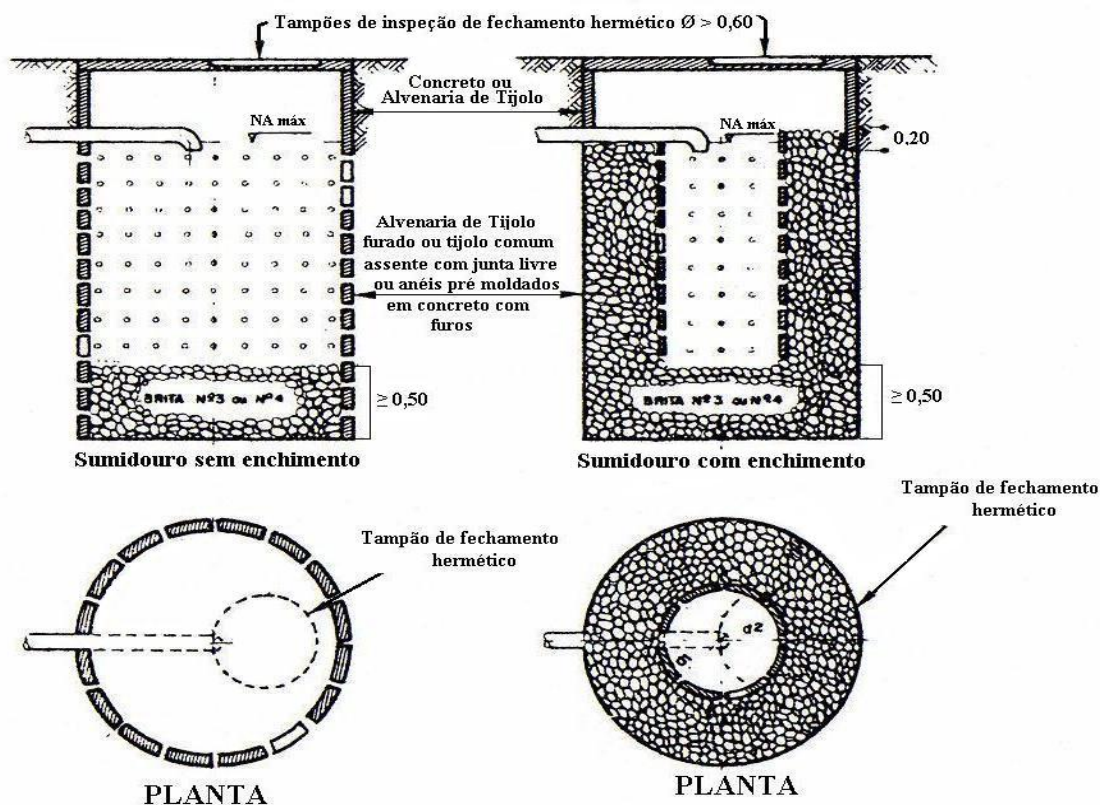


Figura 2 – desenho de sumidouro cilíndrico segundo NBR 13969.

3. Cálculo das fossas sépticas e sumidouros:

3.1. Parâmetros:

Os tanques sépticos adotados serão prismáticos retangulares tomando uma maior área horizontal e menor profundidade visando a uma maior facilidade na manutenção.

O intervalo de limpeza do lodo nas fossas será de 1 ano.

Segundo a NBR 7229 - *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos* – a largura interna mínima das fossas séptica prismática retangular devem ser de no mínimo: 0,80m e a relação comprimento/largura compreendidas em 2:1 (mínimo) e 4:1(máximo).

Para achar as vazões necessárias e poder dimensionar as fossas sépticas e sumidouros para as unidade foram utilizadas as normas:

NBR 7229 - 1993 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

NBR 13969 - 1997 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

Aplicando o resultado da quantidade de funcionários à norma NBR 7229 da ABNT foi possível concluir os cálculos para achar a vazão de esgoto produzido por determinada quantidade de contribuintes e assim poder dimensionar o sistema de tratamento para as unidades . As fórmulas usadas foram:

Cálculo do volume útil da fossa séptica segundo NBR 7229/1993:

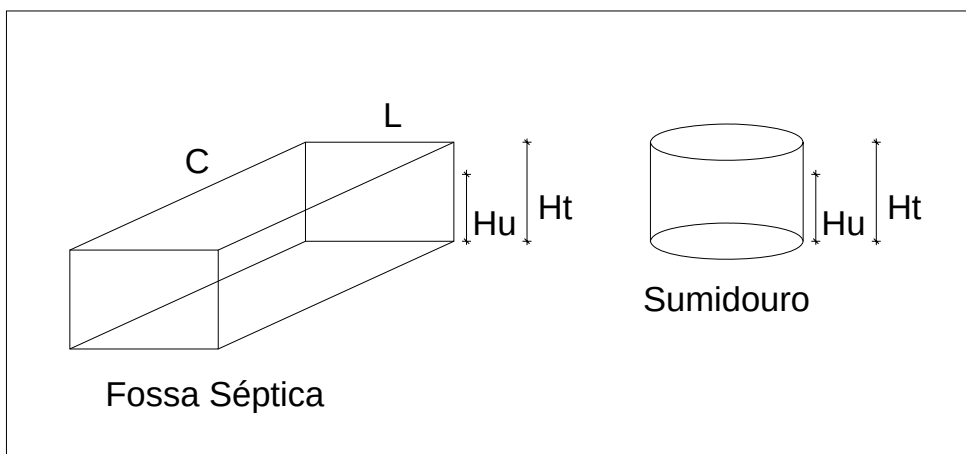
$$V_u = 1000 + N (CT + KLf)$$

Onde :

Vu	Volume útil, em litros;
N	Número de pessoas ou unidades de contribuição;
C	contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;
T	Período de detenção, em dias;
K	taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;
Lf	contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia.

Foi adotado os seguintes valores para cálculo do volume útil seguindo as tabelas da NBR 7229:

- C = 50
- Lf = 0,20
- K = 57



Onde:

C = Comprimento
L = Largura
Hu = Altura útil
Ht = Altura total
D = Diâmetro

3.2. Cálculo dos sistemas de tratamento e de disposição final:

Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969

Volume útil e medidas da fossa séptica: para prédios da Administração e Oficina, considerando 70 e 20 funcionários respectivamente, total 90 contribuintes.

$$V_u = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 90 \times (50 \times 0,83 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 90 \times (52,90)$$

$$V_u = 5761 \Rightarrow 5765 \text{ Litros} \Rightarrow 5,765 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V}{H_u} \Rightarrow A = \frac{5,765 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 3,844 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{3,844}{2} \text{ logo } L = 1,386 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$C = 2,80 \text{ m}$$

$$L = 1,40 \text{ m}$$

$$H_u = 1,50 \text{ m}$$

$$H_t = 1,80 \text{ m}$$

Volume útil:

- do sistema: 5880 Litros
- por dia: 4500 Litros / dia

Volume útil e medidas do sumidouro: para 90 contribuintes

$$V_u = 5,765 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{5,765 \text{ m}^3}{2,50 \text{ m}} = 2,88 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right)$$

$$\text{logo } D^2 = \left(\frac{2,88 \times 4}{\pi} \right) \Rightarrow D = 1,71 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$D = 1,75 \text{ m}$$

$$H_u = 2,50 \text{ m}$$

$$H_t = 2,80 \text{ m}$$

Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969

Volume útil e medidas da fossa séptica: para prédios da Portaria e Guarita, considerando 15 e 4 funcionários respectivamente, total 19 contribuintes.

$$V_u = 1000 + N_x (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 19_x (50 \times 1,00 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 19_x (61,40)$$

$$V_u = 2166,60 \Rightarrow 2167 \text{ Litros} \Rightarrow 2,167 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V}{H_u} \Rightarrow A = \frac{2,167 \text{ m}^3}{1,20 \text{ m}} = 1,8058 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{1,8058}{2} \text{ logo } L = 0,9502 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$C = 2,00 \text{ m}$$

$$L = 1,00 \text{ m}$$

$$H_u = 1,20 \text{ m}$$

$$H_t = 1,50 \text{ m}$$

Volume útil:

- do sistema: 2400 Litros

- por dia: 950 Litros / dia

Volume útil e medidas do sumidouro: para 19 contribuintes

$$V_u = 2,167 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{2,167 \text{ m}^3}{2,00 \text{ m}} = 1,0835 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (1,0835 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,174 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$D = 1,20 \text{ m}$$

$$H_u = 2,00 \text{ m}$$

$$H_t = 2,30 \text{ m}$$

Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969

Volume útil e medidas da fossa séptica: para prédio da Balança, considerando 4 funcionários, total 4 contribuintes.

$$V_u = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 4 \times (50 \times 1,00 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 4 \times (61,40)$$

$$V_u = 1245,60 \Rightarrow 1246 \text{ Litros} \Rightarrow 1,246 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V}{H_u} \Rightarrow A = \frac{1,215 \text{ m}^3}{1,20 \text{ m}} = 1,038 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{1,038}{2} \text{ logo } L = 0,72 \text{ m} *$$

* a largura mínima exigida pela norma é de 0,80 m.

Medidas (arredondadas):

$$C = 1,60 \text{ m}$$

$$L = 0,80 \text{ m}$$

$$H_u = 1,20 \text{ m}$$

$$H_t = 1,50 \text{ m}$$

Volume útil:

- do sistema: 1536 Litros

- por dia: 200 Litros / dia

Volume útil e medidas do sumidouro: para 4 contribuintes

$$V_u = 1,246 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{1,246 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 0,831 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (0,831 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,028 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$D = 1,05 \text{ m}$$

$$H_u = 1,50 \text{ m}$$

$$H_t = 1,80 \text{ m}$$

Volume útil do sistema de tratamento: Medidas conforme NBR 7229 / NBR 13969

Volume útil e medidas da fossa séptica: para área do Auditório e Centro de Educação Ambiental, considerando 56 e 44 funcionários, total 100 contribuintes.

$$V_u = 1000 + N \times (CT + KLf)$$

$$V_u = 1000 + 100 \times (50 \times 0,75 + 57 \times 0,20)$$

$$V_u = 1000 + 100 \times (48,90)$$

$$V_u = 5890 \Rightarrow 5890 \text{ Litros} \Rightarrow 5,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V}{H_u} \Rightarrow A = \frac{5,89 \text{ m}^3}{1,50 \text{ m}} = 3,927 \text{ m}^2$$

$$C = 2L$$

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = \frac{3,927}{2} \text{ logo } L = 1,4012 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$C = 2,90 \text{ m}$$

$$L = 1,45 \text{ m}$$

$$H_u = 1,50 \text{ m}$$

$$H_t = 1,80 \text{ m}$$

Volume útil:

- do sistema: 6307,50 Litros
- por dia: 5000 Litros / dia

Volume útil e medidas do sumidouro: para 100 contribuintes

$$V_u = 5,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Área} = \frac{V_u}{H_u} = \frac{5,89 \text{ m}^3}{2,50 \text{ m}} = 2,356 \text{ m}^2$$

$$\text{como } A = (\pi \times D^2) / 4$$

$$\text{logo } D^2 = (2,356 \times 4) / \pi \Rightarrow D = 1,732 \text{ m}$$

Medidas (arredondadas):

$$D = 1,75 \text{ m}$$

$$H_u = 2,50 \text{ m}$$

$$H_t = 2,80 \text{ m}$$

ANEXO 4

Estação de Pré-Tratamento de Chorume

MEMORIAL DESCRITIVO

Estação de Pré-Tratamento de Chorume

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

ÍNDICE GERAL

1. PREMISSA	4
2. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO.....	4
2.1. VARIAÇÃO DA VAZÃO DE CHORUME.....	4
2.1.1. VAZÕES MÉDIAS E MÁXIMAS DE CHORUME NAS DIFERENTES ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO	5
2.1.2. VAZÕES MÁXIMAS DE CHORUME A SEREM ENVIADAS À ETE DE MELCHIOR	8
2.2. VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS DO CHORUME	10
2.2.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS EM TEMPO DE CHUVA DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO	11
2.2.2. MODELO PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO	12
2.2.3. EVOLUÇÃO DAS CARGAS DOS POLUENTES DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO, EM TEMPOS DE CHUVA, ATRAVÉS DOS ANOS DE OPERAÇÃO DO ATERRO.	13
3. DADOS BÁSICOS DE PROJETO	14
3.1. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO NÃO ESTABILIZADO.....	14
3.2. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS ESTABILIZAÇÃO	14
3.3. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS PRÉ-TRATAMENTO	15
4. JUSTIFICATIVA DE PROCESSO	16
4.1. REMOÇÃO DE AREIA E METAIS PESADOS	16
4.2. EQUALIZAÇÃO DE CARGA HIDRÁULICA E CARGA POLUIDORA.....	17
4.3. REMOÇÃO DO NITROGÊNIO AMONÍACAL	17
4.4. CARGA ORGÂNICA BIODEGRADÁVEL (DQO, DBO5)	18
4.5. LAGOA DE EMERGÊNCIA	18
5. DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO E SUA OPERAÇÃO	19
6. CRITÉRIOS DE PROJETO	21
6.1. GRADEAMENTO.....	21
6.2. CAIXAS DE AREIA E POÇO DE BOMBEAMENTO.....	21
6.3. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO E LAGOA DE EMERGÊNCIA.....	21
6.4. PRÉ-TRATAMENTO BIOLÓGICO.....	22
6.4.1. ETAPA DE DENITRIFICAÇÃO	23
6.4.2. ETAPA DE NITRIFICAÇÃO	24
6.4.3. PRODUÇÃO DE LODO EM EXCESSO	25
6.4.4. BALANÇO DE ALCALINIDADE	25
6.4.5. CÁLCULO DA REQUISIÇÃO DE OXIGÊNIO EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS (AOR).....	26
6.4.6. SEPARAÇÃO DA BIOMASSA	27
6.4.7. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DO CHORUME	28

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

6.5. DESIDRATAÇÃO DO LODO	30
7. LISTA DE EQUIPAMENTOS / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	31
7.1. GRADEAMENTO	31
7.2. CALHA PARSHALL	31
7.3. PENEIRA	31
7.4. CAIXAS DE AREIA	32
7.5. POÇO DE RECALQUE.....	32
7.6. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PARA LAGOAS.....	32
7.7. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO.....	33
7.8. LAGOA DE EMERGÊNCIA	33
7.9. BOMBAS DE DRAGAGEM DE LODO.....	34
7.10. BAG DE FILTRAÇÃO	34
7.11. TANQUE DE PREPARO DE SUSPENSÃO DE CAL	34
7.12. AGITADOR PARA TANQUE DE SUSPENSÃO DE CAL	35
7.13. BOMBAS DE DOSAGEM DE SUSPENSÃO DE CAL.....	35
7.14. POÇO DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO.....	35
7.15. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO	36
7.16. VALO DE OXIDAÇÃO – Tratamento Biológico	36
7.17. AERADORES SUPERFICIAIS SUBMERSOS	36
7.18. TANQUE DE ESTOCAGEM DE SOLUÇÃO DE NaOH A 50% EM PESO.....	37
7.19. BOMBA DOSADORA DE NaOH A 50%.....	37
7.20. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO.....	37
7.21. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO	38
7.22. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO.....	38
7.23. FLOTADOR POR AR DISSOLVIDO.....	38
7.24. BOMBAS DE PRESSURIZAÇÃO	39
7.25. COMPRESSOR DE AR	39
7.26. POÇO DE RECALQUE DE LODO E ESCUMAS	39
7.27. BOMBAS DE LODO EM EXCESSO.....	40
7.28. POÇO DE RECALQUE DA LAGOA DE EMERGÊNCIA	40
7.29. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME DA LAGOA DE EMERGÊNCIA.....	40
7.30. POÇO DE RECALQUE CHORUME PRÉ-TRATADO	41
7.31. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PRÉ-TRATADO.....	41
7.32. CASTELO DE ÁGUA	41
7.33. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA.....	42
7.34. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA	42
7.35. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA.....	42
7.36. CENTRÍFUGAS	43

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

**CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DISTRITO FEDERAL (CTRS-DF)
ESTAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO DE CHORUME**

1. PREMISSA

O objetivo do presente trabalho é o dimensionamento da estação de pré-tratamento do chorume gerado na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), situada na Região Administrativa de Samambaia, para que este seja encaminhado às ETE's de Melchior e Samambaia, dentro dos padrões concordados com os técnicos da Caesb.

A Estação atenderá a evolução do aterro, tanto no que diz respeito à produção de chorume, crescente com o aumento da massa de lixo disposto, quanto às suas características químico-físicas, que dependem da idade do aterro.

