

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA – PME

ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA O USO
DE ÁGUA NA CRECHE/PRÉ-ESCOLA
CENTRAL DA USP

TRABALHO DE FORMATURA APRESENTADO
À ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

Thiago Quaglio Portes


Orientador: Antonio Luis de Campos Mariani

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
ENGENHARIA MECÂNICA

SÃO PAULO
2005

TE-05
835

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600011817

FICHA CATALOGRÁFICA

Portes, Thiago Quaglio

**Estudo de alternativas para o uso de água na Creche/Pré-Escola Central da USP / T.Q. Portes. – São Paulo, 2005.
100 p.**

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

**1. Água pluvial (Captação; Reuso) 2. Sistemas hidráulicos
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II.t.**

14842841

RESUMO

Atualmente, o sistema de fornecimento de água para o pátio da Creche Central da USP fornece água com vazão muito baixa, causando alguns problemas como dificuldade para a lavagem do pátio e a demora no enchimento das piscinas desmontáveis. O objetivo do projeto é estudar as causas do problema de abastecimento, e propor alternativas de melhorias. Por ser um projeto de cunho social, será enfatizado o custo destas melhorias, procurando as alternativas de menores custos. Agregada ao projeto de melhoria, será avaliada a possibilidade de utilização de água de reuso, assim como os meios para se fazer isto. Pretende-se também avaliar alternativas de recolher água da chuva para utilização no pátio.

ABSTRACT

Currently, the system of water supply for the patio of the Central Day-Care Center of the USP supplies water with outflow very low, causing some problems as difficulty the laundering of the patio and the delay in the wadding of the dismountable swimming pools. The objective of the project is to study the causes of the supplying problem, and to consider alternatives of improvements. By being a project of social matrix, the cost of these improvements will be emphasized, looking for the alternatives of lesser costs. Added to the improvement project, the possibility of water of reuses use will be evaluated, as well as the ways to become this. It is also intended to evaluate alternatives to collect water of rain for use in the patio.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente às duas pessoas mais importantes para mim: meus pais, Antonio Portes e Walkyria Quaglio Portes. Só eles sabem o esforço que fizeram para que eu chegasse aonde cheguei. Não existem palavras para agradecê-los e sou muito grato a eles por tudo. Também gostaria de agradecer aos meus amigos, principalmente ao Danilo e Guilherme, que me deram força nos momentos em que mais precisei e que também estavam do meu lado nos momentos de alegria. Não poderia esquecer também das minhas duas irmãs, que sempre quando estava triste e sozinho, elas me consolavam com palavras doces e me apresentavam alguma amiga para me consolar. Gostaria de agradecer também aos professores, não só os da Escola Politécnica, mas todos que passaram pela minha vida desde o primeiro momento em que estive em uma escola. Aqui vale uma menção honrosa ao Prof. Dr. Antonio Luis de Campos Mariani, que além de ser orientador deste trabalho, merece congratulações por seu engajamento em causas nobres, como é o caso do Projeto Poli-Cidadã. Agradecimentos também devem ser devidos ao pessoal da Creche, principalmente ao Célio e ao Airton, não apenas pela ajuda que me deram, mas ao trabalho que realizam naquela instituição. Gostaria de agradecer por fim ao lúpulo e à cevada, bem como ao processo de fermentação, que tornaram possíveis a produção deste néctar dos deuses chamado cerveja, que em muito teve participação na minha vida, nos momentos bons e ruins, e agradecer também ao bom Deus por ter criado as mulheres, na sua forma mais perfeita (ou não).

A todos que fizeram e fazem parte da minha vida, muito obrigado!

SIMBOLOGIA

\dot{Q}	vazão volumétrica
V	volume
t	intervalo de tempo
$h / \Delta h$	perda de carga
f	fator de atrito
L	comprimento
D_h	diâmetro hidráulico
V	velocidade média do escoamento
g	gravidade
K	coeficiente de perda de carga localizada
L_{eq}	comprimento equivalente
ε	rugosidade
Re	número de Reynolds
ν	viscosidade cinemática
U	diferença de potencial (elétrica)
R_{el}	resistência elétrica
I	corrente elétrica
R_{eq}	resistência fluido-dinâmica (equivalente)
A_{eq}	abertura fluido-dinâmica (equivalente)
A	área de captação
IP	índice pluviométrico
$NPSH_r$	NPSH requerido
$NPSH_d$	NPSH disponível
p_{suc}	pressão absoluta na sucção da bomba
p_{vap}	pressão de vapor
ρ	densidade relativa
V_{suc}	velocidade do escoamento na sucção da bomba

H_{atm}	carga barométrica
H_{suc}	carga na sucção da bomba
p_{atm}	pressão barométrica absoluta
h_v	carga de vapor do líquido
H_x	desnível entre os reservatórios
C	constante
H_b	altura manométrica da bomba
Δh_{suc}	perda de carga na sucção

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	2
3. Descrição das instalações da Creche.....	3
3.1. Módulo 1	4
3.2. Módulo 2.....	6
3.3. Módulo 3	8
3.4. Considerações gerais	11
4. Revisão Bibliográfica.....	12
4.1. Medida de Vazão	12
4.2. Perda de Carga Distribuída	12
4.3. Perda de Carga Localizada.....	13
4.4. Cálculo do fator de atrito	14
4.5. Resistência e Abertura Fluido-Dinâmica.....	15
4.6. Índice pluviométrico.....	17
4.7. Utilização de bombas hidráulicas centrífugas.....	19
5. Levantamento de dados.....	23
5.1. Levantamento das vazões	23
5.2. Levantamento do consumo de “água de reuso”	24
5.3. Capacidade de captação de águas pluviais.....	25
6. Definição do Problema e apresentação da solução.....	29
6.1. Problemas de abastecimento	29
6.2. Solução proposta	32
7. Metodologia.....	34
7.1. Levantamento de dados	34
7.2. Busca de soluções.....	35
7.3. Validação das soluções	35
7.4. Análise econômica.....	35
8. Solução para cochos e tanques	36
8.1. Cálculo da Pressão Disponível.....	36
8.2. Solução escolhida	38
8.3. Análise da solução escolhida	39
9. Solução para aplicação de “água de reuso”.....	41
9.1. Captação e armazenamento da água pluvial	41
9.2. Tratamento da água	45
9.3. Distribuição de água	48
9.4. Análise do sistema proposto	49
10. Solução alternativa para déficit de abastecimento para as torneiras de lavagem do pátio sem implantação de “água de reuso”.....	60
11. Análise econômica do sistema de “água de reuso”.....	62
11.1. Custos do novo sistema.....	62
11.2. Economia de água.....	66
11.3. Custo do tratamento de águas pluviais	67
11.4. Amortização	68

12. Comentários finais e Conclusões	69
12.1. Discussão final	70
Referências bibliográficas	73
Folhas de especificação	75
FE-01 – CISTERNA	76
FE-02 – FILTRO DE DESCIDA	77
FE-03 – SIFÃO LADRÃO	78
FE-04 – KIT DE INTERLIGAÇÃO MANUAL	79
FE-05 – KIT DE INTERLIGAÇÃO AUTOMÁTICO	81
FE-06 – CLORADOR FLUTUANTE	82
FE-07 – FILTRO DE AREIA	83
FE-08 – FILTRO DE CARVÃO ATIVADO	84
FE-09 – BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO	85
Anexos	86
A-01 – CURVA DA BOMBA THEBE	87
A-02 – CATÁLOGO – KIT DE INTERLIGAÇÃO AUTOMÁTICO WISY	88
A-03 – CATÁLOGO – BOMBA DANCOR	89
A-04 – CATÁLOGO – FILTRO VORTEX WISY	90
A-05 – CATÁLOGO – SIFÃO LADRÃO WISY	91
A-06 – CATÁLOGO – SIFÃO LADRÃO 3P TECHNICK	92
A-07 – CATÁLOGO – CLORADOR DE PASSAGEM HIDRAULIS	93
A-08 – CATÁLOGO – CLORADOR FLUTUANTE SODRAMAR	94
A-09 – CATÁLOGO – TABLETE TRICLOROISOCIANÚRICO 200G	95
A-10 – PROPOSTA COMERCIAL – FILTRO DE AREIA VID'ÁGUA	96
A-11 – PROPOSTA COMERCIAL – FILTRO DE CARVÃO ATIVO VID'ÁGUA	97
A-12 – FLUXOGRAMA – SISTEMA DE “ÁGUA DE REUSO”	98
A-13 – ARRANJO – SISTEMA DE “ÁGUA DE REUSO”	99
A-14 – TARIFAS SABESP	100

1. INTRODUÇÃO

O tema escolhido para este projeto faz parte da lista de temas para projetos cadastrados no Projeto Poli-Cidadã. O Projeto Poli-Cidadã é um projeto que visa colaborar na formação da dimensão social dos alunos de graduação, incentivar o processo de Educação com aumento do senso de Responsabilidade Social, integrando-se Ensino de Graduação e Extensão Universitária.

Desta maneira, as atividades do Poli-Cidadã incentivam a realização de Projetos de Conclusão da Graduação que atendam necessidades identificadas junto a organismos representativos da sociedade. No caso particular deste trabalho, a entidade alvo é a Creche Central da USP (Coseas), que necessita de alguns melhoramentos em sua estrutura.

O melhoramento em questão é o do fornecimento de água que atende a área do pátio da creche. Água que é utilizada principalmente para lavar o pátio e encher piscinas desmontáveis. O principal problema identificado é a baixa vazão que sai das torneiras que abastecem o pátio. Este fato gera problemas como, por exemplo, a demora no enchimento de piscinas desmontáveis e dificuldades na lavagem do pátio.