A tecnologia utilizada, tratamento biológico, proporcionará a redução dos parâmetros poluidores, a saber, carga orgânica biodegradável (DBO_5), carga orgânica nitrogenada (NKT, $N-NH_3$, $N-NO_3$ e $N-NO_2$) e metais pesados, caso presentes, de maneira a não prejudicar a performance das ETE's da Caesb. As eficiências de remoção dos parâmetros citados foram objeto de discussão com a Caesb e são apresentadas neste trabalho.

2. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO

Apresentamos a seguir as considerações gerais, a partir das quais foram definidos os dados básicos de projeto e que, em definitivo, nortearam o dimensionamento da estação de pré-tratamento do percolato da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), nas suas etapas de instalação.

2.1. VARIAÇÃO DA VAZÃO DE CHORUME

A vazão de chorume gerada por uma célula de disposição de lixo é crescente no tempo, proporcionalmente a área ocupada pelas células e ao volume de lixo disposto.

Uma vez encerrada a operação do aterro, com células corretamente isoladas e fechadas, deve-se esperar ao longo dos anos uma redução da vazão de chorume gerado.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

De fato, pôde ser constatado que com as células fechadas, a vazão de chorume produzido decresce no tempo com relativa rapidez. A vazão de chorume varia, também, em função da chuva incidente sobre a área de disposição do lixo e, em geral, das condições climáticas (evapotranspiração). De fato, durante o ano, a vazão cresce nos meses de chuva e decresce em tempo seco.

2.1.1. VAZÕES MÉDIAS E MÁXIMAS DE CHORUME NAS DIFERENTES ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

A determinação das vazões de chorume será realizada pelo método Suíço, que estabelece basicamente uma proporcionalidade direta entre a chuva incidente sobre o aterro e a produção de chorume.

No entanto, é necessário alertar que esta proporcionalidade se aplica às precipitações medidas em um espaço de tempo relativamente longo (Precipitação média anual, em geral, ou máxima mensal, critério este que foi utilizado, cautelosamente, nesse trabalho para definição, respectivamente, das vazões média e máxima).

A proporcionalidade não é válida para as chuvas de curta duração, visto que o aterro possui uma capacidade de acúmulo muito grande para absorvê-las e que, em geral, quanto mais intensa é a chuva, menor é a quantidade de água que permeia o aterro, comparativamente ao volume da precipitação. Por este motivo, não é correto assumir as precipitações correspondentes a eventos de curta duração e grande intensidade como base de cálculo das vazões máximas de chorume.

Outro fator a ser considerado na definição, tanto da vazão média como da vazão máxima gerada pelo aterro ao longo da sua operação, é que uma vez encerrada a operação de uma célula, desde que esta seja corretamente isolada e fechada, deve-se esperar ao longo dos anos uma progressiva redução da vazão de chorume gerado.

Por este motivo, não é possível assumir que a vazão de percolato produzida após um determinado número de anos de operação do aterro seja simplesmente a soma das vazões geradas em cada etapa da sua instalação até o momento considerado.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

A formulação do Método Suíço, utilizado para avaliação das vazões de chorume, é apresentada a seguir:

$$Q = k \times P \times A$$

Onde:

Q = Vazão de chorume que se deseja determinar;

k = Coeficiente de contribuição = 0,52

P = Precipitação;

A = Área de contribuição

Para o cálculo das vazões máximas, utilizou-se a máxima precipitação mensal observada entre os anos de 2006 a 2011, conforme dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, a saber, 282 mm.

Para o cálculo das vazões médias, utilizou-se a precipitação média anual observada no histórico entre os anos de 1960 a 1990, conforme dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, a saber, 1.555 mm.

Em adição, para as etapas encerradas, os seguintes valores de redução de vazão foram assumidos:

- 0 a 12 meses	: 15% ao ano
- 12 a 24 meses	: 10% ao ano
- 24 a 30 meses	: 5% ao ano
- A partir de 30 meses	: 3% ao ano

A partir dos dados reportados e dos cálculos realizados, os valores de vazão média e máxima de chorume, de acordo com as etapas de implantação do aterro, são apresentados na tabela a seguir:

Dados assumidos	
282 mm	Anos de referência: 2006 a 2011.
1.555 mm	Anos de referência: 1960 a 1990 (INMET)
0.52	Mét. Suço - Fator k

ETAPA 1	Duração (meses)	Duração Total	Área Fundação	Área Sobreposta	Área de Decalimento	Tempo após fechamento		Decalimento da vazão		Vazão Média				Vazão Máxima			
						Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Célula 1	2,7	2,7	49.135	-	-	(meses)	(meses)	% ano	% ano	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Célula 2	7,6	10,3	94.100	-	-	-	-	-	-	1,26	-	-	-	2,78	-	-	2,78
Célula 3	8,8	19,1	110.760	-	-	-	-	-	-	2,41	-	-	-	5,32	-	-	5,32
Célula 4	7,5	26,6	110.760	-	-	-	-	-	-	2,84	-	-	-	6,27	-	-	6,27
Célula 5	5,5	32,1	110.760	-	-	-	-	-	-	2,84	-	-	-	6,27	-	-	6,27
										2,84	-	-	-	2,84	-	-	2,84

ETAPA 2	Duração (meses)	Duração Total	Área Fundação	Área Sobreposta à Etapa 1	Área de Decalimento	Tempo após fechamento		Decalimento da vazão		Vazão Média				Vazão Máxima			
						Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Célula 1	2,0	34,1	82.150	80.930	1.220	(meses)	(meses)	% ano	% ano	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Célula 2	9,2	43,3	120.870	115.815	5.055	-	-	0%	-	2,81	2,11	-	-	4,92	4,65	-	10,84
Célula 3	10,1	53,4	134.210	122.128	12.082	-	-	15%	-	2,33	3,10	-	-	5,43	5,14	6,84	-
Célula 4	9,3	62,7	141.500	122.314	19.186	-	-	10%	-	2,08	3,44	-	-	5,52	4,59	7,59	-
Célula 5	8,3	71,0	146.550	122.125	24.425	-	-	5%	-	2,05	3,63	-	-	5,68	4,52	8,01	-
						-	-	3%	-	2,00	3,76	-	-	5,76	4,41	8,29	-
						-	-										12,70

ETAPA 3	Duração (meses)	Duração Total	Área Fundação	Área Sobreposta à Etapa 2	Área de Decalimento	Tempo após fechamento		Decalimento da vazão		Vazão Média				Vazão Máxima			
						Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Célula 1	1,0	72,0	43.900	40.450	3.450	(meses)	(meses)	% ano	% ano	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Célula 2	6,0	78,0	86.146	75.646	10.500	-	-	3%	0%	1,99	3,67	1,13	-	6,79	4,40	8,10	2,48
Célula 3	8,4	86,4	106.050	87.750	18.300	-	-	3%	15%	1,96	3,18	2,21	-	7,35	4,32	7,02	4,87
Célula 4	8,4	94,8	113.530	87.730	25.800	-	-	3%	10%	1,91	2,87	2,72	-	7,50	4,22	6,32	6,00
Célula 5	7,5	102,3	118.500	87.600	30.900	-	-	3%	5%	1,87	2,79	2,91	-	7,57	4,12	6,15	6,42
						-	-	3%	3%	1,83	2,73	3,04	-	7,60	4,03	6,03	6,70
						-	-										16,76

ETAPA 4	Duração (meses)	Duração Total	Área Fundação	Área Sobreposta	Área de Decalimento	Tempo após fechamento		Decalimento da vazão		Vazão Média				Vazão Máxima			
						Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Célula 1	17,6	119,9	322.220	322.220	-	(meses)	(meses)	% ano	% ano	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Célula 2	14,2	134,1	322.220	322.220	-	-	-	-	-	-	-	8,26	8,26	-	-	18,23	18,23
Célula 3	11,1	145,2	322.220	322.220	-	-	-	-	-	-	-	8,26	8,26	-	-	18,23	18,23
Célula 4	153,5	322,220	322.220	322.220	-	-	-	-	-	-	-	8,26	8,26	-	-	18,23	18,23
Célula 5	5,9	159,4	322.220	322.220	-	-	-	-	-	-	-	8,26	8,26	-	-	18,23	18,23
						-	-	-	-	-	-	8,26	8,26	-	-	18,23	18,23

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

2.1.2. VAZÕES MÁXIMAS DE CHORUME A SEREM ENVIADAS À ETE DE MELCHIOR

O percolado de um aterro sanitário possui grandes variações nas suas características, tanto de carga hidráulica, como de carga poluidora, as quais dependem basicamente de fatores meteorológicos, da idade do aterro e do seu modo de operação.

Para atenuar o efeito negativo que estas variações poderiam ter sobre a estação de pré-tratamento, é necessário prever um sistema de equalização que permita diminuir as variações de carga poluidora e reduzir os picos de vazão, proporcionando uma alimentação com característica o mais constante possível.

Portanto, para esta função, prevemos a instalação de duas lagoas de 9.000 m³ cada. Este volume de acúmulo permite que, quando o aterro atingir sua máxima geração de chorume, considerando que o excedente é estocado nas lagoas, na etapa 4, a vazão de percolado a ser enviado para a ETE de Melchior represente não mais que 1% do total tratado nesta estação:

Para este cálculo, a seguinte formulação foi utilizada:

$$Q_{\text{melchior}} = Q_{\text{máx}} - V_{\text{lagoas}}$$

Onde:

$Q_{\text{máx}}$ = Vazão máxima de chorume gerado (mensal);

V_{lagoas} = Volume de estocagem das 2 lagoas (18.000 m³);

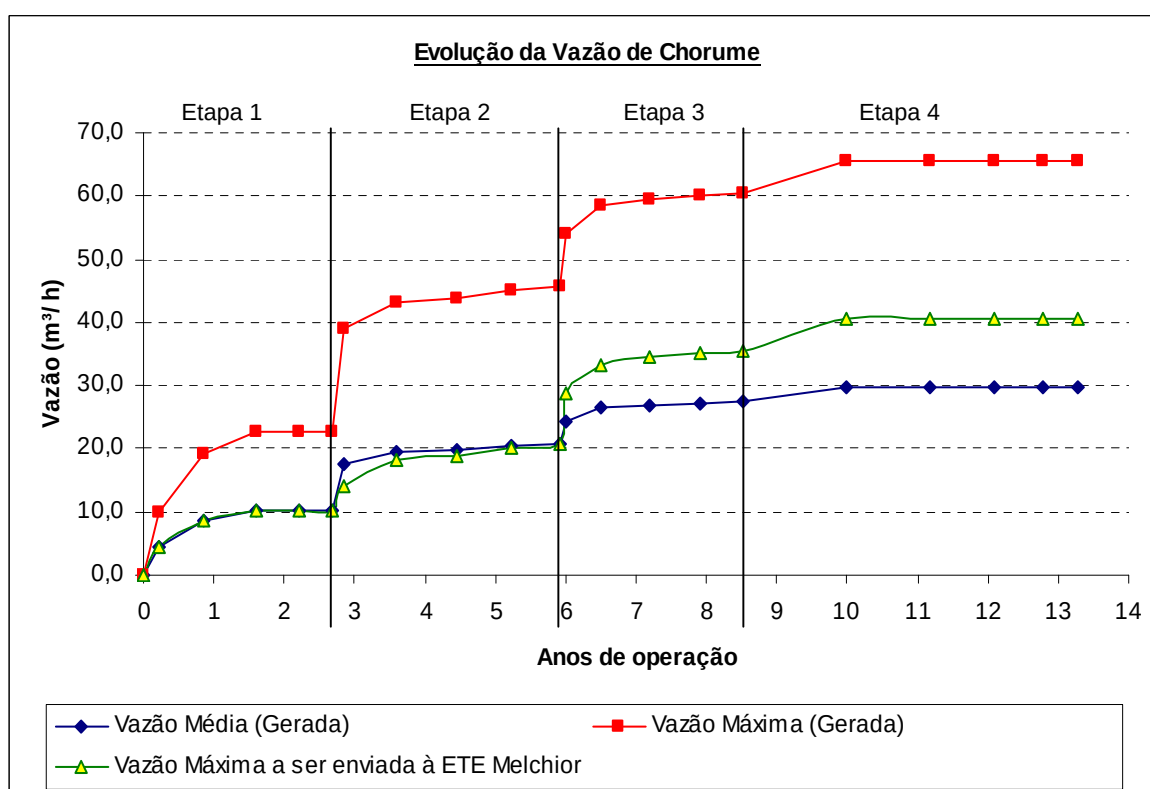
Q_{melchior} = Vazão de chorume a ser bombeado à ETE Melchior

Entretanto, para a 1ª etapa do aterro, visto que o volume de acúmulo nas lagoas é superior a um mês, devido a menor geração de chorume, assumimos a vazão média como sendo a vazão a ser enviada à ETE de Melchior.

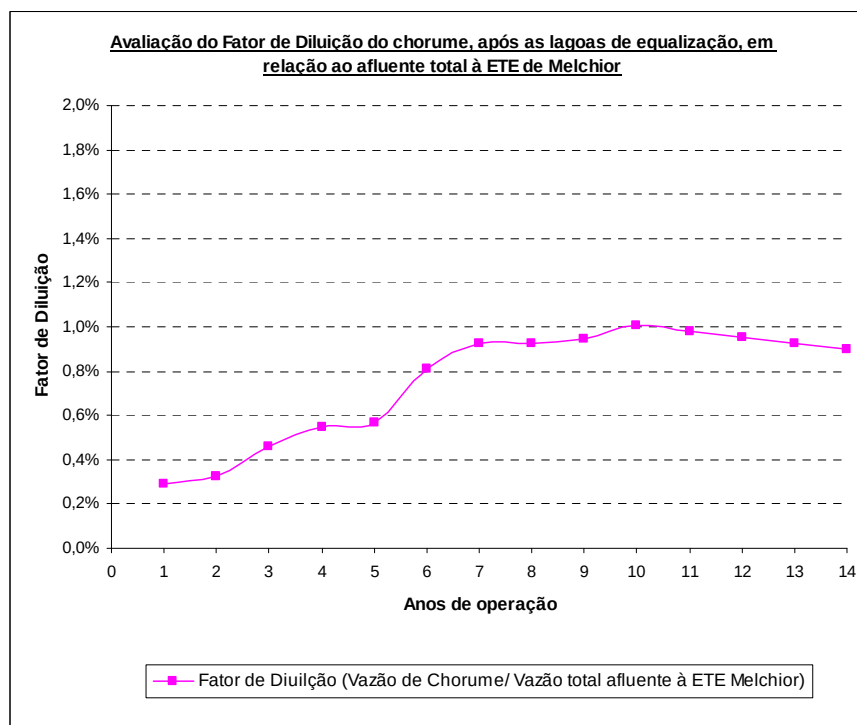
Na tabela e gráfico a seguir estão reportados os valores de vazão calculados, segundo as premissas reportadas acima:

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

	Duração		Vazão Média		Vazão Máxima		Vazão à Caesb	
	Meses	Anos	l/ s	m³/ h	l/ s	m³/ h	l/ s	m³/ h
Etapa 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,7	0,2	1,3	4,5	2,8	10,0	1,3	4,5
	10,3	0,9	2,4	8,7	5,3	19,2	2,4	8,7
	19,1	1,6	2,8	10,2	6,3	22,6	2,8	10,2
	26,6	2,2	2,8	10,2	6,3	22,6	2,8	10,2
	32,1	2,7	2,8	10,2	6,3	22,6	2,8	10,2
Etapa 2	34,1	2,8	4,9	17,7	10,8	39,0	3,9	14,0
	43,3	3,6	5,4	19,5	12,0	43,1	5,0	18,1
	53,4	4,5	5,5	19,9	12,2	43,9	5,2	18,9
	62,7	5,2	5,7	20,4	12,5	45,1	5,6	20,1
	71,0	5,9	5,8	20,7	12,7	45,7	5,8	20,7
Etapa 3	72,0	6,0	6,8	24,4	15,0	53,9	8,0	28,9
	78,0	6,5	7,4	26,5	16,2	58,4	9,3	33,4
	86,4	7,2	7,5	27,0	16,5	59,6	9,6	34,6
	94,8	7,9	7,6	27,2	16,7	60,1	9,8	35,1
	102,3	8,5	7,6	27,3	16,8	60,3	9,8	35,3
Etapa 4	119,9	10,0	8,3	29,7	18,2	65,6	11,3	40,6
	134,1	11,2	8,3	29,7	18,2	65,6	11,3	40,6
	145,2	12,1	8,3	29,7	18,2	65,6	11,3	40,6
	153,5	12,8	8,3	29,7	18,2	65,6	11,3	40,6
	159,4	13,3	8,3	29,7	18,2	65,6	11,3	40,6



AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.



2.2. VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS DO CHORUME

Para as características químico-físicas do chorume gerado por um aterro de lixo municipal valem basicamente os mesmos conceitos apresentados para a definição das variações de vazão.

Uma célula de disposição em operação gera um percolado com elevadas concentrações de sólidos suspensos, DQO, DBO, baixo Nitrogênio Amoniacal, baixa Alcalinidade, baixo pH, etc.

Uma vez, porém, que a célula é fechada, ao se instalarem condições de completa anaerobiose dentro do sistema, poderá ser observada uma redução progressiva das concentrações de DQO e DBO.

O Nitrogênio Orgânico é quase totalmente transformado em Nitrogênio Amoniacal, cujas concentrações após atingirem um pico inicial, também começam a diminuir com o tempo.

A Alcalinidade e o pH crescem, assumindo o chorume um pH alcalino.

Por ser o aterro constituído de várias células, após certo período de tempo é alcançado um equilíbrio nas características químico-físicas do chorume, cuja composição final resulta do aporte de percolado de células desativadas e de células em operação.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Para aterros desativados pode ser constatada uma relativamente rápida caída da concentração de DBO e, com menor velocidade, a diminuição do Nitrogênio Amoniacal e da DQO.

Pelos motivos acima, após o período inicial de estabilização, para o dimensionamento da estação de tratamento serão consideradas constantes as características químicas médias do percolado ao longo dos anos de operação.

Outros fatores de variação das características químico-físicas do chorume são as condições climáticas e o regime de chuva. De fato, observou-se que os parâmetros poluentes possuem concentrações menores em época de chuva e concentrações maiores em tempo seco.

Tendo em conta que para definição da vazão a ser enviada para as ETE's de Melquior/ Samambaia partiu-se das vazões máximas de tempo de chuva, para o projeto foram utilizadas as concentrações esperadas nessa época.

2.2.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS EM TEMPO DE CHUVA DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO

Como já dito, a estação de pré-tratamento prevê duas lagoas de equalização de picos de vazão e de carga poluente.

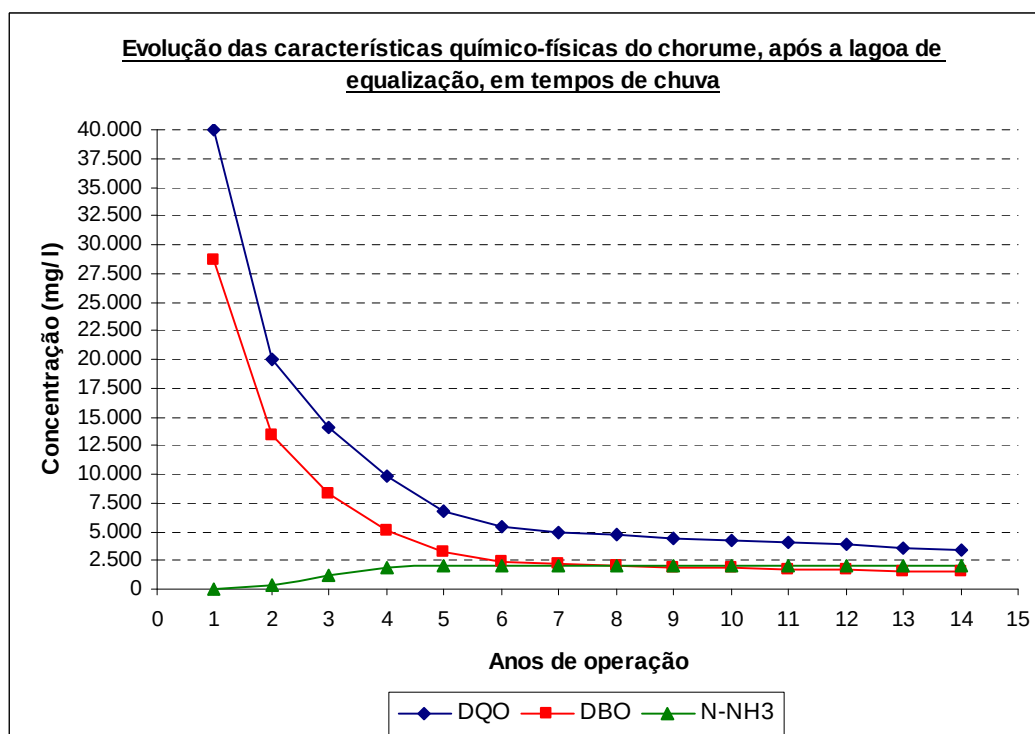
Além dessa função, o sistema de equalização proporciona, especificamente nos primeiros meses de operação do aterro, os seguintes resultados positivos:

- Devido ao longo tempo de retenção do chorume, visto que a vazão inicialmente produzida pelo aterro é pequena, as lagoas de equalização acabam operando como reatores anaeróbios, proporcionando uma significativa redução da carga orgânica, que nessa fase é particularmente elevada;

- As lagoas permitem a decantação dos sólidos em suspensão que nessa fase possuem concentração elevada.

Seguindo essas premissas, nos gráficos abaixo estão reportadas as evoluções/ decaimentos das concentrações dos principais contaminantes presentes no chorume (DBO, DQO e N-NH_3), após a lagoa de equalização, para as vazões em tempo de chuva, nas diferentes etapas de implantação do aterro.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.



2.2.2. MODELO PARA DEFINIÇÃO DOS DADOS BÁSICOS DE PROJETO

Como já ressaltado, tanto a vazão, como a concentração de poluentes, variam em um aterro sazonalmente em função das precipitações pluviométricas, sendo normal encontrar ao longo do ano picos máximos e mínimos desses parâmetros.

Para definição dos dados básicos de projeto, será adotado o modelo de carga poluidora constante e concentração variável, a partir da consideração que o método Suíço, escolhido para a determinação das vazões de chorume, estabelece basicamente uma proporcionalidade direta entre a chuva incidente sobre o aterro e a produção de chorume.

O modelo adotado de carga constante admite que, nessas condições, por ser o tempo de percolação do chorume através do aterro inversamente proporcional a sua vazão, as concentrações dos parâmetros poluidores também serão inversamente proporcionais à vazão do chorume gerado.

O modelo evita, ao admitir carga constante, a necessidade de super dimensionar a estação de tratamento para condições de picos coincidentes de vazão e concentrações.

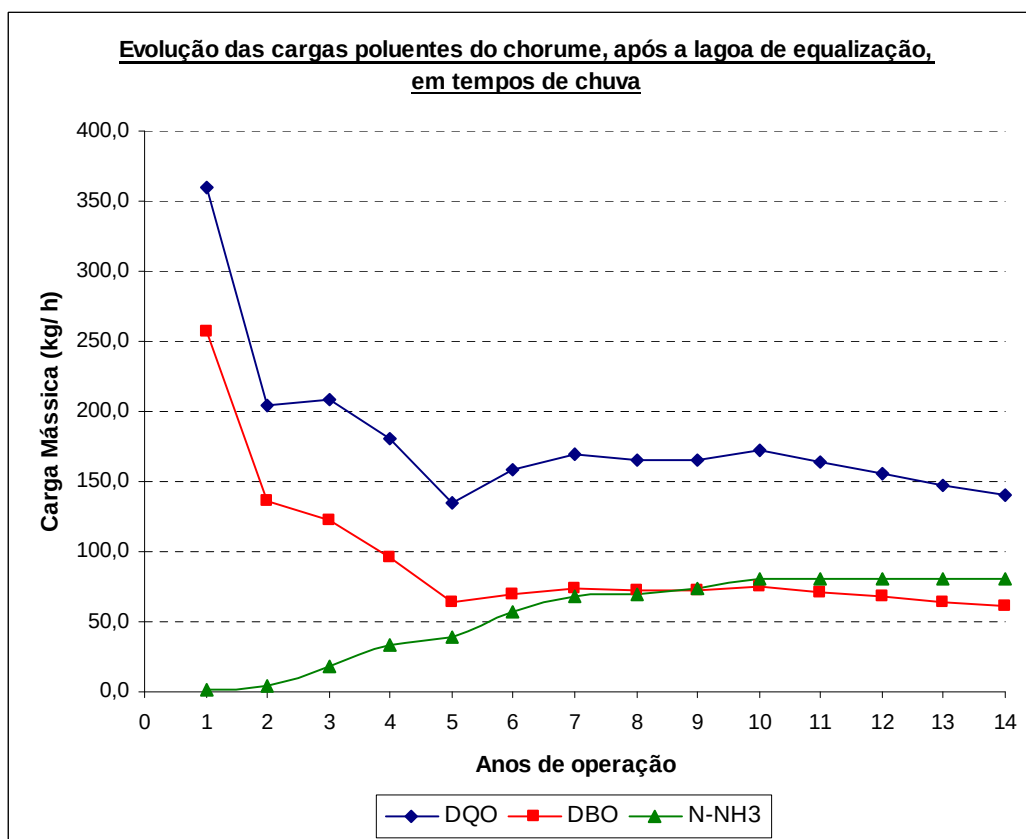
Dentro de critérios de absoluta segurança, a estação será, portanto, dimensionada sobre as cargas poluidoras máximas, calculadas a partir das vazões e das concentrações em tempo de chuva.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

2.2.3. EVOLUÇÃO DAS CARGAS DOS POLUENTES DO CHORUME, APÓS A LAGOA DE EQUALIZAÇÃO, EM TEMPOS DE CHUVA, ATRAVÉS DOS ANOS DE OPERAÇÃO DO ATERRO.

Mantendo as premissas anteriormente postas, para avaliação das cargas dos poluentes presentes no chorume, consideramos cautelosamente a condição mais crítica, que corresponde ao produto das concentrações dos poluentes em tempo de chuva, após a lagoa de equalização, pela vazão máxima a ser bombeada para a ETE de Melchior.

Portanto, no gráfico abaixo, está reportada a evolução dos valores de carga poluidora dos parâmetros DBO, DQO e N-NH₃, em função dos anos de operação do aterro, que serão alimentados à estação de pré-tratamento:



AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

3. DADOS BÁSICOS DE PROJETO

As características químico-físicas dos percolados foram definidas a partir de dados históricos de aterros sanitários do Brasil em geral.

As eficiências de remoção garantidas para o pré-tratamento são possíveis de ser obtidas utilizando a tecnologia proposta, que é normalmente utilizada a nível nacional e mundial para a depuração de efluentes similares.

3.1. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO NÃO ESTABILIZADO

Nos primeiros meses de operação do aterro o chorume possui características peculiares, devido ao fato que condições de degradação aeróbia prevalecem sobre a fermentação metanogênica anaeróbia do lixo, sendo que o maciço é constituído de células abertas ou de recente fechamento.

Para o chorume gerado no início de operação do aterro foram consideradas as seguintes características para a verificação do dimensionamento do pré-tratamento adotado:

- Vazão : 8,98 m³/ h
- DBO₅ : 28.570 mg/ l @ 256,6 kg/ h
- DQO : 40.000 mg/ l @ 359,2 kg/ h
- N-NH₃ : 80 mg/ l
- Temperatura : 30 °C

3.2. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS ESTABILIZAÇÃO

Para projeto de implantação da estação de pré-tratamento foram adotadas as condições mais críticas, após a fase de estabilização, que se verificam no 10º ano de operação do aterro, a saber:

- Vazão : 40,63 m³/ h
- pH : 7,9 / 8
- DQO : 4.235 mg/ l @ 172,1 kg/ h
- DBO : 1.841 mg/ l @ 74,8 kg/ h
- N-NH₃ : 1.980 mg/ l @ 80,4 kg/ h
- Alcalinidade : 8.000 mg/l
- Temperatura : 30 °C

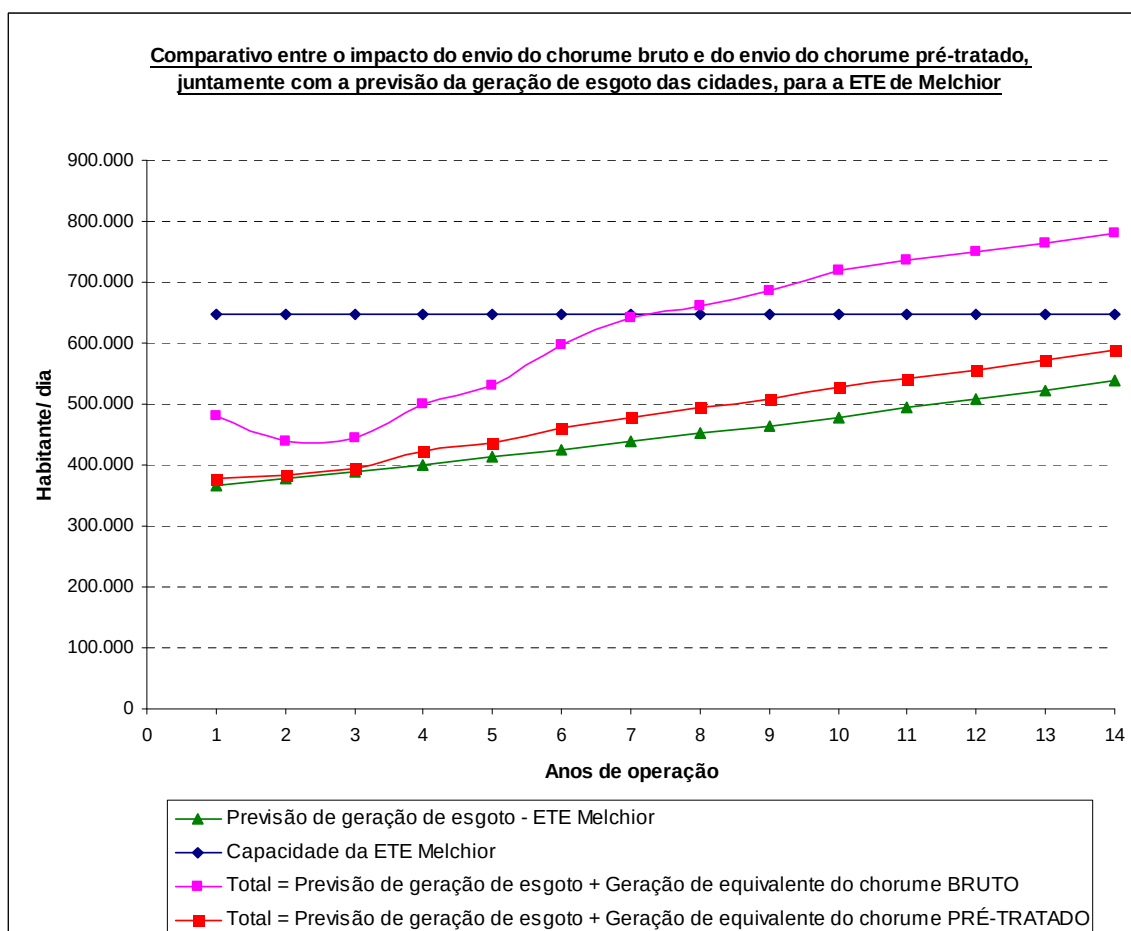
AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Este dimensionamento, conforme já citado, é verificado para as condições mais críticas de chorume não estabilizado.

3.3. CARACTERÍSTICAS DO PERCOLADO APÓS PRÉ-TRATAMENTO

Para o sistema proposto serão garantidas as seguintes condições:

- pH : 7 - 7,5
- DBO₅ : Remoção mínima de 90%
- N-NH₃ : Remoção mínima de 80%
- DQO : Remoção mínima de 60% ou concentração de 2.000 mg/l



AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

4. JUSTIFICATIVA DE PROCESSO

O sistema de pré-tratamento proposto visa a remoção dos parâmetros críticos que caracterizam a carga poluidora do chorume produzido no aterro, a saber, nitrogênio orgânico e amoniacal, carga orgânica biodegradável (DQO e DBO) e metais pesados, caso presentes.

O chorume tratado atenderá os padrões acordados com a Caesb, para seu recebimento na ETE de Melchior.

Para alcançar este objetivo, no pré-tratamento, foram adotadas as operações unitárias básicas, a seguir descritas e justificadas na sua escolha.