O presente trabalho abordará, também como melhoria no fornecimento de água para o pátio, a possibilidade do reaproveitamento de água que venha de banheiros, das piscinas desmontáveis, da lavanderia e também de águas pluviais, na utilização geral no pátio (lavagem, irrigação, etc.). O termo largamente utilizado para designar esta água reaproveitada é “água de reuso”, termo este que aparecerá constantemente neste texto.

2. OBJETIVOS

Como já foi sucintamente comentado neste texto, o objetivo inicial deste trabalho é apresentar melhorias no abastecimento de água no pátio da Creche Central da USP (Coseas). A idéia é apresentar uma solução para o problema de vazão baixa de água nas torneiras do pátio da Creche. Esta solução consiste em realizar um projeto de mudança na rede hidráulica que abastece o pátio. Não é proposta deste trabalho apresentar modificações para outras redes hidráulicas da Creche a não ser a do pátio.

Agregado a isto, procurará se analisar a possibilidade de utilização de “água de reuso”, não só para utilização na lavagem do pátio, mas também em todas as situações possíveis, tendo em vista a qualidade desta água e as possibilidades de sua utilização, como por exemplo em descargas, ou na lavagem de roupas.

Para tanto, será necessária uma análise do sistema hidráulico atual do pátio, e possivelmente do restante da Creche também, iniciando-se por um levantamento de dados e posterior tratamento destes dados para obter um resultado passível de análise.

O objetivo do tratamento dos dados é identificar a verdadeira fonte dos problemas, sendo possível então a geração de soluções, que também deverão englobar, além da melhoria no abastecimento, a possibilidade da utilização de “água de reuso” neste sistema.

Os trabalhos serão concluídos com a formulação de um projeto de modificações na rede hidráulica da Creche. O objetivo principal é atender o déficit no abastecimento das torneiras do pátio, ou seja, o projeto de modificações não incluirá necessariamente a utilização de “água de reuso” nas modificações principais.

Desta forma, o projeto do sistema de captação e abastecimento de “água de reuso” será secundário e independente, podendo ser implantado não concomitante com as modificações mencionadas no parágrafo anterior. Assim sendo, sua implantação poderá ser opcional, dependendo das necessidades da própria Creche.

3. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA CRECHE

A Creche Central da USP é composta de três módulos, além da área administrativa, onde se encontra a recepção, cozinha, lavanderia e demais espaços pertinentes ao funcionamento administrativo da Creche. As atividades com as crianças são desenvolvidas nos três módulos, que apresentam, de uma forma geral, salas de aula ou berçários (dependendo da faixa etária das crianças), banheiros, trocadores, chuveiros, e um pátio individual para cada módulo, para recreação. O foco principal deste trabalho está nos pátios dos três módulos.

Cada um dos módulos recebe crianças de faixa etária diferentes, a saber:

- Módulo 1: crianças mais novas, até 2 anos de idade.
- Módulo 2: crianças de 2 a 4 anos de idade.
- Módulo 3: crianças pré-escolares, de 4 a 6 anos.

O primeiro módulo a ser construído foi o módulo 1, que é o módulo central, assim como a área administrativa. Posteriormente foram construídos os módulos 2 e 3, que ficam nas laterais do módulo 1 e são exatamente iguais (espelhados). Já o módulo 1 apresenta uma construção um pouco diferente dos demais. A Fig.1 apresenta uma planta baixa simplificada da Creche.

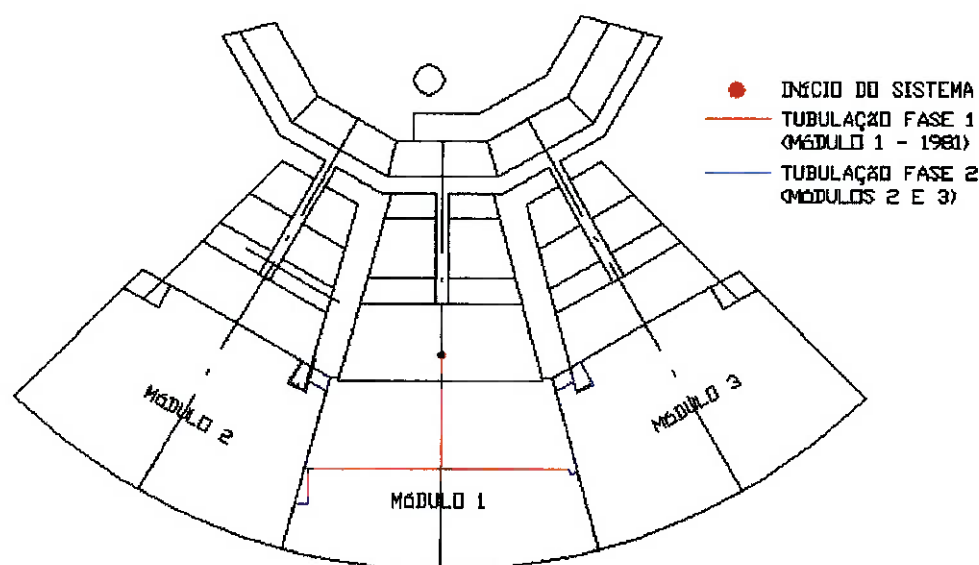


Fig. 1 - Planta simplificada da Creche.

Segundo o que foi verificado durante o levantamento, os pátios dos três módulos possuem um fornecimento individual de água para todos os pontos de consumo em questão. As linhas vermelhas na Fig. 1 representam esquematicamente o caminho mais provável das tubulações.

Este fornecimento parte do módulo 1 e se ramifica para os demais módulos. A seguir, apresentaremos uma descrição do objetivo deste trabalho, que são os pontos de consumo de água nos pátio dos módulos.

3.1. Módulo 1

Existem três pontos de consumo de água no pátio deste módulo. Dois pontos são torneiras para utilização de mangueiras. Um destes pontos (o do lado esquerdo, visto da recepção) está inutilizado. O outro, que fica próximo à cerca que divide o módulo 1 com o 2, é utilizado para instalação de uma mangueira que é utilizada principalmente para lavagem do pátio e irrigação. Este ponto de consumo será designado posteriormente por T3.



Fig. 2 - Torneira inutilizada (Módulo 1).



Fig. 3 - Torneira “T3” para lavagem do pátio (Módulo 1).

Pelo que se verificou, estes são os dois primeiros pontos de utilização do ramo de hidráulico que abastece o pátio. Antes do ponto onde está instalada a mangueira, existe um registro enterrado que controla este ramo a partir daí, ramo este que também abastece o módulo 2. No ramo que está inutilizado, não foi identificado nenhum tipo de registro no módulo 1. Este ramo abastece também o módulo 3, onde existe um registro.

Após o registro e a torneira, a tubulação retorna em direção ao prédio do módulo, onde existe uma bifurcação. Um ramo alimenta um cocho (aparato onde existe uma espécie de pia com torneira, utilizado principalmente para lavar as mão e consumo de água) com um registro e duas torneira de fechamento automático. E o outro ramo segue para alimentar o módulo 2.

No cocho, a torneira da esquerda (ver Fig.4) será designada com *T1*, enquanto a da esquerda será designada como *T2*.



Fig. 4 – Cocho com “T1” e”T2” (Módulo 1).

3.2. Módulo 2

A tubulação que vem do módulo 1 alimenta primeiramente um cocho na parte externa da construção, utilizado para lavar as mão, onde existe um registro, e ramifica para duas torneiras. Estas torneiras serão designadas por *T1*, a da esquerda, e *T2* a da direita. Para localização destas torneiras, verificar Fig.5.



Fig. 5 - Cocho com "T1" e "T2" (Módulo 2).

No cocho existem duas ramificações, uma à direita que alimenta uma torneira onde está instalada uma mangueira, com a mesma finalidade descrita no caso do módulo 1. Esta também será designada por *T3*.



Fig. 6 - Torneira "T3" com mangueira (Módulo 2).

A outra, à esquerda, contorna um cômodo utilizado como despensa de material de limpeza, onde alimenta outro cocho, que é utilizado principalmente como bebedouro, onde existe um registro, um filtro e três torneiras em série, também de fechamento automático. As três torneiras, em ordem da esquerda para direita conforme Fig.7, serão designadas por *T4*, *T5* e *T6*.



Fig. 7 - Cocho bebedouro, com "T4", "T5" e "T6" (Módulo 2).

Em algum ponto entre os cochos, parte uma ramificação que alimenta um tanque interno ao cômodo, cujo ponto de consumo é designado neste texto por *T7*.



Fig. 8 - Tanque "T7" para serviços de limpeza (Módulo 2).

3.3. Módulo 3

Como já foi salientado, os módulos 2 e 3 possuem construções idênticas. Mas o arranjo hidráulico, neste caso, é levemente diferente do encontrado no módulo 2. Existe um registro logo no início da tubulação que vem do módulo 1 (tubulação que alimenta a torneira inutilizada do módulo 1).

A partir daí, a tubulação segue exatamente igual ao módulo 2, alimentando um cocho externo (com *T1* e *T2*), com bifurcação para a direita alimentando uma torneira (*T3*), e para esquerda, que irá alimentar o outro cocho (com *T4*, *T5* e *T6*) e o cômodo da limpeza.

Mas neste caso, no cocho externo só existe uma torneira e um registro. A construção é exatamente igual ao módulo 2, mas a torneira não foi instalada por falta em estoque. O cocho que serve para bebedouro também possui um filtro, um registro, e três torneiras (*T4*, *T5* e *T6*) de fechamento rápido.



Fig. 9 - Cocho externo com "T1" e "T2" (Módulo 3).



Fig. 10 - Torneira "T3" de lavagem do pátio (Módulo 3).



Fig. 11 - Cocho bebedouro com "T4", "T5" e "T6" (Módulo 3).