4.1. REMOÇÃO DE AREIA E METAIS PESADOS

Durante a operação do aterro, com a ação de percolação da chuva pelo maciço, uma fração de material sólido, como areia, é carregada juntamente com o chorume. Este material é abrasivo e pode causar problemas nos equipamentos da estação de pré-tratamento. Por este motivo, prevemos a instalação de uma caixa de areia, a montante da estação de pré-tratamento, com tempo de decantação suficiente para a sedimentação deste material.

Ademais, no início de operação do aterro, com células de disposição de lixo ainda abertas e em operação, o chorume possui características peculiares, como baixo pH e baixa alcalinidade. Esta característica permite que ocorra um processo de lixiviação de materiais metálicos presentes nos resíduos, elevando a concentração de metais pesados, como ferro, alumínio, zinco, níquel, etc., no chorume.

Por este motivo, prevemos, também, a dosagem de hidróxido de cálcio no chorume a montante das caixas de areia, de forma que os metais, possivelmente presentes, sejam precipitados na forma hidróxida e, também, decantem nas caixas de areia. Após estabilização, o chorume assume caráter alcalino. Nessa condição, os metais precipitam dentro do próprio aterro e não é mais necessária a dosagem de alcalinizantes. De fato, em aterros brasileiros com idade superior a 2 anos, não é observada a presença de metais pesados em concentrações superiores aos limites fixados pela legislação federal, para descarte em corpo hídrico receptor.

Para periódica limpeza do material decantado nas caixas de areia, prevemos que sejam construídos dois canais idênticos, permitindo que enquanto um esteja em operação, o outro esteja sendo limpo.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

4.2. EQUALIZAÇÃO DE CARGA HIDRÁULICA E CARGA POLUIDORA

O percolado de um aterro sanitário possui grandes variações nas suas características, tanto de carga hidráulica, como de carga poluidora.

Para atenuar o efeito negativo que estas variações poderiam ter sobre a estação de tratamento, é necessário prever 2 lagos de equalização, que minimizem as variações de carga poluidora e picos de vazão, proporcionando, dessa forma, uma alimentação com características o mais constante possível para a estação de pré-tratamento.

Ademais, como já citado, o sistema de equalização proporciona, especificamente nos primeiros meses de operação do aterro, os seguintes resultados positivos:

- Devido ao longo tempo de retenção do chorume, visto que a vazão inicialmente produzida pelo aterro é pequena, as lagoas de equalização acabam operando como reatores anaeróbios, proporcionando uma significativa redução da carga orgânica, que nessa fase é particularmente elevada;

- As lagoas permitem a decantação dos sólidos em suspensão que nessa fase possuem concentração elevada.

De fato, os sólidos suspensos, com menor granulometria que não sedimentam nas caixas de areia, acabam decantando nas lagoas de equalização, sendo inevitável que, ao longo do tempo, as mesmas sofram processos de assoreamento, mais rápido nos primeiros anos de operação do aterro, quando o aporte de sólidos em suspensão é maior, e posteriormente sempre mais lento. É necessário, portanto, que seja realizada uma periódica limpeza dessas lagoas, que pode ser feita transferindo, por bombeamento, o lodo acumulado no fundo para bag's de filtração que realizam a sua filtragem e compactação

4.3. REMOÇÃO DO NITROGÊNIO AMONIAL

O nitrogênio amoniacal e seu precursor, o nitrogênio orgânico, podem ser removidos biologicamente em sistema de lodos ativados de baixa carga.

Estas remoções são obtidas a custo de um elevado consumo de energia elétrica para fornecer o oxigênio necessário à oxidação de nitrogênio amoniacal para nitritos e nitratos.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

No entanto, o produto da oxidação, nitritos e nitratos, são poluidores e, por este motivo, será necessário introduzir no tratamento biológico, também, uma etapa anóxica de denitrificação que transforme os nitritos e nitratos em nitrogênio elementar.

4.4. CARGA ORGÂNICA BIODEGRADÁVEL (DQO, DBO₅)

A carga orgânica biodegradável, responsável pelas elevadas concentrações de DBO₅ e, em parte, da DQO, será removida na etapa de denitrificação, em sistema de lodos ativados de baixa carga, do tipo valo de oxidação.

4.5. LAGOA DE EMERGÊNCIA

Como já citado, a geração de percolado de um aterro sanitário possui grandes variações de carga hidráulica, que depende basicamente das precipitações pluviométricas incidentes no maciço.

Com intuito de proporcionar uma maior garantia contra eventos pluviométricos históricos, com conseqüente aumento da geração de chorume, prevemos a instalação de uma lagoa de emergência, que poderá receber o chorume excedente, caso as duas lagoas de equalização estejam cheias.

Ademais, a instalação desta lagoa de emergência proporciona uma maior flexibilidade operacional para a estação, visto que o chorume pré-tratado, a ser enviado para a ETE de Melchior, também pode ser desviado para a lagoa de emergência.

Desta lagoa, o chorume pode retornar para o início do pré-tratamento ou bombeado para a ETE de Melchior.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

5. DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO E SUA OPERAÇÃO

O chorume gerado no aterro será drenado para uma caixa de recebimento, seguindo para um gradeamento, uma calha parshall, duas caixas de remoção de areia e, por fim, um poço de bombeamento, de onde seguirá para as lagoas de equalização.

Neste sistema, no início de operação do aterro, na caixa de recebimento, será realizada a dosagem de hidróxido de cal, para alcalinização e remoção de metais pesados, caso presentes. Após estabilização do chorume, esta operação de alcalinização será desativada. Na sequência, o chorume passa por uma gradeamento para retirada de materiais grosseiros, com tamanho maior que 10 mm, que possam interferir no funcionamento dos equipamentos a jusante.

A jusante, uma calha parshall indicará a vazão instantânea de recebimento de percolado, que seguirá para duas caixas de decantação de areia, a jusante, de forma a evitar problemas de abrasão dos equipamentos integrantes do pré-tratamento. Estas caixas de areia operarão em paralelo, sendo que o controle para a escolha do canal em operação será realizado pelo fechamento/ abertura de sua respectiva comporta. Na sua entrada será instalado um instrumento analisador/ indicador/ transmissor de pH, que enviará um sinal para uma válvula de controle para dosagem de hidróxido de cálcio, na caixa de recebimento. Periodicamente, a operação das caixas de areia deve ser alternada, de forma que o material decantado possa ser retirado.

Destas, o chorume segue para um poço de bombeamento, de onde pode ser enviado para a 1ª ou para a 2ª lagoa de equalização.

Na 1ª lagoa, os sólidos mais finos que não sedimentam nas caixas de areia, tendem a decantar, visto o seu elevado tempo de retenção. Por este motivo, será instalada uma bomba de dragagem de lodo, que o enviará para um bag de filtração, de onde o líquido filtrado retorna para a lagoa e o material sólido fica retido, até a completa saturação do bag, que deverá ser retirado e devidamente disposto. Ademais, também na 1ª lagoa, há um ladrão que permite, em caso de chuvas históricas, que provoquem o enchimento do volume das duas lagoas, ou por necessidades operacionais, a transferência do chorume para a lagoa de emergência.

A 1ª lagoa, em princípio, opera com nível constante. Portanto, o chorume entrante é transferido por meio de uma tubulação instalada no topo da lagoa, a uma oportuna altura, para a segunda lagoa.

A 2ª lagoa, em princípio, opera com nível variável, equalizando os picos de vazão.

As lagoas possuem um arranjo de tubulação que permite a sua operação em série ou em paralelo. Ademais, este arranjo permite que quando a 2ª lagoa estiver vazia, a 1ª lagoa seja alinhada

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

para o tratamento, permitindo que as duas lagoas possam ser esvaziadas, em tempo seco, de maneira a poder aproveitar, em tempo de chuva, o seu volume total de acúmulo.

A jusante das lagoas há um poço de transferência que, através de bombas submersas, envia o chorume para o tratamento biológico. Nesta linha há um instrumento indicador/ controlador de vazão que atua nas bombas de dosagem de polieletrólito no chorume pré-tratado, a montante do flotador.

O tratamento biológico por lodos ativados, de baixa carga, em valo de oxidação, proporciona a alternância de condições aeróbias e anóxicas, permitindo a remoção da substância orgânica biodegradável (DBO), a nitrificação e a denitrificação.

No reator, a denitrificação é proporcionada pela elevada carga orgânica contida no chorume alimentado, visto que esse processo é realizado a custo do consumo de carbono orgânico.

Tendo em conta que a reação de nitrificação requer elevado consumo de alcalinidade, que pode não estar presente na quantidade necessária no chorume bruto, foi prevista a instalação de um sistema de dosagem de soda cáustica. Para este controle, no reator, será instalado um instrumento indicador/ controlador de pH, que atuará no inversor de frequência das bombas dosadoras.

Do reator, o chorume escoar para o flotador, onde ocorre a separação da biomassa do efluente pré-tratado. Para auxiliar na separação líquido-sólido foi prevista a possibilidade de dosagem de um polieletrólito.

O lodo flotado é, em parte, recirculado para o poço de recalque de alimentação do reator biológico e, em parte, estocado em uma caixa de recalque, de onde é bombeado para desidratação nas centrífugas.

O chorume clarificado segue para um poço de recalque, que é equipado com um instrumento indicador/ controlador de nível, o qual atua nos inversores de frequência das bombas que enviam o chorume pré-tratado para a ETE de Melchior. Ademais, um instrumento indicador/ totalizador de vazão, instalado na linha de recalque destas bombas, fornecerá informações acerca dos volumes de chorume enviados à Caesb. Caso a ETE de Melchior esteja enfrentando problemas pontuais e não possa receber o chorume pré-tratado, o operador desta enviará um sinal elétrico aos motores das bombas de recalque, interrompendo seu funcionamento. Neste caso, o chorume extravasa por um ladrão, instalado no poço de recalque, para a lagoa de emergência.

Por fim, da lagoa de emergência, a qual pode receber chorume bruto e/ou chorume pré-tratado, o percolado pode ser bombeado para a 1ª lagoa de equalização, seguindo para o pré-tratamento, ou para o poço de recalque de chorume clarificado, seguindo para a ETE de Melchior.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

6. CRITÉRIOS DE PROJETO

6.1. GRADEAMENTO

A jusante da caixa de recebimento do chorume gerado no aterro será instalada uma grade inclinada, de barras, com espaçamento de 10 mm, de limpeza manual, para retenção de material grosseiro, que possa vir causar problemas no medidor de vazão, tipo calha parshall, instalado a jusante, e nos demais equipamentos do sistema.

6.2. CAIXAS DE AREIA E POÇO DE BOMBEAMENTO

Para a remoção de material em suspensão de maior granulometria, como areia, prevemos a instalação de uma caixa de areia, a montante da estação de pré-tratamento, que proporciona a decantação deste material.

Na entrada de cada caixa será instalada uma peneira com malha de 5 mm para retenção do material mais fino e um instrumento analisador/ controlador de pH, que deverá ser realocado sempre na caixa em operação, o qual atuará na abertura da válvula de dosagem de hidróxido de cal, proporcionando a precipitação dos metais pesados, caso presentes.

Os Hidróxidos Metálicos formados também decantarão nas caixas de areia e serão retirados quando da limpeza destas.

Para dimensionamento dos canais, assumimos uma velocidade de decantação de 1 m/ h, para uma vazão instantânea máxima de 120 m³/ h, proporcionando a separação teórica de partículas com peso específico de ~ 2 kg/ l e de diâmetro de ~ 50 micron.

A jusante das caixas de areia, um poço de bombeamento permitirá o envio do chorume para as lagoas de equalização.

6.3. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO E LAGOA DE EMERGÊNCIA

Para regularização da vazão enviada para o pré-tratamento, como também para homogeneização das características variáveis do chorume, foi prevista a construção de duas lagoas de equalização, cada uma com capacidade útil de armazenamento de 9.000 m³.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Considerando as previsões das vazões de chorume máximas mensais geradas, no final de cada etapa de implantação do aterro, as lagoas, no seu conjunto, terão os seguintes tempos de retenção:

- 1ª etapa : ~ 33 dias
- 2ª etapa : ~ 16 dias
- 3ª etapa : ~ 12 dias
- 4ª etapa : ~ 11 dias

Os tempos de retenção acima foram calculados supondo que as duas bacias estejam vazias e não considera a vazão enviada ao pré-tratamento.

O arranjo de tubulações da entrada e saída das lagoas permite isolar uma das duas, a fim de realizar periódicas operações de manutenção/ limpeza. Na 1ª lagoa será instalada uma bomba de dragagem de sólidos, que recalcará continuamente o lodo decantado para um bag de filtração, de onde o líquido filtrado retorna para as lagoas e o material sólido fica retido, até a completa saturação do bag, que deverá ser retirado e devidamente disposto.

Além das duas lagoas de equalização, prevemos a construção de uma lagoa de emergência, com capacidade útil de acúmulo de 4.000 m³, que fornece um tempo de retenção adicional, seguindo as mesmas hipóteses feitas para as lagoas de equalização, de 2,5 dias na etapa final.

Esta lagoa tem como objetivo estocar a vazão de chorume bruto, em caso de extravasamento das lagoas de equalização, ou o chorume pré-tratado, em caso de impossibilidade pontual de bombeamento para a ETE de Melchior.

6.4. PRÉ-TRATAMENTO BIOLÓGICO

O modelo de tratamento biológico adotado é o de lodos ativados de baixa carga, em valo de oxidação. O desenho do reator permite que o licor esteja em circulação contínua, passando um grande número de vezes, 70 a 100 vezes por dia, pelas zonas aeradas e zonas anóxicas.

Nas zonas onde ficam instalados os aeradores, predominam condições aeróbias, no entanto, na medida em que o líquido se afasta dos pontos de introdução de ar, a concentração de oxigênio diminui, atingindo condições anóxicas.

Esta alternância de condições aeróbias e anóxicas permite a remoção da substância orgânica biodegradável (DBO), a nitrificação e a denitrificação.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Na saída do valo, deverão ser garantidas as seguintes condições:

- pH : 7 - 7,5
- DBO₅ : Remoção mínima de 90%
- N-NH₃ : Remoção mínima de 80%
- DQO : Remoção mínima de 60% ou concentração de 2.000 mg/ l

O reator foi dimensionado a partir das condições mais críticas, que se verificam no 10º ano de operação do aterro, sendo verificado para as piores condições de qualidade de chorume bruto, tanto em termos de vazão, que de carga poluente, que podem se verificar ao início de operação do aterro, quando as características são totalmente diferentes.

Características de projeto do chorume (10º ano de operação de aterro):

- Vazão : 40,63 m³/ h
- pH : 7,9 / 8,0
- DQO : 4.235 mg/ l @ 172,1 kg/ h
- DBO : 1.841 mg/ l @ 74,8 kg/ h
- N-NH₃ : 1.980 mg/ l @ 80,4 kg/ h
- Alcalinidade : 8.000 mg/l
- Temperatura : 30 °C

O dimensionamento do valo de oxidação foi realizado considerando separadamente a etapa de nitrificação e as etapas de denitrificação e remoção da carga orgânica. Os dados cinéticos para cálculo foram assumidos na base de valores experimentais, constatados em instalações similares.

6.4.1. ETAPA DE DENITRIFICAÇÃO

Para o dimensionamento dessa etapa, foi assumido que serão denitrificados todos os nitratos passíveis de redução, a partir da carga orgânica biodegradável disponível, visto que para a reação de denitrificação é necessário um consumo de 3 kg de DBO₅/ kg de N-NO₃ reduzido.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

De fato, a carga orgânica disponível não é suficiente para remover todos os nitratos gerados na denitrificação, que representam no mínimo 64 kg/ h, assumindo 80% de eficiência na remoção do nitrogênio amoniacal.

- N-NO₃ passível de denitrificação : $\frac{74,8 \text{ kg DBO}_5/\text{h}}{3 \text{ kg de DBO}_5/\text{kg de N-NO}_3} = 24,9 \text{ kg/ h}$
- N-NO₃ mínimo residual : $(64 - 24,9) = 39,1 \text{ kg/ h @ } 960 \text{ mg/ l}$
- Concentração de SST no reator : $4.000 \text{ mg/ l @ } 4 \text{ kg/ m}^3$
- Relação SSV / SST : 0,7
- Concentração de SSV no reator : $2.800 \text{ mg/ l @ } 2,8 \text{ kg/ m}^3$
- Velocidade de denitrificação (a T=30 °C) : $0,1 \text{ kg N-NO}_3 / \text{kg SSV x dia}$
- Remoção de DBO na saída da denitrificação : 100%

Com esses critérios, o volume da etapa de denitrificação é: $V = \frac{24,9 \times 24}{0,1 \times 2,8} = 2.135 \text{ m}^3$

6.4.2. ETAPA DE NITRIFICAÇÃO

Tendo em conta que toda a carga orgânica biodegradável será removida na denitrificação, esta etapa, que será exclusivamente nitrificante, será dimensionada com os seguintes parâmetros:

- Concentração de SST no reator : $4.000 \text{ mg/ l @ } 4 \text{ kg/ m}^3$
- Relação SSV/ SST : 0,7
- Concentração de SSV no reator : $2.800 \text{ mg/ l @ } 2,8 \text{ kg/ m}^3$
- Velocidade de nitrificação (a T = 30 °C) : $0,2 \text{ kg de N-NH}_3/ \text{kg SSV x dia}$

Com esses critérios, e aplicando, cautelosamente, a nitrificação a todo o nitrogênio amoniacal presente no despejo, o volume dessa etapa será:

$$V = \frac{80,4 \times 24}{0,2 \times 2,8} = 3.446 \text{ m}^3$$

O volume total do valo resultará da soma do volume da zona aeróbia e do volume da zona anóxica, portanto:

$$V_{\text{total}} = 2.135 + 3.446 = 5.581 \text{ m}^3$$

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Dimensões do valo:

- Profundidade útil : 4 m
- Profundidade total : 5 m
- Largura total : 22 m
- Comprimento total : 70 m
- Vtotal : 5.740 m³

6.4.3. PRODUÇÃO DE LODO EM EXCESSO

Assumindo de trabalhar com idade de lodo de 40 dias, a produção de lodo em excesso será:

$$\Delta X_t = \frac{5.740 \times 4}{40} = 574 \text{ kg/ dia}$$

6.4.4. BALANÇO DE ALCALINIDADE

A alcalinidade necessária para a nitrificação é de aproximadamente:

$$\text{Alcalinidade} = 7 \text{ kg de alcalinidade} \times 80,4 \text{ kg de N-NH}_3 / \text{h} \times 0,8 = 450 \text{ kg/ h @ } 10.806 \text{ kg/ dia.}$$

No chorume bruto está presente uma alcalinidade de aproximadamente 7.680 kg/ dia.

Outrossim, na denitrificação, o ganho de alcalinidade será de 3,6 kg/ kg de N-NO₃ reduzido e, portanto, 24,9 kg/ h x 24 hs x 3,6 = 2.152 kg/ dia.

Portanto, o sistema terá um déficit de alcalinidade da ordem de 974 kg/ dia.

Este déficit será compensado pela adição de soda cáustica. Portanto, estimamos uma dosagem de soda de:

$$\frac{974 \text{ kg/ dia}}{100} \times 2 \times 40 = 780 \text{ kg/ dia de NaOH a 100\%}$$

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Ou

$$\frac{780 \text{ kg/ dia}}{0,5} \times \frac{1}{1,5} = 1.040 \text{ litros/ d de solução comercial a 50\% em peso}$$

6.4.5. CÁLCULO DA REQUISIÇÃO DE OXIGÊNIO EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS (AOR)

Cálculo da requisição de oxigênio em condições operacionais (AOR)

$$\text{AOR} = 4,6 \times 80,4 = \sim 370 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Esta requisição deverá ser corrigida para as condições Standard (SOR), segundo a fórmula:

$$\frac{\text{AOR}}{\text{SOR}} = \alpha \cdot 1,024^{(T - 20)} \cdot \frac{(\beta (p / 760 \text{ Cst}) - \text{CL})}{\text{Cs}}$$

Onde :

- Relação entre os coeficientes de difusão água/ lodo ativado: $\alpha = 0,8$
- Relação entre a concentração do oxigênio dissolvido na água na saturação e a no despejo:
 $\beta = 0,95$
- Pressão de operação (mm Hg) / 760 = $p/760 = 0,9$
- Concentração de oxigênio dissolvido na água na saturação a 20 °C: $\text{Cs} = 9,2 \text{ mg/ l}$
- Concentração de oxigênio dissolvido até a saturação, na temperatura de operação:
 $\text{Cst} = 7,7 \text{ mg/ l}$
- Concentração de oxigênio dissolvido residual no tanque de aeração: $\text{CL} = 1,0 \text{ mg/ l}$
- Temperatura do despejo na bacia de aeração: $T = 30 \text{ °C}$

$$\frac{\text{AOR}}{\text{SOR}} = 1,024^{10} \cdot 0,8 \cdot \frac{(0,95 \cdot 0,9 \cdot 7,7) - 1,0}{9,2} = 0,62$$

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

A capacidade de transferência de O₂, em condições Standard - SOR, será:

$$SOR = \frac{370}{0,62} = \sim 600 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

A capacidade de transferência de O₂, em condições Standard – SOR, para aeradores misturadores submersos, operantes na lâmina de água do reator biológico de 4 metros, é de aproximadamente 1,5 kg O₂/ HP x h. Portanto, a potência de aeração necessária será:

$$\text{Potência de aeração} = \frac{600 \text{ kg O}_2/\text{h}}{1,5 \text{ kg O}_2/\text{HP x h}} = 400 \text{ HP}$$

Portanto, para este serviço, prevemos a instalação de 10 aeradores submersos, com capacidade unitária de 40 HP.

6.4.6. SEPARAÇÃO DA BIOMASSA

A separação da biomassa do líquido tratado será realizada por sistema de flotação por ar dissolvido, com as seguintes características:

- Vazão afluyente ao flotador : $\sim 45 \text{ m}^3/\text{h}$ (sem o reciclo)
 - Taxa de aplicação : $\sim 5 \text{ kg SST}/\text{m}^2 \times \text{h}$
 - Superfície : $\sim 35 \text{ m}^2$
 - Diâmetro : 6,7 m
 - Pressão de saturação : $5,5 \text{ kg}/\text{m}^2$
 - Taxa de recirculação : 200% do despejo bruto alimentado
 - Concentração do lodo flotado (1) : 3% em peso
 - Vazão de lodo flotado : $\sim 6,0 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Lodo a ser recirculado : $\sim 5,2 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Lodo em excesso para as ETE's : $\sim 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$
- de Melchior/ Samambaia

(1) Concentração esperada sem a adição de polieletrólito

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

6.4.7. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DO CHORUME

Os projetos do valo de oxidação e do sistema de flotação devem ser verificados para outras condições de operação, correspondentes a diferentes características do chorume.

A situação mais crítica, desse ponto de vista, se verifica no primeiro ano de operação do aterro, quando a carga orgânica é elevada e a carga nitrogenada relativamente baixa.

Nessa condição, o valo de oxidação opera como um reator biológico de baixa carga, totalmente aerado. Desde que os parâmetros cinéticos do reator possibilitem este tipo de operação e que a capacidade de fornecimento de oxigênio atenda a demanda, a nova situação poderá ser satisfeita, relocando oportunamente os aeradores submersíveis flutuantes.

Dados operacionais da estação, com 1 ano de vida de aterro:

- Vazão : 8,98 m³/ h
- DBO₅ : 28.570 mg/ l @ 256,6 kg/ h
- DQO : 40.000 mg/ l @ 359,2 kg/ h
- N-NH₃ : 80 mg/ l
- pH : 7,5 (após correção inicial com leite de cal)
- Temperatura : 30 °C

Visto a elevada carga orgânica do chorume nesta condição, assumimos trabalhar com uma concentração de SST no reator de 6 kg/ m³ e uma eficiência de remoção de DBO de 90%. Portanto, calculamos a relação F/ M:

$$F/ M = \frac{DBO}{V \times C} = \frac{256,6 \times 0,9 \times 24}{5.740 \times 6} = 0,16 \text{ kg de DBO}_5/ \text{ kg SST x dia}$$

Este valor de F/ M é compatível com a exigência de remoção de DBO solicitada e permite que o sistema opere com uma idade de lodo relativamente elevada.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

- Cálculo da requisição de oxigênio em condições operacionais (AOR)

- Demanda de O_2 : 1,3 kg O_2 / kg de DBO_5 removido

$$AOR = 1,3 \times 0,9 \times 256,6 = 300 \text{ kg } O_2/ \text{ h}$$

Tendo em conta que a capacidade de oxigenação da planta, em termos de AOR, é de aproximadamente 370 kg O_2 / h, o sistema não terá problemas, desde que os aeradores sejam oportunamente posicionados nos canais do valo.

- Cálculo de lodo em excesso

Nestas condições, assumindo de trabalhar com idade de lodo de 30 dias, a produção de lodo em excesso será:

$$\Delta X_t = \frac{5.740 \times 6}{30} = 1.148 \text{ kg/ dia @ } \sim 48 \text{ kg/ h}$$

- Separação da Biomassa

Nesta condição de operação, com o reator trabalhando com elevada concentração de SST, podemos esperar um maior adensamento do lodo na flotação. Portanto, o sistema de flotação operará com as seguintes características:

- Vazão de chorume : $\sim 9 \text{ m}^3/ \text{ h}$ (sem o reciclo)
 - Taxa de aplicação : $\sim 1,6 \text{ kg SST/ m}^2 \times \text{ h}$
 - Superfície : $\sim 35 \text{ m}^2$
 - Diâmetro : 6,7 m
 - Pressão de saturação : $5,5 \text{ kg/ m}^2$
 - Concentração do lodo flotado (1) : 6% em peso
 - Vazão de lodo flotado : $\sim 0,9 \text{ m}^3/ \text{ h}$
 - Lodo a ser recirculado : $\sim 0,1 \text{ m}^3/ \text{ h}$
 - Lodo em excesso para as ETE's : $\sim 0,8 \text{ m}^3/ \text{ h}$
- de Melchior/ Samambaia

(1) Concentração esperada sem a adição de polieletrólito

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

6.5. DESIDRATAÇÃO DO LODO

Na saída do flotador, o lodo é encaminhado para uma caixa de recalque, de onde é bombeado para duas centrífugas de desidratação, uma em operação e outra reserva, com capacidade unitária para manusear 1 m³/ h.

Na saída da centrífuga é esperado um lodo com uma concentração de 25% de substância seca.

A água drenada é encaminhada, por gravidade, para o poço de recalque de chorume das lagoas de equalização para o reator biológico.

O lodo desidratado, na vazão de aproximadamente 2,3 m³/ dia, será disposto no aterro.

Para auxiliar a operação de centrifugação está prevista a adição de um polieletrólito catiônico, com uma dosagem de 5 kg/ tonelada de sólido seco, com um consumo de 2,9 kg/ dia.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7. LISTA DE EQUIPAMENTOS / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Damos a seguir as especificações técnicas das bacias, tanques e equipamentos eletromecânicos que integram a estação de tratamento de efluentes.

7.1. GRADEAMENTO

- TAG : GR - 01
- Serviço : Remoção de sólidos grosseiros
- Quantidade : 01
- Tipo : de barras, com limpeza manual por rastelo
- Instalação : Entrada da estação de bombeamento
- Largura do canal : 1 m
- Espaçamento entre barras : 10 mm
- Inclinação das barras : 70° na horizontal
- Material : AISI 304

7.2. CALHA PARSHALL

- TAG : CPA - 01
- Serviço : Medição de vazão
- Quantidade : 01
- Tipo : Calha Parshall
- Material : Fibra de vidro
- Dimensão da gargante : 3" (7,6 cm)
- Faixa de medição : 3 a 194 m³/ h

7.3. PENEIRA

- TAG : GR – 02 A/ B
- Serviço : Remoção de sólidos mais finos
- Quantidade : 02 (duas)
- Tipo : Cesto
- Espaçamentos : 5 x 5 mm
- Materiais : Tela: AISI 304
- : Suporte: AISI 304

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.4. CAIXAS DE AREIA

- TAG : BC - 01
- Serviço : Decantação de areia
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 5,0 m
 - : Comprimento : 24,0 m
 - : Altura útil : 1,3 m
 - : Altura total : 2,5 m

7.5. POÇO DE RECALQUE

- TAG : BC - 02
- Serviço : Recalque chorume bruto para lagoas de equalização
- Quantidade : 01
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 10,2 m
 - : Comprimento : 1,0 m
 - : Altura útil : 1,2 m
 - : Altura total : 2,5 m

7.6. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PARA LAGOAS

- TAG : B - 01 A/ B/ C
- Serviço : Recalque chorume bruto para lagoas de equalização
- Quantidade : 03 (três)
- Tipo : Centrífuga submersa
- Vazão : 60 m³/ h
- Altura manométrica : 6 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
 - : Rotor : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- Potência : 3 CV

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.7. LAGOAS DE EQUALIZAÇÃO

- TAG : LE - 01 A/ B
- Serviço : Equalização de chorume
- Quantidade : 02 (duas)
- Execução : Escavação, compactação e impermeabilização do terreno
- Inclinação dos taludes internos : 45°
- Impermeabilização : Lona de PEAD
- Volume útil : 9.000 m³
- Comprimento : 55 m
- Largura : 46 m
- Profundidade útil : 4,5 m
- Profundidade total : 5,0 m

7.8. LAGOA DE EMERGÊNCIA

- TAG : LE - 02
- Serviço : Emergência (Extravasamento/ parada operacional)
- Quantidade : 01 (uma)
- Execução : Escavação, compactação e impermeabilização do terreno
- Inclinação dos taludes internos : 45°
- Impermeabilização : Lona de PEAD
- Volume útil : 4.000 m³
- Comprimento : 68 m
- Largura : 20 m
- Profundidade útil : 4,5 m
- Profundidade total : 5,0 m

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.9. BOMBAS DE DRAGAGEM DE LODO

- TAG : B - 02 A/ B
- Serviço : Recalque de lodo do fundo da lagoa
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva não instalada)
- Tipo : Mono vertical flutuante
- Vazão : 10 m³/ h
- Altura manométrica : 10 m. c. a.
- Materiais : Corpo : AISI 304
: Rotor : AISI 304
: Estator : Vítton
- Potência : 5 CV

7.10. BAG DE FILTRAÇÃO

- TAG : BF - 01
- Serviço : Filtração e adensamento do lodo da lagoa
- Quantidade : 01 (um)
- Tipo : Horizontal
- Material : Polipropileno
- Dimensões : Largura : 3,80 m
: Comprimento : 9,00 m
: Circunferência : 9,10 m
: Capac. Contenção : 47 m³
: Altura enchimento : 1,98 m (máxima)

7.11. TANQUE DE PREPARO DE SUSPENSÃO DE CAL

- TAG : TQ - 05
- Serviço : Preparo de suspensão de cal
- Quantidade : 01(um)
- Material : Fibra de vidro
- Volume : 5 m³
- Dimensões : Diâmetro : 1,6 m
: Altura : 1,65 m

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.12. AGITADOR PARA TANQUE DE SUSPENSÃO DE CAL

- TAG : A - 01
- Serviço : Agitação no tanque de preparo da suspensão de cal
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Inclinado, de hélice
- Materiais : Eixo : Aço carbono
: Turbina : Aço carbono
- Potência : 2,5 CV

7.13. BOMBAS DE DOSAGEM DE SUSPENSÃO DE CAL

- TAG : BD - 01 A/ B
- Serviço : Dosagem de suspensão de cal
- Quantidade : 02 (1 + 1 reserva)
- Tipo : Centrífuga horizontal, tipo vortex
- Vazão : 12 m³/ h
- Altura manométrica : 14 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : Ferro fundido nodular
: Rotor : Ferro fundido nodular
- Potência : 4 CV

7.14. POÇO DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO

- TAG : TQ - 01
- Serviço : Recalque de chorume para reator biológico
- Quantidade : 01(um)
- Material : Concreto com revestimento epoxi
- Dimensões : Largura : 2,0 m
: Comprimento : 4,0 m
: Altura total : 5,2 m

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.15. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME BRUTO PARA REATOR BIOLÓGICO

- TAG : B - 03 A/ B
- Serviço : Recalque chorume bruto para reator biológico
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga submersa
- Vazão : 50 m³/ h
- Altura manométrica : 6 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
: Rotor : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- Potência : 3 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

7.16. VALO DE OXIDAÇÃO – Tratamento Biológico

- TAG : TQ – 08
- Serviço : Tratamento biológico
- Quantidade : 01(um)
- Execução : Concreto com revestimento epoxi
- Volume útil : 5.740 m³
- Dimensões : Largura : 22 m
: Comprimento : 70 m
: Altura útil : 4,0 m
: Altura Total : 5,0 m

7.17. AERADORES SUPERFICIAIS SUBMERSOS

- TAG : AS – 01 A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H/ I /J
- Serviço : Aeração/ circulação do chorume dentro do tanque
- Quantidade : 10 (dez)
- Tipo : Rápido submerso
- Material : AISI 304
- Potência : 40 CV