Mas dentro do cômodo, antes do tanque cuja torneira é designada como *T7*, existe uma torneira (denominada *T8*) que alimenta um misturador de produto de limpeza. Neste módulo foi feito assim, devido à baixa vazão de água no tanque. No módulo 2, existe um “te” instalado na torneira que alimenta este misturador.



Fig. 12 - Tanque com "T7" para serviços de limpeza (Módulo 3).



Fig. 13 - Torneira "T8" auxiliar (Módulo 3).

3.4. Considerações gerais

Em todos os casos, as tubulações estão enterradas, e segundo desenho adquirido no COESF/USP, com data de 23/03/1981, indica que as tubulações do pátio são de PVC com diâmetro nominal de $\frac{3}{4}$ ". Este desenho diz respeito ao projeto hidráulico apenas no módulo 1, que foi o primeiro a ser construído.

Os demais módulos foram construídos em período posterior, e as respectivas tubulações de abastecimento dos pátios foram implementadas pelos próprios responsáveis pela manutenção da Creche no período. Trata-se também de uma tubulação de diâmetro de $\frac{3}{4}$ ", identicamente de PVC, segundo aqueles.

Esta última passa através dos muros que separam os módulos, atravessam um pedaço enterradas e depois percorrem os rodapés dos muros das próprias construções dos módulos (2 e 3), conforme Fig.1 acima.

As tubulações são antigas e será dado como hipótese que se encontram no estado em que seu tempo de uso permite, ou seja, não novas. Existem alguns pontos de "remendo" e outras características não originais, que não serão consideradas neste trabalho por não haverem informações confiáveis.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pretende-se mostrar aqui alguns conceitos utilizados nos trabalhos pertinentes ao projeto. De uma forma geral, os conceitos envolvidos aqui são relativos à Mecânica dos Fluidos, até mesmo por se tratar de um projeto hidráulico. Este capítulo pretende apenas se mostrar como uma revisão da bibliografia e apresentar de forma sucinta os conceitos e hipóteses utilizadas como base de cálculos.

4.1. Medida de Vazão

O objetivo é estimar as vazões médias de água que os pontos de consumo dos pátios da Creche apresentam. Como comentado anteriormente, não há dados precisos sobre a rede hidráulica que abastece os pátios, portanto, para uma primeira análise, não se faz necessário utilizar métodos com grande precisão de resultados. O que se necessita garantir é a confiabilidade destes dados levantados.

O método utilizado para se determinar a vazão dos pontos de consumo foi a medição volumétrica. A idéia é cronometrar o tempo necessário para que a água que sai de um ponto qualquer de consumo preencha um volume conhecido. Com isso, obtemos a vazão média do período como a razão entre o volume e o intervalo de tempo, como apresentado na eq.(1).

$$\dot{Q} = \frac{V}{t} \quad (1)$$

4.2. Perda de Carga Distribuída

A perda de carga distribuída ao longo do comprimento de uma tubulação pode ser calculada a partir da equação de Darcy-Weisbach, apresentada na eq.(2).

$$h = f \cdot \frac{L}{D_h} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (2)$$

Como tratamos de tubulação de seção circular, o diâmetro hidráulico (D_h) neste caso corresponde ao diâmetro interno dos tubos. A eq.(2) está explícita em função da velocidade do escoamento (V). Mas estamos trabalhando com a vazão volumétrica. Sendo assim, rearranjarmos a equação, sabendo que a vazão volumétrica é o produto da velocidade pela área de escoamento.

$$h = 8 \cdot \frac{f \cdot L \cdot \dot{Q}^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D_h^5} \quad (3)$$

A aceleração da gravidade (g) é admitida, neste trabalho, com o valor padrão de $9,8 \text{ m/s}^2$. Sendo assim, todos os termos da equação estarão determinados, com exceção do fator de atrito (f), o que será comentado logo a frente.

4.3. Perda de Carga Localizada

Adicionalmente à perda de carga distribuída ao longo do comprimento das tubulações, temos as perdas localizadas. Basicamente, neste trabalho, os componentes das tubulações que originam perda de carga localizada são: curvas 90° , “tes”, registros gavetas, torneiras (que também serão consideradas com registros gavetas) e filtros.

Existem algumas maneiras diferentes de se trabalhar com perdas localizadas. De uma forma geral, podemos calcular as perdas da forma apresentada na eq.(4), como função da velocidade do escoamento (que é função da vazão volumétrica).

$$h = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (4)$$

O valor do coeficiente de perda localizada (K) depende do tipo de perda localizada. Se compararmos a eq.(4) com a eq.(2), de perda distribuída, verificamos que há uma relação entre o coeficiente de perda localizada (K) e o comprimento da tubulação (L), já que o fator de atrito (f) e o diâmetro hidráulico (D_h) são intrínsecos à tubulação e do escoamento.

Desta forma, pode-se dizer que a perda localizada pode ser representada pela perda distribuída de um trecho de um comprimento determinada, sendo que este





comprimento resulta em uma perda de carga de valor idêntico à de uma singularidade como comprimento equivalente (L_{eq}), como colocado na eq.(5).

$$L_{eq} = \frac{K \cdot D_h}{f} \quad (5)$$

Trataremos o problema das singularidades utilizando o conceito de comprimento equivalente. Utilizando este conceito, calculamos a perda de carga total novamente pela eq.(3), mas desta vez o comprimento total da tubulação deve ser acrescido da soma dos comprimentos equivalentes relativos às singularidades.

Utilizaremos valores encontrados em referências para o comprimento equivalente de singularidades. A Tabela 1 nos dá os valores encontrados na referência [4]. Os valores encontrados nesta referência são compatíveis com os encontrados na referência [2].

Tabela 1 - Comprimentos Equivalentes para as singularidades, em tubulações de PVC de diâmetro ¾" e 1"

	SINGULARIDADE	Leq [m] – ϕ ¾"	Leq [m] – ϕ 1"
	Curva 90°	1,2	1,5
	"Te" fluxo direto	0,8	0,9
	"Te" fluxo ramal	2,4	3,1
	Registro gaveta	0,2	0,3

4.4. Cálculo do fator de atrito

A fórmula mais largamente utilizada para determinação do coeficiente de atrito em escoamento turbulento é a fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{f^{1/2}} = -2,0 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon/D_h}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot f^{1/2}} \right) \quad (6)$$

Esta fórmula possui uma precisão de 15% para mais ou para menos, mas é incomoda de ser usada pois requer uma solução iterativa. Existem duas alternativas

de cálculo não iterativo. Tanto uma quanto a outra variam de menos de 2% da eq.(6). Uma é proposta por Haaland:

$$\frac{1}{f^{1/2}} = -1,8 \cdot \log \left(\left(\frac{\varepsilon/D_h}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{\text{Re} \cdot f^{1/2}} \right) \quad (7)$$

E a outra por Miller:

$$f = 0,25 \cdot \left[\log \left(\frac{\varepsilon/D_h}{3,7} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^{-2} \quad (8)$$

Utilizaremos a eq.(8) nos cálculos de perda de carga. Mas agora necessitamos definir o número de Reynolds (Re). O número de Reynolds é o adimensional mais importante da mecânica dos fluidos, e recebe este nome em homenagem à Osborne Reynolds (1883), engenheiro britânico.

Ele indica o comportamento do escoamento (laminar ou turbulento), e será utilizado como parâmetro para o cálculo do fator de atrito. A definição do número de Reynolds é dada na eq.(9). A eq.(10) define o número de Reynolds explícito em função da vazão volumétrica.

$$\text{Re} = \frac{V \cdot D_h}{\nu} \quad (9)$$

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot \dot{Q}}{\pi \cdot D^2} \quad (10)$$

4.5. Resistência e Abertura Fluido-Dinâmica

O objetivo em definir estes conceitos está em trabalhar um sistema hidráulico fazendo analogia a circuitos elétricos. Desta forma, poderíamos utilizar ferramentas como a Lei dos Nós e a Lei das Malhas (Kirchoff) para solucionarmos problemas hidráulicos.

A analogia existente entre sistemas elétricos e hidráulicos que serão utilizadas neste trabalho se limita à analogia entre corrente elétrica e vazão, e diferença de

pressão com diferença de potencial. Desta forma, podemos fazer uma analogia da Lei de Ohm (eq.(11)), em sistemas hidráulicos, da forma apresentada na eq.(12).

$$U = R_{el} \cdot I \quad (11)$$

$$\Delta h = R_{eq} \cdot \dot{Q}^2 \quad (12)$$

Podemos perceber que a resistência fluido-dinâmica é a razão de proporcionalidade entre a diferença de carga e o quadrado da vazão (neste caso volumétrica, já que tratamos de um líquido).

Esta equação (eq.(12)) é característica de regime turbulento, já que para regime laminar, a vazão é diretamente proporcional à perda de carga. Mas como em sistemas hidráulicos, as velocidades de escoamento comumente empregadas geram um regime turbulento de escoamento, podemos admitir que a relação apresentada na eq.(12) é válida para o propósito deste trabalho.

Sendo assim, comparando a eq.(12) com a eq.(3), podemos calcular a resistência fluido-dinâmica como apresentado na eq.(13)

$$R_{eq} = \frac{8 \cdot f \cdot L_{eq}}{g \cdot \pi^2 \cdot D_h^5} \quad (13)$$

Novamente, para escoamentos em regime turbulento, podemos definir a abertura fluido-dinâmica da forma apresentada na eq.(14).

$$A_{eq} = \frac{1}{\sqrt{R_{eq}}} \quad (14)$$

Definidas a resistência e a abertura, e fazendo novamente analogia com circuitos elétricos, podemos definir que para elementos em série, a resistência total é dada pela soma das resistências individuais.

Já para sistemas em paralelo, utilizamos o conceito de abertura fluido-dinâmica. Sendo assim, a abertura equivalente para um sistema em paralelo é igual à soma das aberturas individuais. Além do mais, em associação em paralelo, a vazão mássica se distribui de forma inversamente proporcional à abertura dos componentes.