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.18. TANQUE DE ESTOCAGEM DE SOLUÇÃO DE NaOH A 50% EM PESO

- TAG : TQ – 06
- Serviço : Estocagem de solução de NaOH a 50% em peso
- Quantidade : 01 (um)
- Tipo : Cilíndrico vertical com teto abaulado
- Execução : Fibra de vidro
- Volume útil : 20 m³
- Dimensões : Diâmetro: 2,5 m
Altura total: 4,5 m

7.19. BOMBA DOSADORA DE NaOH A 50%

- TAG : BD – 02 A/ B
- Serviço : Dosagem de solução de NaOH a 50% em peso
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Mono
- Vazão : 100 l/ h
- Altura manométrica : 20 m. c. a.
- Materiais : Corpo : AISI 304
: Rotor : AISI 304
: Estator : EPDM
- Potência : 0,75 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

7.20. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO

- TAG : TQ - 07
- Serviço : Preparo de polieletrólito
- Quantidade : 01(um)
- Material : Fibra de vidro
- Volume útil : 3 m³
- Dimensões : Diâmetro : 1,5 m
: Altura total : 2,0 m

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.21. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO

- TAG : A - 02
- Serviço : Agitação no tanque de preparo de polieletrólito
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Inclinado, de hélice
- Materiais : Eixo e turbina: : AISI 304
- Potência : 3 CV

7.22. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA FLOTAÇÃO

- TAG : BD - 03 A/ B
- Serviço : Dosagem de polieletrólito
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Mono
- Vazão : 100 l/ h
- Altura manométrica : 15 m. c. a.
- Materiais : Corpo : : AISI 304
- : Rotor : : AISI 304
- : Estator : : NBR-A
- Potência : 0,75 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

7.23. FLOTADOR POR AR DISSOLVIDO

- TAG : F - 01
- Serviço : Clarificação do chorume
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Circular
- Taxa de aplicação : ~ 5 kg SST/ m² x h
- Diâmetro : 6,7 m
- Material : Tanque : Concreto revestido com epoxi
- : Raspador e internos : AISI 304
- Potência : 1 CV
- Acessórios : Tudo dissolvidor de ar (AISI 304)

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.24. BOMBAS DE PRESSURIZAÇÃO

- TAG : B - 06 A/ B
- Serviço : Pressurização
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga horizontal
- Vazão : 100 m³/ h
- Altura manométrica : 55 m.c.a.
- Materiais : Carcaça : AISI 316L
: Rotor : AISI 316L
- Potência : 40 CV

7.25. COMPRESSOR DE AR

- TAG : CP - 01 A/ B
- Serviço : Fornecimento de ar para vaso saturador
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Pistão
- Vazão de ar : 100 Nm³/ h
- Pressão de trabalho : 10 bar
- Potência : 15 CV

7.26. POÇO DE RECALQUE DE LODO E ESCUMAS

- TAG : TQ - 03
- Serviço : Recalque de lodo e escumas
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 1,5 m
: Comprimento : 2,5 m
: Altura total : 1,2 m

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.27. BOMBAS DE LODO EM EXCESSO

- TAG : B - 07 A/ B
- Serviço : Recalque de lodo em excesso
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva não instalada)
- Tipo : Mono vertical
- Vazão : 1 m³/ h
- Altura manométrica : 15 m. c. a.
- Materiais : Corpo : : AISI 304
- : Rotor : : AISI 304
- : Estator : : Viton
- Potência : 1 CV

7.28. POÇO DE RECALQUE DA LAGOA DE EMERGÊNCIA

- TAG : TQ - 04
- Serviço : Recalque de chorume da lagoa de emergência
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 2,0 m
- : Comprimento : 3,0 m
- : Altura total : 5,2 m

7.29. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME DA LAGOA DE EMERGÊNCIA

- TAG : B - 05 A/ B
- Serviço : Recalque de chorume da lagoa de emergência
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga submersa
- Vazão : 50 m³/ h
- Altura manométrica : 6 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- : Rotor : : FºFº - ASTM A-48 CL.35B – Com revestimento
- Potência : 3 CV

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.30. POÇO DE RECALQUE CHORUME PRÉ-TRATADO

- TAG : TQ - 02
- Serviço : Recalque de chorume pré-tratado
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto revestido com epoxi
- Dimensões : Largura : 2,0 m
: Comprimento : 5,2 m
: Altura total : 2,0 m

7.31. BOMBAS DE RECALQUE DE CHORUME PRÉ-TRATADO

- TAG : B - 04 A/ B
- Serviço : Recalque de chorume pré-tratado
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Centrífuga horizontal
- Vazão : 50 m³/ h
- Altura manométrica : 65 m. c. a.
- Materiais : Carcaça : AISI 316L
: Rotor : AISI 316L
- Potência : 25 CV
- Acessórios : Inversor de frequência recebendo sinal de 4 à 20 m.a.

7.32. CASTELO DE ÁGUA

- TAG : TQ - 09
- Serviço : Fornecimento de água industrial
- Quantidade : 01 (um)
- Material : Concreto
- Dimensões : Volume : 8 m³

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.33. TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA

- TAG : TQ - 10
- Serviço : Preparo de polieletrólito para centrífuga
- Quantidade : 01(um)
- Material : Fibra de vidro
- Volume útil : 3 m³
- Dimensões : Diâmetro : 1,5 m
: Altura total : 2,0 m

7.34. AGITADOR PARA TANQUE DE PREPARO DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA

- TAG : A - 03
- Serviço : Agitação no tanque de preparo de polieletrólito
- Quantidade : 01(um)
- Tipo : Inclinado, de hélice
- Materiais : Eixo e turbina: : AISI 304
- Potência : 3 CV

7.35. BOMBAS DE DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO PARA CENTRÍFUGA

- TAG : BD - 04 A/ B
- Serviço : Dosagem de polieletrólito para centrífuga
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Mono
- Vazão : 100 l/ h
- Altura manométrica : 15 m. c. a.
- Materiais : Corpo : AISI 304
: Rotor : AISI 304
: Estator : NBR-A
- Potência : 0,75 CV

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.36. CENTRÍFUGAS

- TAG : CE - 01 A/ B
- Serviço : Desidratação de lodo
- Quantidade : 02 (1 + 1 Reserva)
- Tipo : Decanter
- Capacidade máxima : 1 m³/ h
- Materiais : Carcaça : Aço carbono
 - : Rotor : AISI 316
 - : Internos : AISI 316
- Potência : 7,5 CV

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS CUSTOS DE
OPERAÇÃO/INVESTIMENTO DE SISTEMAS DE
DISPOSIÇÃO DE LODO**

Estação de Pré-Tratamento de Chorume

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

AC – 0171/12

23/05/2012

**AValiação Comparativa dos Custos de Operação/ Investimento
de Sistemas de Disposição de Lodo**

Estação de Pré-Tratamento de Chorume - CTRS-DF

1. PREMISSA

O objetivo do presente relatório é a avaliação comparativa entre três processos diferentes de disposição de lodo, a saber:

- Centrifugação e disposição do lodo no aterro
- Desidratação em bag de filtração e disposição no aterro
- Bombeamento para sistema de tratamento de lodo da ETE de Melchior

Para esta avaliação, os seguintes dados, apresentados no projeto básico da estação de pré-tratamento de chorume, foram utilizados:

- Vazão de lodo : 0,8 m³/ h @ 576 kg de sólido seco/ dia
- Concentração do lodo : 3% em peso (Operação normal da planta, após estabilização do chorume)

2. CENTRÍFUGA

2.1. Custos de Investimento

Os dados assumidos para o levantamento dos custos de investimento estão relacionados abaixo:

- Preço da centrífuga (2 unidades) : ~ R\$ 190.000,0
(Capacidade hidráulica unitária = 2.500 l/h – impostos inclusos)
- Sistema de polieletrólito : ~ R\$ 15.000,0
- Bomba de alimentação (2 un.) : ~ R\$ 10.000,0
- Casa de centrífuga (civil) : ~ R\$ 140.000,0
- Materiais de elétrica : ~ R\$ 15.000,0
- Total de investimento : ~ R\$ 370.000,0**

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

2.2. Custos de operação

Para o cálculo dos custos operacionais, os seguintes dados foram utilizados:

Energia Elétrica

- Energia consumida para centrifugação : ~ 6 kWh
- Energia consumida para preparo/ dosagem de polieletrólito e alimentação da centrífuga : ~ 2 kWh
- Custo da energia elétrica : ~ R\$ 0,4/ kWh
- Custo total com energia : R\$ 76,8/ dia**

Polieletrólito

- Dosagem de polieletrólito : ~ 5 kg/ tonelada de sólido seco
- Consumo de polieletrólito : ~ 2,9 kg/ dia
- Custo do polieletrólito : ~ R\$ 25/ kg
- Custo total com polieletrólito : R\$ 72,5/ dia**

Disposição do lodo

- Custo de disposição do lodo no aterro : ~ R\$ 50/ tonelada
- Concentração, em peso, de sólido no lodo : ~ 25% (Densidade ~ 1,1 kg/ l)
- Custo total com disposição : ~ R\$ 126,5/ dia**

Amortização do investimento

- Tempo de amortização : 12 anos
- Juros : 10% a.a.
- Custo total com amortização : ~ R\$ 54.390,0/ ano @ ~ R\$ 149,0/ dia**

Portanto, o custo operacional com a utilização da centrífuga é:

- Custo total por dia : ~ R\$ 424,8/ dia

Custo TOTAL por ton. de lodo seco desidratado : ~ R\$ 737,5/ ton. de lodo seco

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

3. BAG DE FILTRAÇÃO

3.1. Custos de Investimento

Os dados assumidos para o levantamento dos custos de investimento estão relacionados abaixo:

• Sistema de polieletrólito	: ~ R\$ 15.000,0
• Bomba de alimentação (2 un.)	: ~ R\$ 10.000,0
• Baías de contenção (civil – 2 un.)	: ~ R\$ 80.000,0
Total de investimento	: ~ R\$ 105.000,0 (Nota 1)

Nota 1: O bag não foi utilizado como custo de investimento, visto que este é descartado quando da sua saturação e precisa ser sempre repostos.

3.2. Custos de operação

Para o cálculo dos custos operacionais, os seguintes dados foram utilizados:

Bag de filtração

• Preço do bag	: ~ R\$ 17.000 (1 unidade – impostos inclusos)
• Volume do bag	: ~ 47 m ³
• Concentração de lodo na saturação do bag	: ~ 45% em peso
• Massa de sólido seco na saturação do bag	: ~ 21,15 ton
• Tempo de operação até saturação do bag	: ~ 37 dias
Custo total por dia	: ~ R\$ 460,0/ dia

Energia Elétrica

• Energia consumida para preparo/ dosagem de polieletrólito e alimentação do bag	: ~ 2 kWh
• Custo da energia elétrica	: ~ R\$ 0,4/ kWh
Custo total com energia	: R\$ 19,2/ dia

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Disposição do lodo

- Dosagem de polieletrólito : ~ 5 kg/ tonelada de sólido seco
- Consumo de polieletrólito : ~ 2,9 kg/ dia
- Custo do polieletrólito : ~ R\$ 25/ kg
- Custo total com polieletrólito : R\$ 72,5/ dia**

Disposição do lodo

- Custo de disposição do lodo no aterro : ~ R\$ 50/ tonelada
- Concentração, em peso, de sólido no lodo : ~ 45% (Densidade ~ 1,2 kg/ l)
- Custo total com disposição : ~ R\$ 76,0/ dia**

Amortização do investimento

- Tempo de amortização : 12 anos
- Juros : 10% a.a.
- Custo total com amortização : ~ R\$ 15.435,0/ ano @ ~ R\$ 42,3/ dia**

Portanto, o custo operacional total com a utilização do bag de filtração é:

- Custo total por dia : ~ R\$ 670,0/ dia

Custo TOTAL por ton. de lodo seco desidratado : ~ R\$ 1.163,2/ ton. de lodo seco

4. BOMBEAMENTO DO LODO PARA TRATAMENTO NA ETE MELCHIOR

4.1. Custos de Investimento

Os dados assumidos para o levantamento dos custos de investimento estão relacionados abaixo:

- Bombas de transferência (2 un.) : ~ R\$ 27.000,0
- Linha de bombeamento : ~ R\$ 17.000,0
- Total de investimento : ~ R\$ 44.000,0**

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

4.2. Custos de operação

Para o cálculo dos custos operacionais, os seguintes dados foram utilizados:

Energia Elétrica

- Energia consumida para bombeamento : ~ 7,5 kWh
- Custo da energia elétrica : ~ R\$ 0,4/ kWh
- Custo total com energia : R\$ 72,5/ dia**

Recebimento do lodo pela Caesb

A Caesb apresentou 3 possíveis opções de tratamento para o lodo, sendo que uma delas está sendo utilizada no momento e as outras duas estão em fase de estudo. Abaixo estão reportadas as opções e seus respectivos custos de recebimento:

- Situação 1 (Atual) : R\$ 125/ ton. lodo a 20% @ R\$ 625/ ton. lodo seco @ **R\$ 360,0/ dia**
Centrifugação e disposição com uso agrícola
- Situação 2 (Estudo) : R\$ 195/ ton. lodo a 20% @ R\$ 975/ ton. lodo seco @ **R\$ 561,6/ dia**
Secagem natural + caleação ou compostagem
- Situação 3 (Estudo) : R\$ 560/ ton. lodo a 20% @ R\$ 2.800/ ton. lodo seco @ **R\$ 1.612,8/ dia**
Secagem térmica

Amortização do investimento

- Tempo de amortização : 12 anos
- Juros : 10% a.a.
- Custo total com amortização : ~ R\$ 6.468,0/ ano @ ~ R\$ 17,7/ dia**

Nota: No custo da amortização não estão inclusos os investimentos por parte da Caesb.

Portanto, o custo operacional para envio e tratamento do lodo pela Caesb é:

- Custo total por dia - Situação 1 : ~ R\$ 450,2 kg/ dia
- Custo total por dia - Situação 2 : ~ R\$ 651,8 kg/ dia
- Custo total por dia - Situação 3 : ~ R\$ 1.703,0 kg/ dia

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Custo TOTAL por ton. de lodo seco desidratado

Situação 1	: ~ R\$ 781,6/ ton. de lodo seco
Situação 2	: ~ R\$ 1.131,6/ ton. de lodo seco
Situação 3	: ~ R\$ 2.956,6/ ton. de lodo seco

5. TABELA COMPARATIVA

Opção de Disposição	Custo de Investimento	Custo Operacional (R\$/ ton. de sólido seco)
Centrifugação	R\$ 370.000,0	R\$ 737,5
Bag de Filtração	R\$ 105.000,0	R\$ 1.163,2
Envio à ETE Melchior - Situação 1	R\$ 44.000,0	R\$ 781,6
Envio à ETE Melchior - Situação 2	R\$ 44.000,0	R\$ 1.131,6
Envio à ETE Melchior - Situação 3	R\$ 44.000,0	R\$ 2.956,6

6. CONCLUSÃO

Após a avaliação comparativa entre os custos de investimento e operacionais de cada uma das opções de desidratação de lodo apresentadas, optamos pela solução de instalação de centrífugas na estação de pré-tratamento de chorume.

Apesar de possuir o maior custo de investimento, este sistema permite praticar a desidratação do lodo com um menor custo de operação, já incluindo neste o custo financeiro de amortização.

Descartamos a opção de envio do lodo para tratamento na ETE de Melchior, pois, além de ter um custo operacional atual levemente superior ao previsto pela instalação de centrífugas, a Caesb está estudando alternativas de desidratação que, no futuro, elevarão os custos operacionais, os quais serão repassados ao operador do aterro.

**PARECER TÉCNICO DE FUNDAÇÕES E
ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS**

Estação de Pré-Tratamento de Chorume

Parecer Técnico de Fundações e Especificações Construtivas

Elementos técnicos utilizados como referência

- a) Sondagens a percussão para reconhecimento do subsolo executadas pela Sonda Engenharia Ltda. – relatório 021/2008 executadas em 23 de Abril de 2008.
- b) Projeto Básico de Implantação da Central de Coleta de Resíduos, perfil hidráulico, elaboradas por AQUAPRO Engenheiros Associados Ltda.