4.6. Índice pluviométrico

Fez-se necessário o levantamento dos índices pluviométricos referentes ao local onde se encontra instalada a Creche. Isso porque a água da chuva é uma das fontes de “água de reuso” que serão consideradas neste trabalho. O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciência Atmosférica (IAG) da USP possui duas estações meteorológicas que fazem este tipo de medição.

Um deles é localizado na própria Cidade Universitária, que é o local onde está instalada a Creche. O outro está localizado no Parque do Estado. Este último está instalado possui dados de desde 1933, enquanto o primeiro só foi instalado em 1998.

Neste trabalho, utilizaremos os dados da Cidade Universitária, pois dizem respeito ao mesmo espaço físico onde está instalada a Creche, além de possuir maiores informações, como as máximas diárias (que serão consideradas no dimensionamento do sistema de “água de reuso”). Os dados do Parque do Estado serão utilizados como validação, já que oferecem uma média histórica.

Tabela 2 – Índice Pluviométrico para a Cidade Universitária 1998-2004 (Fonte: IAG)

	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO (mm)							
ANO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
1998	188,0	277,6	252,4	81,6	97,0	15,4	9,0	34,0
1999	226,0	229,0	109,6	26,8	37,8	67,4	32,4	2,4
2000	237,4	262,4	107,6	10,0	12,8	14,2	50,2	74,2
2001	134,0	147,6	175,6	42,4	75,4	19,4	43,2	23,4
2002	264,2	177,6	169,4	9,8	62,0	1,0	35,6	30,6
2003	316,6	110,2	114,8	55,0	24,8	10,0	10,8	18,6
2004	203,8	191,8	98,6	80,0	109,6	40,4	87,2	4,8
MAX	316,6	277,6	252,4	81,6	109,6	67,4	87,2	74,2
MIN	134,0	110,2	98,6	9,8	12,8	1,0	9,0	2,4
MÉDIA	224,3	199,5	146,9	43,7	59,9	24,0	38,3	26,9

Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANO
89,2	147,8	24,2	204,8	1421,0
61,8	44,0	50,0	78,4	965,6
86,6	61,8	233,8	83,6	1234,6
42,6	206,0	118,6	214,2	1242,4
52,8	136,0	173,0	119,0	1228,2
25,0	79,6	84,4	128,2	978,0
19,0	137,0	171,0	118,2	1261,4
89,2	206,0	233,8	214,2	1421,0
19,0	44,0	24,2	78,4	965,6
53,9	116,0	122,1	135,2	1190,2

Tabela 3 – Máximas diárias de pluviosidade para a Cidade Universitária 1998-2004 (Fonte: IAG)

	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO – MÁXIMAS DIÁRIAS (mm)							
ANO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
1998	45,8	39,6	61,2	34,4	30,2	12,4	6,0	24,2
1999	33,8	45,6	26,2	11,0	25,2	34,0	19,0	1,6
2000	46,6	59,2	44,0	5,0	7,8	8,4	24,0	27,0
2001	34,8	44,0	30,4	39,0	27,2	13,6	11,8	5,8
2002	50,2	55,0	40,4	7,0	14,4	0,6	23,0	11,8
2003	39,2	45,0	35,2	33,4	14,6	3,6	9,8	6,4
2004	33,8	71,4	30,6	21,0	34,8	11,6	34,2	3,6
MAX	50,2	71,4	61,2	39,0	34,8	34,0	34,2	27,0
MIN	33,8	39,6	26,2	5,0	7,8	0,6	6,0	1,6
MÉDIA	40,6	51,4	38,3	21,5	22,0	12,0	18,3	11,5

Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANO
24,2	39,0	5,8	43,8	61,2
36,6	11,0	13,6	19,8	45,6
26,0	32,0	52,2	43,0	59,2
22,6	82,4	48,0	32,4	82,4
36,6	36,8	49,0	20,2	55,0
13,6	37,2	45,0	43,2	45,0
13,8	29,8	32,4	35,6	71,4
36,6	82,4	52,2	43,8	82,4
13,6	11,0	5,8	19,8	45,0
24,8	38,3	35,1	34,0	60,0

Tabela 4 – Média histórica para o Parque do Estado 1933-2004 (Fonte: IAG)

Janeiro	222,6	mm
Fevereiro	205,5	mm
Março	163,3	mm
Abril	81,3	mm
Maio	65,4	mm
Junho	50,2	mm
Julho	40,2	mm
Agosto	38,5	mm
Setembro	75,7	mm
Outubro	125,0	mm
Novembro	125,4	mm
Dezembro	180,9	mm
TOTAL	1373,4	mm

Como podemos verificar comparando as tabelas acima, na maioria dos meses, a média histórica (tabela 4) é semelhante aos dados para a USP (tabela 2). Para os meses de maior estiagem, os dados da tabela 2 indicam nível de chuvas menor que a média histórica.

De qualquer forma, os valores nos dão uma idéia mais conservadora para o dimensionamento do sistema, o que nos leva a dizer que um sistema dimensionado a partir dos dados da tabela 2 será dimensionado para o caso de uma estiagem maior. Desta forma, a média histórica valida os dados que serão utilizados como parâmetros deste trabalho.

4.7. Utilização de bombas hidráulicas centrífugas

Bombas hidráulicas de fluxo são definidas através de suas características operacionais mais importantes, a saber, a vazão, a altura manométrica total, a rotação (que é em fixada pela rotação do motor) e o rendimento. Estas características são apresentadas pelos fabricantes em forma de curvas, plotadas sempre em função da vazão. Também podem ser encontrados em catálogos, estes dados em forma de tabela. Encontramos uma curva típica para bombas no anexo A-01, e no anexo A-03 encontramos um catálogo onde as duas representações (curva e tabela) podem ser visualizadas.

As curvas das bombas normalmente apresentam uma curva para a sua altura manométrica, onde são também plotadas curvas de níveis indicando os rendimentos. Outra curva que podemos identificar é a curva de potência consumida pela bomba, também em função da vazão.

Os fabricantes de bombas também apresentam uma terceira curva característica de uma bomba: o NPSH requerido. Esta também é uma característica muito importante em bombas hidráulicas, pois define o parâmetro de cavitação destas bombas. Comentaremos mais a respeito do NPSH a seguir.

4.7.1 Cavitação

Cavitação é um fenômeno de ocorrência limitada a líquidos. Ocorre quando as pressões locais em um líquido são inferiores à pressão de vaporização deste líquido em uma dada temperatura. Apenas por questão de citação, a pressão de vaporização da água à temperatura ambiente (20°C) equivale a 9,5mca abaixo da pressão atmosférica.

A principal consequência da cavitação em bombas hidráulicas é o seu desgaste prematuro, aliado à ocorrência de ruídos bastante característicos e, principalmente para altas vazões, um aumento significativo na vibração destas bombas. Também notamos uma queda no desempenho da bomba devido à ocorrência da cavitação.

A cavitação ocorre em instalações onde a pressão na sucção das bombas é muito baixa, causando a formação de bolhas de vapor, que ao colapsarem, causam todos os problemas descritos no parágrafo acima. Para determinação do ponto de cavitação, o parâmetro mais largamente utilizado é o NPSH (Net Positive Suction Head).

Os fabricantes de bombas nos fornecem através de curvas ou tabelas os dados de NPSH requerido pela bomba para a não ocorrência de cavitação. Se não houver dados disponíveis para o NPSH requerido, este pode ser calculado conforme demonstrado na eq.(15).

$$NPSH_r = \frac{P_{suc} - P_{vap}}{\rho \cdot g} + \frac{V_{suc}^2}{2 \cdot g} \quad (15)$$

O NPSH requerido é um parâmetro da bomba. Para determinação do NPSH da instalação, o chamado NPSH disponível, utilizamos a eq.(16). Para a não ocorrência de cavitação, o NPSH disponível deve ser maior que o requerido. Alguns fabricantes recomendam que a diferença entre os dois seja de pelo menos 0,5mca.

$$NPSH_d = H_{atm} \pm H_{suc} - \Delta h_{suc} - h_v \quad (16)$$

$$H_{atm} = \frac{P_{atm}}{\rho \cdot g} = 10,33 - 0,0012 \cdot (altitude - local) \quad (17)$$

Na eq.(16), a operação que deve ser realizada (soma ou subtração) depende do valor da carga na sucção, que por sua vez depende do afogamento da bomba. Ou seja, para sucção afogada, H_{suc} recebe sinal positivo, e para o caso contrário (sucção não afogada), esta altura recebe sinal negativo. A eq.(17) apresenta a forma de cálculo da carga barométrica para resultado em metros de coluna de água. Na Fig. 14, encontramos uma representação esquemática das cargas.

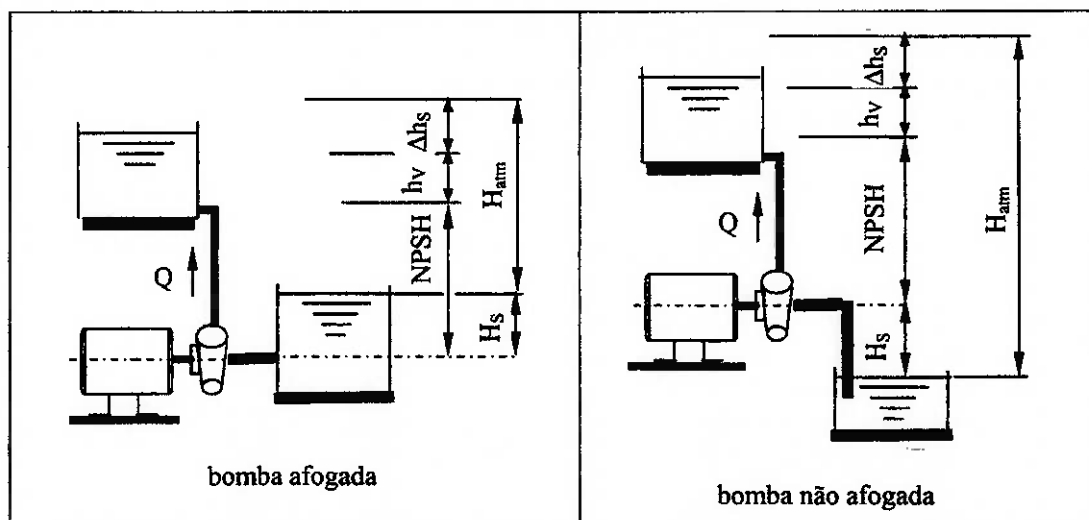


Fig. 14 - Representação das cargas referentes ao cálculo do NPSH disponível.

4.7.2 Ponto de operação

A bomba apresenta um comportamento vazão *versus* pressão conforme mostrado em suas curvas. Porém, de outro lado, a instalação também possui um comportamento próprio para o par perda de carga, vazão. Ou seja, para uma dada vazão, o sistema gera uma dada perda de carga, e vice-versa.

Estas perdas de carga são calculadas como função da vazão conforme descrito nos capítulos 4.2 e 4.3 deste trabalho. Olhando para a eq.(4), percebemos que a altura manométrica do sistema, representada pela perda de carga, é proporcional ao quadrado da vazão. Desta forma, podemos também gerar uma curva para o comportamento do sistema, conforme nos indica a eq.(18).

$$H_{sistema} = H_z + C \cdot \dot{Q}^2 \quad (18)$$

Desta forma o encontro entre a curva da bomba e a curva do sistema nos dará o valor da altura manométrica e da vazão correspondente em que trabalhará nossa instalação. A este ponto de encontro damos o nome de ponto de operação. A Fig.15 representa graficamente o que foi descrito aqui.

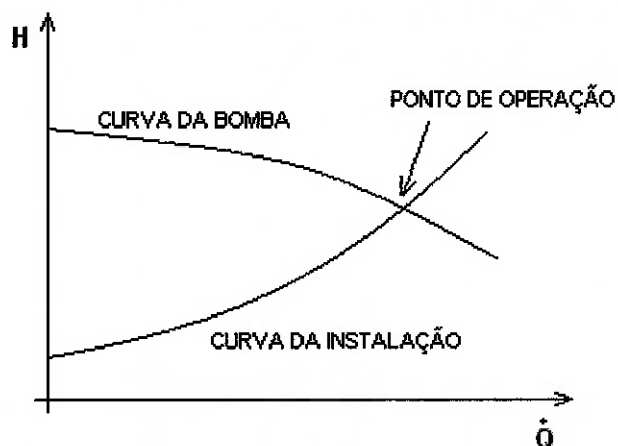


Fig. 15 - Ponto de operação.

4.7.3 Seleção da bomba

Para selecionarmos a bomba para uma instalação hidráulica, é necessário determinar-se primeiramente a vazão correspondente às necessidades. Com esta vazão, determinamos as perdas de carga do sistema. Com isso, podemos determinar a altura manométrica que a bomba deve ser capaz de fornecer, somando-se as perdas com o desnível entre os reservatórios a serem abastecidos, conforme demonstrado na eq.(19).

$$H_b = H_z + \Delta h \quad (19)$$

Determinados a altura manométrica da bomba e sua correspondente vazão, devemos selecionar uma bomba em que o rendimento seja o maior possível para este ponto de operação. É claro que isto serve para um sistema onde as condições de perda não se alterariam.

No caso de um sistema onde as condições de perda variam, como por exemplo um sistema onde existem vários ramos de distribuição e cada um deles pode ser aberto individualmente ou simultaneamente, obteremos uma faixa para o ponto de operação, e a bomba selecionada neste caso, além de ser capaz de funcionar em toda a faixa, deve preferencialmente corresponder a esta faixa de vazões, os maiores rendimentos possíveis.

5. LEVANTAMENTO DE DADOS

5.1. Levantamento das vazões

O levantamento de dados baseou-se em medição das vazões volumétricas que os pontos de consumo do pátio atualmente fornecem. Como descrito em capítulo anterior, foi realizado através de medições volumétricas cronometradas.

Foi utilizado um recipiente de 7 litros de capacidade, e então foi cronometrado o tempo que os pontos de consumo levam para encher o recipiente. Foram feitas duas medidas para cada ponto, e os resultados médios estão indicados na tabela 5 abaixo.

A simbologia utilizada aqui foi definida em momento anterior neste texto, na Descrição das Instalações.

Tabela 5 – Tempo necessário para preencher um volume de 7L, para cada ponto de consumo dos pátios da Creche.

		MÓDULO 1						
		T1	T2	T3	T3 + MANGUEIRA 20m			
Tempo	[s]	45.6	58.8	33.3	50.9			
		MÓDULO 2						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Tempo	[s]	54.5	57.9	39.7	76.8	78.1	81.9	86.9
		MÓDULO 3						
		T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Tempo	[s]	88.0	61.4	82.0	94.1	93.4	75.1	64.0

Valores ideais de vazão para as torneiras dos cochos (e também dos tanques), avaliados segundo as necessidades verificadas, estão na faixa de 0,1 a 0,2 L/s. Valores abaixo desta faixa dão vazões muito baixas para utilização, criando dificuldades em atividades como lavagem das mãos.

Valores de vazão acima de 0,2 L/s resultam em velocidades altas nas torneiras, o que se torna um problema se levarmos em conta que os usuários são crianças, que podem se sentir desconfortáveis com a “força” da água.

Para as torneiras do pátio, um valor razoável seria em torno de 0,3 a 0,5 L/s. Com este valor de vazão, seria possível encher piscinas desmontáveis, que segundo informações dos funcionários da Creche possuem 1000 L de capacidade, em menos de uma hora.

Além do mais, resulta em uma velocidade de saída suficiente para atividades como lavar o pátio e irrigar a grama. Deve-se ressaltar que esta vazão deve ser possível mesmo com a utilização de mangueiras de aproximadamente 20m.

Estas faixas de vazão determinadas aqui serão utilizadas como parâmetro de projeto para as simulações das soluções propostas.

5.2. Levantamento do consumo de “água de reuso”

Necessitamos levantar as necessidades de consumo para a “água de reuso” na Creche, para verificar se a captação é capaz de suprir estas necessidades, e também para avaliar a economia de custo com água com a implementação deste novo sistema.

As duas formas de consumo desta água consideradas neste trabalho são:

1. Utilização nas torneiras do pátio para lavagem dos mesmos e irrigação, além da utilização para enchimento de piscinas desmontáveis na época de calor (verão).
2. Utilização nas máquinas de lavagem de roupas.

5.2.1 Máquinas de lavagem de roupas

Três tipos de máquinas de lavagem de roupas são utilizados na Creche, e serão apresentadas a seguir:

1. Marca/Modelo: MAS – Isshiki & Cia / LT-103 (30kg)
Consumo de água: 800 litros/ciclo
Número de ciclos: 5 ciclos/dia
2. Marca/Modelo: Lavy / Makplus
Consumo de água: 100~150 litros/ciclo
Número de ciclos: 2 ciclos/dia

3. Marca/Modelo: Arno / Lavete

Consumo de água: 100~150 litros/ciclo

Número de ciclos: 2 ciclos/dia

Considerando dias úteis, teremos um consumo para a máquina 1 de $85\text{m}^3/\text{mês}$, e para as outras duas juntas em torno de 10% deste valor, somando-se então um total de $95\text{m}^3/\text{mês}$.

5.2.2 Lavagem do pátio

O pátio dos três módulos é lavado uma vez por semana. Considerando que a torneira ficaria aberta por um período de 1 hora para cada módulo (o que é uma quantidade superior à real) na vazão máxima da faixa considerada ótima (ver capítulo 5.1), ou seja, $0,5\text{L/s}$, teremos um consumo em torno de $20\text{m}^3/\text{mês}$.

Podemos considerar que este valor já incluiria a água utilizada na irrigação e outros fins, pois fizemos uma hipótese acima do real. Devemos também considerar que em época de calor, esta água também será utilizada para enchimento de piscinas desmontáveis, com capacidade de 1000 litros.

5.3. Capacidade de captação de águas pluviais

A partir dos dados de índice pluviométrico apresentados nas tabelas 2 e 3 (ver capítulo 4.6), podemos avaliar a capacidade de captação de águas pluviais na Creche. Este cálculo é bem simples e está apresentado na eq.(20).

$$V = IP \cdot A \cdot (APROVEITAM\ ENT0) \quad (20)$$

A área de captação (A) é referente aos telhados do módulo 1 e da área administrativa, e corresponde a uma área total de 770m^2 . O aproveitamento de água diz respeito à proporção de água da chuva que realmente é captada. Neste trabalho ela será fixada como sendo de 80%.

Os filtros comerciais disponíveis para a separação de resíduos (folhas, insetos, pedras, etc.) da água captada em telhados nos dão um aproveitamento de em torno de 90%. Mas foi admitido um aproveitamento total de 80%, considerando que em torno de 10% da área do telhado não é aproveitada na captação de água. Este

valor é um pouco conservador, já que por ser um telhado plano, as perdas são mínimas. As tabelas 6 e 7 a seguir apresentam a quantidades de água captada por mês, além das máximas diárias.

Verificamos que o valor de captação de água da chuva para a parte do telhado considerada é suficiente apenas para suprir a necessidade de utilização na lavagem do pátio, conforme calculado no capítulo 5.2. Apenas nos meses de maiores índices pluviométricos (outubro a março) conseguimos abastecer também as máquinas de lavagem de roupas.