Perfil Geotécnico do Subsolo

As sondagens próximas ao empreendimento são SP21 e SP15:

- SP15:- Cota do terreno 988.23 m

A sondagem executadas caracteriza o subsolo como constituído basicamente por uma camada superficial de argila arenoso, marrom mole, com espessura aproximada 0,6 m. Abaixo desta encontra-se camada de argila pouco arenosa muito mole a mole, com espessura 3,6 m. Subjacente encontra-se camada de argila pouco arenosa com pedregulhos, média, vermelha, espessura 0,65 m. Abaixo encontra-se silte argiloso, com pedregulhos, médio a duro, cor variada, com espessura 3,35 m. Abaixo camada de silte pouco arenoso, com pedregulhos, compacto, amarelo variegado.

O nível do lençol freático foi detectado nas prospecções executadas com profundidade 3,53 m em relação ao nível do terreno atual.

- SP21:- Cota do terreno 981.34 m

A sondagem executadas caracteriza o subsolo como constituído basicamente por uma camada superficial de aterro de argila arenosa, marrom mole, com espessura aproximada 2,5 m. Abaixo desta encontra-se camada de silte argiloso médio a duro, com espessura 7,95 m. O nível do lençol freático foi detectado nas prospecções executadas com profundidade 3,35 m em relação ao nível do terreno atual.

A terraplenagem deverá ser executada com base nas Normas ABNT pertinentes, citadas ou não neste documento, adotando soluções que contemplem procedimentos executivos seguros e preservem o meio ambiente.

A limpeza e a remoção da camada superficial com previsão de 1,5 a 2 metros, deverão ser feitas nos limites dos "offsets" + 5 m e consistem na completa retirada da vegetação rasteira, arbustos e árvores. A profundidade de corte será confirmada posteriormente após a realização de novas sondagens de reconhecimento do solo para determinar a camada de baixa resistência. Os serviços serão liberados para a etapa seguinte após a constatação da inexistência de materiais orgânicos e solos com raízes na área trabalhada.

Após a remoção da camada de solo vegetal o greide resultante será regularizado e compactado por meio de 6 passadas completas de trator de esteira D6 ou equivalente e de acordo com a FISCALIZAÇÃO.

A execução dos aterros será mediante a utilização racional de equipamentos adequados que possibilitem a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

O aterro deverá ser constituído segundo os taludes, dimensões e cotas indicados nos desenhos de projeto e de acordo com as determinações da FISCALIZAÇÃO.

O aterro deverá ser lançado e compactado em camadas com espessura máxima de 25 cm, medida antes da compactação.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ($ISC < 2 \%$) e expansão maior do que 4 %.

A camada final da execução dos aterros deverá ser constituída de solo selecionado, conforme projeto. Não será permitido o uso de solos com expansão maior que 2 %.

Depois de atingidas as cotas previstas no projeto, todas as áreas terraplenadas, nos aterros, deverão ser acabadas com o emprego de equipamentos adequados, obedecendo-se aos níveis e caimentos indicados em projeto. O material em excesso proveniente dos acertos dos taludes deverá ser compactado no pé destes ou ser removido. A abertura de canaletas de drenagem superficial, nos aterros, também deverá ser feita com o emprego dos equipamentos adequados.

A solução de troca desta camada de solo superficial mole por solo compactado mecanicamente, melhorando a resistência deste solo superficial, que servirá de suporte para as fundações das estruturas em radier, o qual será dimensionado por Projetista Estrutural. A superfície da plataforma que servirá de apoio dos raders deverá ser obrigatoriamente compactada com placa vibratória de alto impacto. Nas regiões com materiais orgânicos, detritos vegetais ou solos de má qualidade, dever-se-á proceder a troca de solo com espessura a ser confirmada pelas novas sondagens, seguindo as orientações para aterros abaixo apresentada: Antes do aterro, os materiais superficiais de baixa qualidade deverão ser removidos, tais como: solos com detritos vegetais, solos orgânicos e entulhos. É fundamental que o aterro seja compactado com controle da umidade e do grau de compactação conforme especificado nos itens a seguir.

O nível do lençol freático deve ser avaliado e rebaixado, se necessário, através de poços drenantes.

Sistema de drenagem sub-superficial

Será implantado sistema de drenagem sub-superficial na área de implantação da Estação de Tratamento de Chorume composto por drenos principais, drenos secundários, drenos coletores, emissário e caixa de recepção, cuja posição dos elementos e os detalhes podem ser visualizados na folha de projeto 03/25.

Os drenos principais serão executados em valas escavadas mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura, e serão compostos por tubo de PEAD corrugado, ou similar, de diâmetro de 200 mm, perfurado, assentes sobre lastro de brita nº 1, lavada, e envolto por brita nº 4, contando com revestimento de manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar.

Os drenos secundários serão executados em valas escavadas mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura, preenchida com brita nº 4, envolto por manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar.

Os drenos coletores serão executados em valas escavadas mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura por 1,0 m de altura, e serão compostos por tubo de PEAD corrugado ou similar, de diâmetro de 400 mm, perfurado, assente sobre lastro de brita nº 1, lavada, e envolto por brita nº 4, contando com revestimento de manta geotêxtil tipo Bidim RT-16 ou similar.

Acima da seção de cada dreno (principal, secundário e coletor), será executada camada drenante com areia grossa, com 2,0 m de largura e 50 cm de espessura.

O emissário da drenagem sub-superficial será executado em vala escavada mecanicamente, de seção transversal retangular de 1,0 m de largura e altura variável, sendo composto por tubo de PEAD corrugado ou similar, não perfurado, de 400 mm de diâmetro, assentado sobre lastro de brita nº 1, lavada, seguindo com o reaterro da vala com solo compactado.

Todo o sistema de drenagem sub-superficial implantado área da Estação de Tratamento de Chorume acabará por convergir para a caixa de recepção das águas sub-superficiais, que será executada em concreto armado, de onde serão realizadas as coletas de amostras das águas para análise periódica em laboratório, cujos laudos deverão ser encaminhados ao órgão de controle ambiental.

Sistema de impermeabilização das lagoas

O sistema de impermeabilização das lagoas de equalização, acúmulo e emergência será executado com sistema composto por múltiplas barreiras, iniciando-se pela execução de camada de impermeabilização de 1,50m de espessura, com solo compactado e coeficiente de permeabilidade igual ou inferior a 10^{-7} cm/s, onde as camadas inferiores serão executadas revolvendo e compactando o próprio solo local, que possui característica geotécnica que permite atingir a permeabilidade exigida. As camadas superiores serão executadas com o lançamento, espalhamento e compactação do solo em camadas de cerca de 20 cm de espessura até atingir a cota de projeto do aterro de impermeabilização.

Sobrejacente ao aterro de impermeabilização será instalada a geomembrana de PEAD com espessura de 2,0 mm, texturizada nas duas faces, sendo que as emendas deverão ser executadas com o método de fusão térmica e submetidas a ensaios de qualidade.

A proteção mecânica da geomembrana de PEAD, tanto na base quanto nos taludes, será executada por meio de instalação de geotêxtil tipo bidim ou similar

Para a execução dos aterros compactados previstos no aterro, deverão ser utilizados solos essencialmente argilosos. O grau de compactação mínimo requerido a ser atingido na compactação de cada camada deverá ser 98% referido ao ensaio de compactação Proctor (ABNT-MB-33/Energia Normal) feito pela Metodologia Hilf. O teor de umidade deverá se apresentar inferior a 1,10 e superior a 0,95 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

O solo deverá ser descarregado por caminhões basculantes, espalhado com trator de esteira tipo D6 ou similar em camadas com no máximo 25 centímetros.

O material lançado será espalhado e nivelado de modo a ser obtida uma superfície plana e de espessura uniforme. Na seqüência, o solo lançado deverá ser tratado por meio de grade de discos para assegurar que ao longo de sua espessura seja obtido um material homogêneo quanto ao teor da umidade e textura, promovendo-se todas as medidas de umedecimento por irrigação ou aeração para correção dessa umidade. A compactação deverá ser efetuada com rolo compactador tipo tamping.

Para o lançamento de uma nova camada sobre uma já executada deverá ser feita uma escarificação superficial da camada existente de modo a assegurar uma boa ligação entre camadas.

A espessura da camada, o tipo e o número de passagens do equipamento de compactação poderão ser alterados em função de observações feitas durante os trabalhos iniciais e baseados em ensaios de controle de compactação tipo Hil-Proctor, executados em um número de no mínimo 1 ensaio para cada 2500 m³ e sempre que se tiver materiais diferenciados, sem reuso do material.

Dever-se-á prever, ainda, ensaios de permeabilidade a carga variável em laboratório, em corpos de prova moldados em conformidade com o especificado para o aterro compactado.

Durante a execução do aterro compactado, a praça de compactação deverá ser mantida com declividade mínima de 0,5 % para permitir o rápido escoamento das águas de chuva.

CRITÉRIOS DE PROJETO ELÉTRICO / INSTRUMENTAÇÃO

Estação de Pré-Tratamento de Chorume

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

1 - OBJETIVO

Este documento estabelece os critérios mínimos para o desenvolvimento dos serviços de engenharia da disciplina de Elétrica e de Instrumentação. Este é um documento de consulta para o desenvolvimento do projeto, planejamento das atividades, especificações e folhas de dados, memórias de cálculo e outros documentos necessários na execução do Projeto Elétrico e de Instrumentação, Básico, a ser utilizado na implantação da Estação de Pré-tratamento de Chorume da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF), na Região Administrativa de Samambaia – DF (Aterro de Brasília).

2 - CÓDIGOS E NORMAS

Exceto onde indicada à adoção de outra Norma específica, o desenvolvimento das atividades de projeto deverá seguir as orientações das últimas edições da ABNT. Para assuntos não cobertos por esta, deverão ser consideradas as Normas abaixo relacionadas:

American National Standards Institute	ANSI
American Society for Testing and Materials	ASTM
Factory Mutual Engineering Division Recommended Practices	FM
Illumination Engineers Society	IES
International Electrotechnical Commission	IEC
Institute of Electrical and Electronic Engineers	IEEE
Instrument Society of America	ISA
International Organization for Standardization	ISO
National Electric Code	NEC
National Electrical Manufacturers Association	NEMA
National Fire Protection Association	NFPA
National Occupational Safety Association	NOSA
Normas Regulamentadoras do MT	NR
Occupational Safety and Health Administration	OSHA
Underwriters Laboratories, Inc. Standards	UL

Além dos códigos e normas acima citados, o projeto deverá cumprir com todas as leis e regulamentações das autoridades locais. Em caso de conflito, o mais restrito prevalecerá.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Clima tropical de altitude com temperaturas médias para Distrito Federal - Brasília:

Altitude	: aproximadamente 1000 metros
Temperatura média	: 22 °C
Temperatura de projeto elétrico	: 40 °C

O fator de potência deve ser controlado automaticamente com limite de 0,92 indutivo. Devemos ter a possibilidade de acompanhar o valor do fator de potência.

Soluções para uso de tecnologias renováveis devem ser desenvolvidas. Daremos sempre preferência para tecnologias menos poluentes, mais econômicas e eficientes. Para isso devemos esgotar todas as opções para utilização de fontes energéticas renováveis e que ofereçam boa relação custo/benefício. Os motores elétricos devem ser de alto rendimento (WEG ou similar de mesma eficiência e qualidade).

4 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO

4.1 NÍVEIS DE TENSÃO

4.1.1 SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

O suprimento de energia elétrica é feito pela concessionária da região em rede de distribuição em 13,8kV aérea, com entrada no local, subterrânea até a sala de entrada e medição na portaria, e da portaria até as subestações de distribuição por fábrica.

4.1.2 SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

Entrada de Energia - Primária

A entrada de energia primária existente é em 13,8 kV, trifásico, 60 Hz, entrada de energia em 13,8 kV, com medição, padrão da concessionária, a ser feita pela ADASA.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Distribuição Secundária

- 440V, trifásica, 60 Hz, neutro solidamente aterrado.

Sistemas auxiliares (Iluminação e tomadas de uso geral)

- 220/127 V, trifásica + neutro, 60 Hz. As luminárias, resistências de aquecimento e tomadas monofásicas serão ligadas entre fase e neutro.

Resistências de aquecimento

- 220 V, monofásico ou trifásico, 60 Hz, dependendo da potência.

Tensão para Instrumentação

- 120 V, monofásico, fase-neutro, 60 Hz.

Características Gerais das Instalações

- Instalações Elétricas do tipo aparente.

Estamos prevendo, para estas áreas, instalações elétricas do tipo aparente, com a rede instalada através de leitos e perfilados, ou em eletrodutos, com descidas verticais nas bancadas ou caixas de passagens.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

6.2 TRANSFORMADORES DE ILUMINAÇÃO

Quando instalados no interior de salas elétricas, deverão ser secos, com potências até 75 kVA, ventilados ou com enrolamentos encapsulados.

Todos os transformadores deverão possuir conexão triângulo (primário) em 440V– estrela (secundário) 220 – 127 V, com o neutro solidamente aterrado .

6.3 CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES DE BAIXA TENSÃO

Os CCMs deverão do tipo convencional, com gavetas extraíveis para os demarradores de motores e gavetas destinadas a alimentadores diversos (transformadores e outras cargas não motorizadas).

Os demarradores deverão incluir disjuntores termomagnéticos (disjuntor motor) e contadores tripolares .

As gavetas dos demarradores e alimentadores deverão ser providas de cadeado para impedir o acesso ao comando do disjuntor e/ou contator do equipamento em manutenção.

As gavetas devem permitir abertura da porta somente após desligada e extraída do barramento.

Os inversores de frequência até 11 kW serão montados dentro de gavetas extraíveis, para potências acima de 11 kW, serão montados dentro de gavetas fixas, e acima e igual a 100 kW serão instaladas fora do painel .

Deverão obedecer aos requisitos de segurança previstos nas NRs do MT-10 e 22.

Quando a alimentação do CCM for feita direta do transformador ou quadro montado em outra sala, sem disjuntor de saída, deverá ser exigido disjuntor na entrada do CCM.

Os TP's devem ser secos e montados no cubículo de entrada.

Os CCMs devem ser montados com equipamentos compatíveis com a tecnologia atual, tendo como alternativa a possibilidade de instalação, atual ou futura, de equipamentos inteligentes.

A proteção contra curtos-circuitos e a desenergização final das gavetas será feita sempre por disjuntor de caixa moldada, com sensor para proteção magnética (instantânea) ajustável de 5 a 12 vezes sua corrente nominal.

Os contadores deverão ser adequados à partida de motores de indução trifásicos e deverão suportar uma queda de tensão nominal de 30% sem desligamento.

A capacidade de interrupção padrão para o CCM de BT deverá ser de (Hold) kA.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

5 - CODIFICAÇÃO DE CORES

5.1 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos deverão ser pintados nas cores:

- Equipamentos localizados em subestações ou salas elétricas: Cinza Claro Munsell N6,5.
- Motores elétricos, serão conforme padrão do fabricante
- As caixas de comando locais, serão instaladas próximas aos motores, prevendo uma chave seletora de 3 posições:-
 - MANUAL , acionamento do motor no local
 - 0 , desligado
 - AUTOMÁTICO acionamento automático pelo supervisor, via PLC

A disposição dos painéis em seu interior da sala elétrica deverá ser tal que atenda as normas, quanto à segurança de manuseio e manutenção, no que se refere às distâncias mínimas entre painéis e entre estes e as paredes.

As salas deverão possuir no mínimo duas portas, com abertura para fora, que deverão ser utilizadas como rotas de fuga. As portas deverão ser do tipo corta-fogo, com alavanca de abertura rápida. Deverão ser adicionadas novas portas, caso o percurso de fuga ultrapasse 15 m.

6 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

6.1 GERAL

Os equipamentos elétricos instalados nas salas elétricas deverão possuir invólucros com grau de proteção IP-4X e quando instalados ao tempo IP-55.

Os instrumentos e botoeiras de comando deverão ter grau de proteção IP-65 (mínimo). Todos os motores deverão possuir invólucro com grau de proteção IPW-55. Na construção e instalação dos equipamentos elétricos, deve ser dada ênfase à segurança, como exigido pelas NRs do MT-10 e 22.

Nos painéis deverão ser previsto acesso seguro aos componentes, inclusive aos localizados na parte traseira, para efeito de medição de temperatura nas conexões.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Casos particulares especialmente com a existência de projeto de geração própria deverão ser estudados em cada projeto.

A seção de entrada deverá possuir medição de tensão, corrente e fator de potência .

Os dispositivos de proteção e manobra dos motores deverão incluir disjuntores, contadores tripolares com bobinas para 120 Vca .

Forma construtiva 3b, conforme NBR IEC60439-1.