Portanto, consideraremos para este trabalho apenas a utilização nas torneiras de lavagem dos pátios, pois a captação não seria suficiente para abastecimento das máquinas de lavar por metade do ano. Caso a captação for aumentada, por exemplo, utilizando os telhados dos módulos 2 e 3, ou então utilizando-se de outras fontes, poderíamos estender a utilização de “água de reuso”. Fica como proposta para trabalhos posteriores, a expansão desta captação, e sua utilização em outros pontos da Creche, como por exemplo nas máquinas de lavagem de roupa.

Tabela 6 – Capacidade mensal de captação de águas pluviais.

	VOLUME DE ÁGUA CAPTADA (m³)							
ANO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto
1998	115,8	171,0	155,5	50,3	59,8	9,5	5,5	20,9
1999	139,2	141,1	67,5	16,5	23,3	41,5	20,0	1,5
2000	146,2	161,6	66,3	6,2	7,9	8,7	30,9	45,7
2001	82,5	90,9	108,2	26,1	46,4	12,0	26,6	14,4
2002	162,7	109,4	104,4	6,0	38,2	0,6	21,9	18,8
2003	195,0	67,9	70,7	33,9	15,3	6,2	6,7	11,5
2004	125,5	118,1	60,7	49,3	67,5	24,9	53,7	3,0
MAX	195,0	171,0	155,5	50,3	67,5	41,5	53,7	45,7
MIN	82,5	67,9	60,7	6,0	7,9	0,6	5,5	1,5
MÉDIA	138,2	122,9	90,5	26,9	36,9	14,8	23,6	16,5

Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANO
54,9	91,0	14,9	126,2	875,3
38,1	27,1	30,8	48,3	594,8
53,3	38,1	144,0	51,5	760,5
26,2	126,9	73,1	131,9	765,3
32,5	83,8	106,6	73,3	756,6
15,4	49,0	52,0	79,0	602,4
11,7	84,4	105,3	72,8	777,0
54,9	126,9	144,0	131,9	875,3
11,7	27,1	14,9	48,3	594,8
33,2	71,5	75,2	83,3	733,1

Tabela 7 – Capacidade máxima diária de captação de águas pluviais.

	VOLUME DE ÁGUA CAPTADA - MÁXIMAS DIÁRIAS (m3)							
ANO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto
1998	28,2	24,4	37,7	21,2	18,6	7,6	3,7	14,9
1999	20,8	28,1	16,1	6,8	15,5	20,9	11,7	1,0
2000	28,7	36,5	27,1	3,1	4,8	5,2	14,8	16,6
2001	21,4	27,1	18,7	24,0	16,8	8,4	7,3	3,6
2002	30,9	33,9	24,9	4,3	8,9	0,4	14,2	7,3
2003	24,1	27,7	21,7	20,6	9,0	2,2	6,0	3,9
2004	20,8	44,0	18,8	12,9	21,4	7,1	21,1	2,2
MAX	30,9	44,0	37,7	24,0	21,4	20,9	21,1	16,6
MIN	20,8	24,4	16,1	3,1	4,8	0,4	3,7	1,0
MÉDIA	25,0	31,7	23,6	13,3	13,6	7,4	11,2	7,1

Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANO
14,9	24,0	3,6	27,0	37,7
22,5	6,8	8,4	12,2	28,1
16,0	19,7	32,2	26,5	36,5
13,9	50,8	29,6	20,0	50,8
22,5	22,7	30,2	12,4	33,9
8,4	22,9	27,7	26,6	27,7
8,5	18,4	20,0	21,9	44,0
22,5	50,8	32,2	27,0	50,8
8,4	6,8	3,6	12,2	27,7
15,3	23,6	21,6	20,9	36,9

5.3.1 Capacidade de armazenamento de água pluvial

Precisamos determinar a capacidade de armazenamento do sistema para este volume de água captada. A seguir demonstraremos algumas hipóteses e algumas formas de chegarmos a um valor.

A primeira hipótese que iremos adotar diz respeito ao mínimo do histórico mensal. Pela tabela 6, podemos verificar que considerando todo o período desde 1998, temos período de maior estiagem como, por exemplo, em Abril e Maio de 2000. Podemos verificar que para todo este período, que quaisquer três meses seguidos são capazes de suprir inteiramente a necessidade de 20m³/mês.

Desta forma, se dimensionarmos o nosso armazenamento com volume suficiente para abastecer o sistema por três meses sem chuvas, ou seja, com capacidade de 60m³, podemos admitir que o aproveitamento da água de chuva seria de 100% (240m³/ano), e ainda sobriaria água para outros fins como, por exemplo,

utilização nas máquinas de lavagem de roupas, principalmente nos meses onde o volume de chuvas é maior.

Mas se considerarmos a média da captação do período, vemos que existem meses em que a captação não é suficiente. Portanto, a capacidade do sistema de armazenamento deve ser capaz de suprir a necessidade de mês sem chuvas mais a água utilizada em um mês, portanto, 40m^3 . Admitindo que podem existir anos de grande estiagem, acrescentamos um erro de 10% em nossa conta. Desta forma, com uma capacidade de armazenamento de 45m^3 , podemos admitir que o nosso sistema possuirá eficiência em torno de 95%, ou seja, economizaria em torno de 230m^3 por ano.

Mas se considerarmos que as chuvas seriam divididas igualmente a cada quinze dias em um mês, podemos dimensionar o nosso sistema para autonomia de 1 mês e meio, sendo assim podemos dimensionar o sistema de armazenamento para até 30m^3 , mas neste caso teremos uma eficiência em torno de 80% ($190\text{m}^3/\text{ano}$).

Na verdade, estas são eficiências muito difíceis de se prever, pois como podemos verificar na tabela 2, a variação na quantidade de chuva é imprevisível.

6. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Aqui serão analisadas as condições atuais do sistema de abastecimento verificadas durante as visitas de levantamento, com o propósito de se definir corretamente o problema, para alcançar as soluções que realmente resolverão os problemas de abastecimento.

6.1. *Problemas de abastecimento*

6.1.1 Cochos

Foi verificado que de uma forma geral, todos os cochos dos pátios não apresentam problemas graves de abastecimento. Em todos os pontos de consumo, as condições atuais de vazão são levemente menores do que a faixa definida como ótima. O problema é maior no módulo 3.

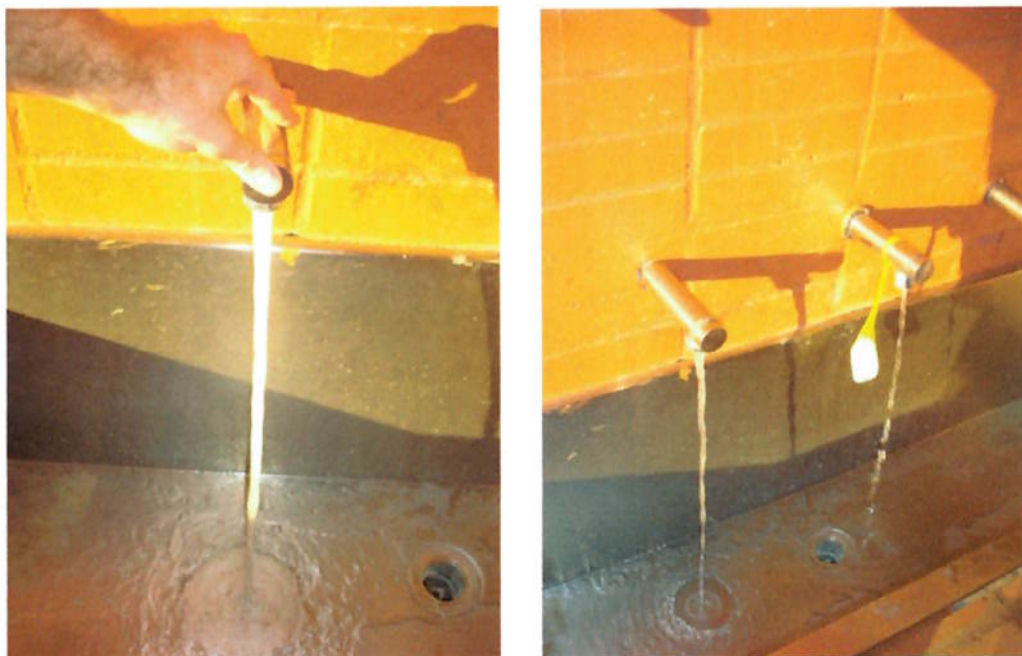


Fig. 16 - Condição atual dos cochos (a esquerda:"T4"; e a direita:"T4" e "T5", todas do Módulo 3).

O problema aparece quando duas torneiras do mesmo ramo são abertas simultaneamente. Neste caso, a vazão das torneiras fica muito baixa e causa dificuldades na utilização. Compare as fotos da Fig.16.

Isso ocorre porque o sistema de abastecimento dos módulos 2 e 3 foi implementado a partir do já existente para o módulo 1. Com isso, o sistema ficou saturado e as tubulações não são tem dimensão apropriada.

6.1.2 Tanques

O abastecimento de água dos tanques é deficitário. As vazões atuais estão abaixo do considerado razoável para a utilização. Isso ocorre pois estes pontos de consumo são os últimos da rede de distribuição do pátio, que já estava saturada.

No módulo 3 o déficit é tal que foi necessário a instalação de mais uma torneira para o dosador de produtos de limpeza, já que a sua instalação na própria torneira do tanque (como no módulo 2) ficou inviável.

6.1.3 Mangueiras de lavagem

Aqui aparece o gargalo do abastecimento de água do pátio. As vazões de água estão muito aquém do necessário. A pressão disponível que alimenta estes pontos não é suficiente para o funcionamento normal. Para agravar o problema, são utilizadas mangueiras muito longas (em torno de 20m) para lavagem do pátio. Estas mangueiras aumentam consideravelmente a perda de carga, e conseqüentemente diminuem a vazão de água.