6.4 MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos deverão seguir as recomendações das especificações gerais correspondentes.

As tensões de serviço padronizadas, exceto em casos específicos de projeto, serão as seguintes:

- Motores menores que 150 kW – 440 V - trifásicos – 60 Hz.

Os motores deverão ser de indução, assíncrono com rotor em gaiola de esquilo, salvo aplicação específica, com isolamento classe F, elevação de temperatura classe B e fator de serviço 1,0 mínimo (casos especiais a serem definidos na FD), aletados, grau de proteção IPW 54, quando não especificados de outra forma.

Os seguintes acessórios deverão ser previstos:

Resistência de aquecimento de parada com alimentação em 220 V, monofásica, para motores de BT com potências acima de 150 kW e motores de MT.

Os motores alimentados por inversores de frequência deverão ser fornecidos com características adequadas a este fim, atendendo aos requisitos das normas IEC.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7 - SISTEMAS DE ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

7.1 ATERRAMENTO (GERAL)

O sistema de aterramento será constituído de uma malha de aterramento geral.

O sistema de aterramento deve atender aos requisitos da NR-10, itens 10.3.4 e 10.3.6.

7.2 SISTEMAS DE ATERRAMENTO

Abrangendo toda a área da planta, deverá existir um sistema de aterramento geral e adequado, executando as seguintes funções:

- Garantia de segurança quanto às tensões de toque e passo máximas admissíveis pelo corpo humano.
- Limitação das sobrecorrentes sustentadas nas fases sãs na ocorrência de falta fase-terra, bem como sobre tensões transitórias devido à faltas para a terra através do arco intermitente, a níveis compatíveis com o isolamento dos equipamentos e que permitam satisfatória coordenação do isolamento.
- Garantia de um sistema de proteção contra falta fase-terra sensível, rápido e seletivo.
- Atender às características das cargas no que diz respeito às correntes de desequilíbrio, bem como à necessidade de continuidade de alimentação sob condições de falta fase-terra.

Aterramento de Equipamentos e componentes do sistema elétrico com instalação fixa

Deverão ser duplamente aterrados através de cabo isolado conectado ao cabo terra do bandejamento que terá o caminhamento desde o transformador até a carga, passando pelos painéis, como CCMs e QDs, e do condutor de aterramento de cobre, este interligado ao ponto mais próximo da malha geral de aterramento.

Os motores elétricos deverão ser aterrados através de dois condutores:

- “Condutor de Proteção”: constituído por um cabo isolado conectado ao cabo de terra do bandejamento do mesmo para o motor. O condutor de proteção acompanha os cabos principais dentro do eletroduto, a partir deste ponto até a caixa de ligações do motor;

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

- “Condutor de Aterramento”: constituído por um cabo de aço cobreado conectado no terminal de aterramento da carcaça do motor e no ponto mais próximo da malha de terra.

Aterramento de equipamentos eletrônicos e equipamentos sensíveis

Deverão ser aterrados através de um sistema de equalização de potenciais obtido pelo uso de uma malha de aterramento especial (malha de referencia ou equalização), constituída de um reticulado de cabos de cobre ou chapas de cobre. Esta malha deverá ser interligada à malha geral de aterramento.

Aterramento de cabos de força

Os cabos de força blindados, com comprimento até 900 m deverão ter a blindagem aterrada em um único ponto, do lado da fonte, ainda que alimentem equipamentos situados em áreas com malhas de aterramento distintas. Para comprimentos maiores, deverá ser feito estudo específico.

Aterramento de leitos para cabos, eletrodutos e calhas metálicas

Os leitos deverão ser interligados nas junções e estas, os eletrodutos e calhas deverão ser interligados à malha geral de aterramento, nos dois extremos, ou, em grandes extensões, em intervalos de 50 m.

Aterramento de Edifícios

Os edifícios deverão ter uma malha de aterramento externa e uma interna, ambas interligadas entre si à malha geral.

Os edifícios em estrutura metálica deverão ter suas colunas aterradas através de hastes, no mínimo, em 4 pontos distintos.

Aterramentos diversos

Todos os portões, corrimãos, estruturas e demais peças metálicas fixas sujeitas à energização, ainda que accidental, deverão ser aterrados.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Interligação de malhas de aterramento

É desejável a interligação de todas as malhas, de forma a se evitar diferenças de potencial que coloquem em risco o ser humano e equipamentos.

Caso exista possibilidade de potenciais de risco, deve ser tomado o cuidado também com a interligação acidental, através de tubulações metálicas ou redes aéreas.

Recomendações para projeto da malha

Procurar sempre utilizar um número reduzido de diferentes seções de condutores para aterrar equipamentos. Na malha deverão ser projetadas hastes nos seguintes locais:

- Cantos das malhas em torno das instalações.
- Próximo às instalações de resistores de aterramento.
- Nos cabos de descida dos pára-raios.
- Nos cabos de descida do sistema de proteção contra descargas atmosféricas.
- Pontos de aterramento de equipamentos de manobra de alta tensão.
- Ao longo da periferia da malha geral, da periferia de anéis em torno das instalações e da periferia de cercas de fios metálicos em torno das instalações e subestações.

As conexões dos cabos de aterramento deverão ser projetadas da seguinte forma:

- As ligações dos cabos de aterramento às hastes de medição deverão ser executadas através de conectores aparafusados. As hastes de medição deverão ser protegidas por manilhas de concreto armado com tampas de concreto.
- As ligações dos cabos de aterramento à malha enterrada permanentemente ou embutidas deverão ser executadas através de solda exotérmica.
- As ligações dos cabos de aterramento de equipamentos aos mesmos deverão ser executadas com conectores aparafusados, exceto no caso de aterramento de estruturas metálicas fixas, onde deverá ser usada a solda exotérmica.
- As fundações das instalações poderão ser utilizadas como meio de redução da resistência de aterramento quando for mais viável técnica e economicamente.
- As hastes de aterramento serão do tipo “cooperweld” com $\frac{3}{4}$ ”(19 mm) de diâmetro e 3 m de comprimento, no mínimo.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

7.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O sistema a ser adotado dependerá da configuração das instalações e de estudo técnico econômico conforme NBR-5419, mas algumas recomendações gerais deverão ser obedecidas, ou seja:

Serão aplicados pára-raios tipo Franklin na proteção de estruturas altas e de pequena projeção horizontal, observando-se a necessidade de malhas intermediárias em estruturas com altura superior a 20 m.

Para proteção de edifícios, com cobertura não metálica, deverão ser previstas redes de captação aérea e condutores de descida.

As redes de captação do tipo gaiola de Faraday serão constituídas de cabos de cobre nu, cabo copperweld, de ferro galvanizado, ou alumínio, devidamente escolhidos em função da agressividade do ambiente, com seção mínima de 25 mm².

A distância máxima entre cabos deverá ser de 15 m, formando uma rede articulada, com os cabos fixados no telhado, de acordo com os detalhes técnicos.

Em edifícios e tanques metálicos, onde a espessura da cobertura for tal que não permita a penetração em caso de descargas atmosféricas, como definido na NBR-5419, pode-se dispensar a rede captação aérea, bastando aterrar as colunas metálicas, com o cuidado de assegurar a continuidade da cobertura e sua interligação com as colunas metálicas.

O número de descidas será definido segundo a NBR-5419, com mínimo de duas.

Os cabos de descida deverão ficar afastados de locais de estacionamento ou circulação contínua de pessoas.

Os condutores de descida deverão ser projetados com o menor comprimento possível, evitando-se ângulos e posições que facilitem arcos laterais. "Deverão ser conectados a uma haste de copperweld, diâmetro 3/4" e comprimento mínimo de 3 m e esta interligada à malha geral.

8 - CABOS ELÉTRICOS

8.1 ALIMENTADORES DE 440 V

Deverão ser utilizados cabos com isolamento EPR ou do tipo Sintenax para 0,6 /1kV e capa em PVC, com encordoamento classe 5. Os cabos deverão ser com condutores de cobre, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, não propagante de chama, e classe de elevação de temperatura igual a 90°C, em regime contínuo.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Os cabos deverão possuir condutor de cobre, tipo antichama, bitola mínima de 2,5 mm², tetra polares até 35 mm² e singelos acima desta bitola. Para os cabos de potência, de seção acima de 35 mm² deve ser previsto terminal de compressão com dois furos para fixação nos barramentos.

8.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Para instalação em locais úmidos, e em rede de dutos, subterrâneos deverão ser utilizados cabos de cobre com isolamento para 1 kV e capa em PVC, com encordoamento classe 5, elevação de temperatura 70°C, bitola mínima de 2,5 mm², singelos.

Para instalação em locais secos, deverão ser utilizados cabos de cobre com isolamento e capa em PVC, para 750V, e demais características conforme item anterior.

Os condutores de iluminação deverão ter bitola mínima de 2,5 mm² e deverão ser padronizados nas cores:

- Fases: R-preto; S-branco e T-vermelho.
- Neutro: azul.
- Condutor de aterramento: verde
- Retorno: cinza.

8.3 SISTEMA DE CONTROLE

Deverão ser utilizados cabos múltiplos com isolamento para 1 kV e capa em PVC, com condutores de cobre, com encordoamento classe 5, identificação dos condutores através de sistema numérico e bitola mínima de 1,5 mm².

Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, conforme NR-10, item 10.3.3.1.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

8.4 ATERRAMENTO

Condutores de aterramento deverão ser em cobre nu, ou copperweld, conforme normas NBR-6524 com formação a 7 fios, têmpera meio dura, para seções até 35 mm² e formação a 19 fios, têmpera meio dura, para seções de 50 a 70 mm².

8.5 CONDUTORES DE PROTEÇÃO

Deverão ser utilizados cabos com condutor de cobre encordoamento classe 2, singelos, isolamento em PVC na cor verde, 750 V, conforme NBR-7288, temperatura máxima de 70°C em regime contínuo. As seções deverão estar de acordo com a NBR-5410 sendo que para BT, seções inferiores a 70 mm² serão utilizados cabos tetra polares, conforme indicado anteriormente, que incluem o cabo de proteção.

8.6 DIMENSIONAMENTOS DE CONDUTORES

Todos os condutores deverão ser dimensionados utilizando-se os critérios estabelecidos na NBR-5410 para BT e NBR-14039 para MT.

9 - CONDUTOS PARA CABOS ELÉTRICOS

9.1 GERAL

Será utilizada rede de dutos subterrâneos, para a distribuição dos cabos de interligação entre as áreas.

Nos casos excepcionais, devidamente aprovados pela ADASA e obedecendo as Normas NBR-5410 e 14039 deverão ser tomados os seguintes cuidados dentre outros:

- Os cabos devem ser protegidos contra as deteriorações causadas por movimentação de terra, contato com corpos duros, choques de ferramentas em caso de escavações, bem como contra a umidade e ações químicas causadas pelos elementos do solo.
- Como prevenção contra os efeitos de movimentação de terra, os cabos devem ser instalados, em terreno normal, pelo menos a 0,90 m da superfície do solo. Essa profundidade deve ser aumentada para 1,20 m na travessia de vias acessíveis a veículos numa zona de 0,50 m de largura, de um lado e de outros destas vias. Essas

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

profundidades podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando os cabos estiverem protegidos, por exemplo, por eletrodutos que suportem sem danos as influências externas a que possam ser submetidos.

- Qualquer linha enterrada deve ser continuamente sinalizada por um elemento de advertência (por exemplo, fita colorida), não sujeito a deterioração, situado no mínimo a 0,10 m acima dela.
- Os eletrodutos galvanizados devem ser aterrados, em uma das extremidades, através de buchas com terminal de aterramento.

9.2 LEITOS PARA CABOS

Os leitos para cabos deverão ser do tipo pesados (função da aplicação interna ou externa), ventilados, com abas externas, fabricados em aço e galvanizados a fogo, comprimento 3 m, altura 100 mm e larguras padronizadas de 200, 400, 600 e 800 mm.

Deverão ser utilizados em locais secos e preferencialmente abrigados.

Deverão ser previstos leitos separados para cabos de 440 V, controle (120 Vca), instrumentação (4-20 mA) e fibra ótica, conforme NR-10, item 10.3.3.1.

Quando os cabos de instrumentação e de controle estiverem instalados no mesmo leito, deverão ser separados por chapas de aço galvanizado (septo divisor).

Fibras óticas e cabos conduzindo sinais de 4-20 mA poderão ser instalados no mesmo leito.

Nos projetos deverá ser previsto taxa de ocupação máxima de 80% dos leitos.

9.3 ELETRODUTOS

- Rede de dutos subterrâneos – Dutos em PVC corrugado, tipo “Kanalex” ou aço galvanizado, pesado, com costura removida.
- Instalação aparente e embutida – Eletrodutos em aço galvanizado bitola mínima “ $\frac{3}{4}$ ”, tipo pesado, ou, em locais com presença de atmosfera corrosiva, rígidos de PVC. Os eletrodutos galvanizados, em envelopes ou enterrados, devem ser providos de buchas com terminal de aterramento.
- Ligação de eletrodutos rígidos e caixas de passagem à caixas de terminais de motores e aos dispositivos de instrumentação e controle – Eletroduto metálico flexível recoberto de PVC.
- Os eletrodutos e as conexões deverão ser fornecidos com rosca gás para conexão com luvas.

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

- Deverão ser utilizados eletrodutos separados para:
 - Cabos de força: 440 V.
 - Cabos de iluminação: 220V / 127 V.
 - Cabos de instrumentação: 120 Vca / e 24 Vcc 4-20 mA.
 - Cabos de comunicação e fibras óticas.

A suportação não deverá exceder a 2 m e o uso de curvas de 90° limitado ao máximo de duas entre caixas de passagem.

9.4 TOMADAS DE USO GERAL

A alimentação deverá ser através de disjuntor de proteção residual, 30 mA.

As tomadas deverão ser distribuídas de modo que seja possível utilizar aparelhos elétricos portáteis que tenham cabos de até 15 m de comprimento.

Os circuitos para alimentação de tomadas deverão ser independentes e alimentar no máximo 5 unidades.

10 - ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação deverá ser constituído por transformador de 440-220V/127V, quadro e painel de iluminação.

10.1 NÍVEIS DE ILUMINAMENTO

Os níveis médios de iluminamento deverão obedecer a tabela 14.1 abaixo:

LOCAL	LUX
Recepção	300
Salas de equipamentos elétricos	500
Baias de transformadores	250
Sala de controle	500
Pátios	50
Passarelas, escadas, galerias e corredores	150
Piso técnico	250
Escritórios, Biblioteca, Sala de Estudo	500
Áreas externas	30
Apoio laboratório	500
Banheiro	250

AQUAPRO ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

10.2 TIPOS DE LÂMPADAS E REATORES

São os seguintes os padronizados:

- Fluorescentes compactas, tipo PL, base E-27, 15-23 W/220 V.
- Halogenas, tipo par, base E27, 35W, 50W, 75W e 90W.
- Vapor de sódio de alta pressão, de bulbo ovóide, de potências 70 W, 100 W, 150 W, 250 W e 400 W e bulbo tubular de potência 400 W, 700 W e 1000 W, em 220 V.
- Reatores de alto fator de potência menor que 0,95
- Fluorescente tubular, extra luz do dia, 16W, 18W, 32W, 40W, 54 W ou 58 W, base bipino.
- Obs.:na ocasião do projeto detalhado, poderemos ter alterações nestas potências em função da adequação dos tipos das luminárias aos diversos ambientes.

As lâmpadas deverão ser utilizadas nas seguintes aplicações:

- Iluminação externa: lâmpadas a vapor de sódio ou vapor metálico.
- Iluminação de salas elétricas, sala de controle e escritórios: lâmpadas fluorescentes.
- Iluminação de pequenos ambientes, como por exemplo, banheiros: lâmpadas fluorescentes compactas.
- Iluminação das áreas produtivas: lâmpadas fluorescentes ou vapor metálico, dependendo da aplicação e altura de montagem da luminária.

10.3 TIPOS DE LUMINÁRIAS

As luminárias de potência iguais ou superiores a 150 W devem ser providas de plug para facilitar retirada para manutenção e deverão ser dos tipos:

- Para lâmpadas de vapor de sódio, ou vapor metálico, corpo em alumínio fundido com reator incorporado, grade proteção, globo de vidro e refletor. Serão aplicadas em áreas industriais de processo, sendo basicamente dos tipos pendente ou arandela.
- Para lâmpadas fluorescentes tubular, com refletor em alumínio anodizado de alta refletância. Para áreas internas as luminárias serão abertas e para áreas externas fechadas em acrílico.