Além do mais, estes são pontos de consumo onde potencialmente poderíamos utilizar “água de reuso”, já que a lavagem do pátio não requer uma água de qualidade tão restrita como, por exemplo, água para ingestão. Devemos levar em conta que em tempos de calor, a água provinda destas torneiras será utilizada em piscinas desmontáveis, que já requer outra qualidade de água.

6.1.4 Água de reuso

Foram identificadas duas fontes potenciais de “água de reuso” na Creche. Uma delas é a captação de água da chuva através do telhado do módulo 1 e da área

administrativa. O telhado deste módulo é plano e possui um sistema de drenagem que permite facilmente a captação desta água.



Fig. 17 - Telhado do Módulo 1.

Como pode ser visualizado na Fig.17, o telhado do módulo 1 possui várias canaletas por onde a água da chuva escorre, e é drenada nas laterais do prédio, escorrendo através de tubos colocados nestas laterais. O mesmo ocorre com o telhado da área administrativa, como pode ser verificado na Fig.18.



Fig. 18 - Lateral das canaletas - Drenagem da água.

A outra fonte de “água de reuso” seria a lavadora de roupas. Ela é constantemente utilizada, consumindo uma quantidade grande de água. Esta água atualmente é descartada para o esgoto, mas poderia ser utilizada, por exemplo, para lavagem do pátio, ou então nas descargas.



Fig. 19 - Lavadora de roupas.

Esta máquina, cujo modelo é o Lavatur LT-103, da MSA, consomem um total de 800 litros por ciclo de lavagem. Como, segundo funcionárias da Creche, ela é utilizada em média cinco vezes ao dia, a quantidade de água corresponderia a um valor em torno de 85m^3 por mês. Além do mais, ainda existem duas outras lavadoras menores, que consomem um volume de água em torno de 10% do consumido pela máquina maior.

Estas máquinas de lavagem de roupa não só são propícias para atuarem como fonte de “água de reuso”, como também podem atuar como consumidoras desta água, visto que seu consumo é alto e para fins deste trabalho não foram considerados como captadores de águas pluviais os telhados dos módulos 2 e 3, que, caso considerados, podem dobrar a quantidade de água de chuva captada. Mas isto fica como sugestão para trabalhos futuros.

6.2. Solução proposta

Tendo em vista que o sistema de abastecimento dos pátios dos módulos 2 e 3 foi implementado como ramificação do já existente para o módulo 1, o que sobrecarregou este último, existem duas soluções imediatas: diminuir os pontos de consumo ou aumentar o diâmetro das tubulações principais.

Mas por outro lado, existem alguns pontos de consumo de água no pátio em que potencialmente poderemos utilizar águas pluviais (água para lavagem e irrigação

do pátio), optou-se por separar estes pontos para posterior utilização de “água de reuso”.

Desta forma, o sistema atual forneceria água encanada apenas para os cochos e tanques, diminuindo-se desta forma os pontos de consumo. E também, com esta configuração, poderíamos diminuir o comprimento total da rede, aumentando ainda mais a sua eficiência, pois diminuiriam as perdas de carga tanto distribuídas quanto, em menor grau, as singulares.

Desta forma, apresentamos na Fig.20 abaixo um croqui inicial com a proposta de divisão do sistema. Esta proposta será detalhada mais a frente neste trabalho. Na Fig.20, está apresentada na cor vermelha a tubulação que alimentaria cocho e tanques e que aproveitaria a rede já existente, e na cor azul a nova tubulação que alimentaria as torneiras utilizadas para lavagem e que poderia ser abastecida com “água de reuso”.

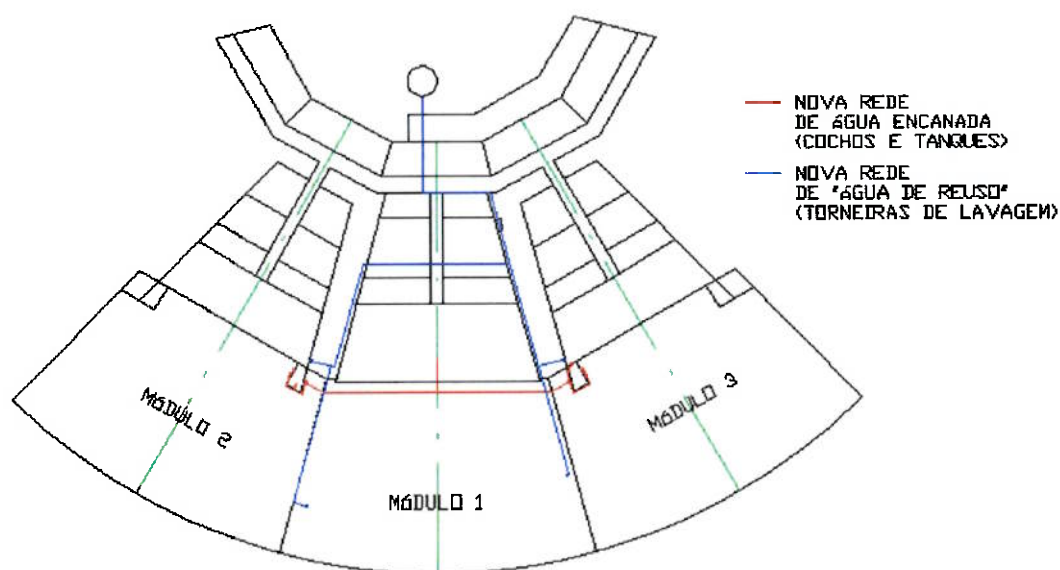


Fig. 20 - Proposta inicial para solução.

7. METODOLOGIA

7.1. *Levantamento de dados*

O primeiro passo executado neste trabalho foi visitar a Creche. Estas visitas tinham como objetivo entender o dia a dia da Creche, para determinar a real necessidade no abastecimento de água nos pátios, para identificarmos a fonte dos problemas e avaliar a possibilidade da utilização de “água de reuso”, através da determinação sua demanda de consumo e da capacidade de captação de água.

Para avaliar o sistema de abastecimento dos pátios, foi realizado um levantamento das vazões atuais das torneiras dos pátios. Já para avaliarmos a utilização de “água de reuso”, após identificar as possíveis fontes e também possíveis consumidores desta água, procurou-se avaliar quantitativamente a oferta e a demanda desta água.

Com os dados de vazões das torneiras, e de posse da configuração da rede de abastecimento do pátio, foi possível avaliar as condições atuais desta rede para a correta caracterização do problema. Um passo importante era determinar a pressão disponível na entrada do sistema, uma vez que quaisquer modificações na rede só surtiriam efeito de acordo com o valor encontrado para esta pressão. Não era intenção deste trabalho alterar a configuração das demais redes hidráulicas da Creche, a não ser a dos pátios.

Admitindo-se como potencial fonte de “água de reuso” as águas pluviais, fez-se necessário conseguir dados confiáveis para o índice pluviométrico para a região, não só para valores atuais, mas também médias históricas. Com estes dados em mão, avaliou-se a capacidade de captação de águas pluviais.

Outro fator importante no levantamento é representado pelo levantamento bibliográfico de estações de captação de tratamento de “água de reuso”, especialmente para água pluvial. Este ponto se faz importante para a determinação dos componentes deste sistema, e também para verificarmos a viabilidade de se implementar um sistema de abastecimento de “água de reuso”.

7.2. Busca de soluções

Como os dados levantados, passamos a um processo de proposição de soluções. O foco do solucionamento estava dividido entre dois pontos: o problema de abastecimento e a utilização de “água de reuso”. Desta maneira, as soluções propostas deveriam tentar aliar as duas coisas.

O foco principal era solucionar o problema de abastecimento. Desta maneira, a utilização de “água de reuso ficava em segundo plano. Na verdade, a idéia era gerar modificações que resolvessem o problema de abastecimento e que possibilitassem que em um segundo momento, facilitasse a implantação de um sistema de “água de reuso”.

7.3. Validação das soluções

Para validação das soluções propostas, foram realizadas simulações para várias configurações dos sistemas propostos, em várias situações diferentes, utilizando os conceitos de resistência e abertura fluido-dinâmica. Estas análises tinham por objetivo, avaliar se as modificações realmente surgiram efeito nas vazões, e se estas não ocasionaram problemas, como por exemplo, vazões tão altas que ficaria impossível das crianças utilizarem as torneiras.

7.4. Análise econômica

Para os responsáveis pela Creche, é imprescindível se saber os custos da implementação das modificações propostas, uma vez que depende de levantamento de recursos. Portanto, após a determinação das soluções, foram levantados estes custos.

Além disso, a utilização de “água de reuso” geraria uma economia nos gastos com água encanada. Desta forma, aliada ao levantamento de custos, foi realizada uma análise comparativa destes com a economia gerada, para avaliar a sua amortização.

8. SOLUÇÃO PARA COCHOS E TANQUES

A rede atual de água da Creche abastecerá apenas os cocho e tanques. Com isso, diminuiríamos sensivelmente a perda de carga distribuída, além de diminuirmos o número de pontos de consumo. Estes pontos de consumo requerem uma vazão de água menor que os demais, portanto, o sistema deixaria de estar saturado, solucionando o problema, conforme apresentados nos cálculos a seguir.

8.1. Cálculo da Pressão Disponível

Neste capítulo demonstraremos os cálculos para estimar a pressão disponível na entrada do sistema que abastece os pátios da Creche, a saber, corresponde ao ponto onde a rede entra no pátio do módulo 1, por uma tubulação de ¾" (ver Fig.1). Este cálculo faz-se importante para posterior simulação das soluções propostas.

O método aqui utilizado foi o cálculo da média das perdas de carga nos ramos da rede, através dos dados de vazão levantados e apresentados na tabela 5, encontrada no capítulo 5.1 deste trabalho. E os resultados estão apresentados nas tabelas 8, 9 e 10 a seguir.

Tabela 8 – Cálculo da pressão disponível na entrada do sistema (Módulo 1)

		MÓDULO 1				
		T1	T2	T3	T3+ MANGUEIRA	
vazão	[l/s]	0,154	0,119	0,210	0,137	0,137
	[m3/s]	1,54E-04	1,19E-04	2,10E-04	1,37E-04	1,37E-04
Dh	[mm]	20,5	20,5	20,5	20,5	17
v	[m2/s]	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06
Re		9487	7363	13003	8497	10247
material		PVC	PVC	PVC	PVC	borracha
e	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,02
f		0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
L	[m]	50,1	50,1	33,9	31,6	20
curvas	[unid]	4	4	3	3	0
tes direto	[unid]	2	2	1	1	0
tes ramal	[unid]	2	2	1	1	0
registros	[unid]	3	3	2	2	0
filtros	[unid]	0	0	0	0	0
Leq	[m]	61,9	61,9	41,1	38,8	20
desnível	[m]	1,3	1,3	0,7	0,7	
h	[mca]	2,36	1,98	2,36	1,25	1,97

Tabela 9 – Cálculo da pressão disponível na entrada do sistema (Módulo 2)

		MÓDULO 2						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
vazão	[l/s]	0,131	0,121	0,176	0,091	0,090	0,085	0,081
	[m3/s]	1,31E-04	1,21E-04	1,76E-04	9,11E-05	8,97E-05	8,54E-05	8,06E-05
Dh	[mm]	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
v	[m2/s]	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06
Re		8092	7469	10902	5633	5541	5281	4979
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
ε	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
f		0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
L	[m]	53,8	53,8	54,4	59,15	59,45	59,75	54,4
curvas	[unid]	6	6	5	9	9	9	5
tes direto	[unid]	5	5	3	5	6	7	4
tes ramal	[unid]	1	1	1	2	2	2	2
registros	[unid]	3	3	2	3	3	3	2
filtros	[unid]	0	0	0	1	1	1	0
Leq	[m]	68	68	65,6	94,35	95,45	96,55	68,8
desnível	[m]	1,3	1,3	0,7	1,3	1,3	1,3	1,6
h	[mca]	2,18	2,07	2,13	1,96	1,95	1,90	1,99

Tabela 10 – Cálculo da pressão disponível na entrada do sistema (Módulo 3)

		MÓDULO 3						
		T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
vazão	[l/s]	0,080	0,114	0,085	0,074	0,075	0,093	0,109
	[m3/s]	7,95E-05	1,14E-04	8,53E-05	7,44E-05	7,49E-05	9,33E-05	1,09E-04
Dh	[mm]	19	19	19	19	19	19	19
v	[m2/s]	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06
Re		5303	7598	5690	4961	4996	6219	7293
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
ε	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
f		0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
L	[m]	45,3	45,9	50,9	51,2	51,5	44,7	56,1
curvas	[unid]	5	4	8	8	8	5	2
tes direto	[unid]	3	2	2	3	4	2	1
tes ramal	[unid]	2	2	3	3	3	3	4
registros	[unid]	2	2	3	3	3	2	2
filtros	[unid]	0	0	1	1	1	0	0
Leq	[m]	58,9	57,5	84,85	85,95	87,05	59,9	69,3
desnível	[m]	1,3	0,7	1,3	1,3	1,3	1,1	1,6
h	[mca]	1,77	1,54	2,06	1,91	1,92	1,72	2,55

Conforme dados das três tabelas acima, encontramos uma média de todos os ramos de 2,02mca. O desvio padrão para esta média é de 0,24mca, que corresponde a 12% do valor da média. Segundo a bibliografia, o método aqui utilizado nos dá uma previsão desvio de 10% com a realidade. Ou seja, o desvio que nos resultou esta análise é próximo ao erro “permitido” para o método.

Desta forma, o valor acima encontrado nos dá uma boa aproximação da realidade, e para o devido fim deste trabalho, nos é suficiente.

8.2. Solução escolhida

A solução escolhida é ramificar a rede de abastecimento dos pátios no ponto mais próximo ao coxo do módulo 1, para que a partir deste ponto, distribua-se para os módulos 2 e 3. Desta forma, eliminaríamos o trajeto que a rede atual faz para abastecer as torneira *T3* e a torneira inutilizada do módulo 1, diminuindo sensivelmente o comprimento da tubulação.

A solução proposta está apresentada no croqui da Fig.21. As novas tubulações, assim como as já existente, seriam de PVC, com diâmetro de $\frac{3}{4}$ " (25mm). E igualmente ao que já existe na Creche, seriam enterradas.

No croqui, a ramificação à esquerda se encontraria com a tubulação que atualmente alimenta o coxo do módulo 1 (e depois atende o módulo 2) ao pé do muro que divide este módulo com o módulo 2. Neste ramo deverá ser instalado um registro, para controlar o fluxo de água nos módulos 1 e 2. A tubulação que se ramifica no módulo 2 para abastecer a torneira *T3* deste módulo será eliminada, pois esta torneira será abastecida pela outra rede que será descrita nos próximos capítulos.

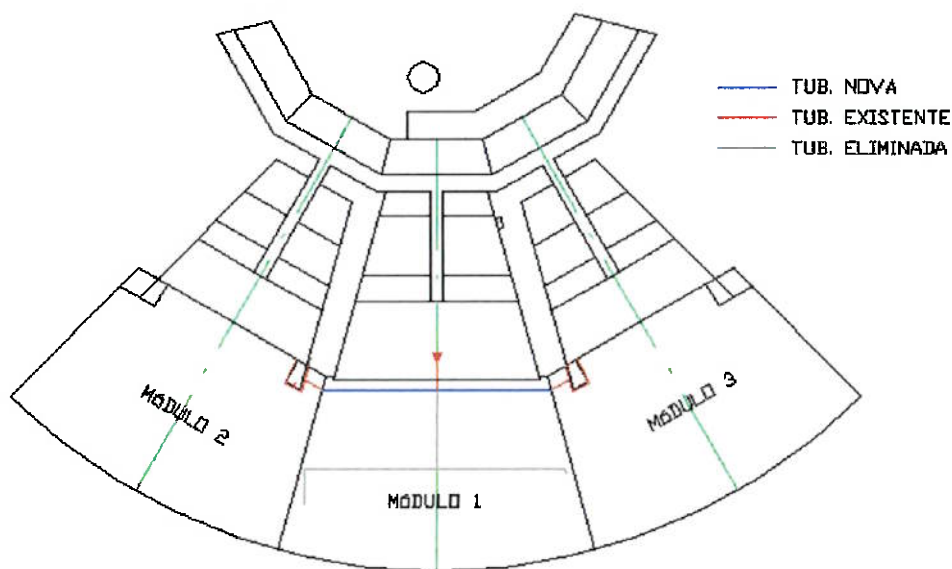


Fig. 21- Croqui da solução para cochos e tanques (água encanada).

A ramificação à direita seguirá em direção ao módulo 3 e deverá ser unida à tubulação já existente também ao pé do muro que divide os módulos 1 e 3, tubulação esta que segue para abastecer as torneiras *T1* e *T2*. Igualmente ao outro ramo, deve ser

instalado um registro na tubulação nova, e o ramo que abastece a torneira T3 do módulo 3 deve ser eliminado.

8.3. Análise da solução escolhida

As tabelas a seguir mostram os cálculos das vazões para a solução proposta no capítulo anterior. Esta análise leva em consideração o valor de pressão disponível encontrado conforme demonstrado no capítulo 8.1, ou seja, 2,02mca.

Tabela 11 – Análise das vazões para cochos e tanques (Módulo 1)

		MÓDULO 1	
		T1	T2
vazão	[l/s]	0,145	0,145
	[m3/s]	1,45E-04	1,45E-04
Dh	[mm]	20,5	20,5
v	[m2/s]	1,01E-06	1,01E-06
Re		8962	8962
material		PVC	PVC
e	[mm]	0,004	0,004
f		0,03	0,03
L	[m]	34,7	34,7
curvas	[unid]	4	4
tes direto	[unid]	2	2
tes ramal	[unid]	2	2
registros	[unid]	3	3
filtros	[unid]	0	0
Leq	[m]	46,5	46,5
desnível	[m]	1,3	1,3
h	[mca]	2,02	2,02

Tabela 12 – Análise das vazões para cochos e tanques (Módulo 2)

		MÓDULO 2					
		T1	T2	T4	T5	T6	T7
vazão	[l/s]	0,135	0,135	0,107	0,106	0,105	0,098
	[m3/s]	1,35E-04	1,35E-04	1,07E-04	1,06E-04	1,05E-04	9,78E-05
Dh	[mm]	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
v	[m2/s]	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06
Re		8344	8344	6587	6534	6482	6043
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
e	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
f		0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
L	[m]	38,4	38,4	43,8	44,1	44,4	39,0
curvas	[unid]	6	6	9	9	9	5
tes direto	[unid]	5	5	5	6	7	4
tes ramal	[unid]	1	1	2	2	2	2
registros	[unid]	3	3	3	3	3	2
filtros	[unid]	0	0	1	1	1	0
Leq	[m]	52,6	52,6	78,95	80,05	81,15	53,4
desnível	[m]	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6
h	[mca]	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02

Tabela 13 – Análise das vazões para cochos e tanques (Módulo 3)

		MÓDULO 3					
		T2	T4	T5	T6	T7	T8
vazão	[l/s]	0,141	0,101	0,100	0,099	0,159	0,088
	[m3/s]	1,41E-04	1,01E-04	1,00E-04	9,92E-05	1,59E-04	8,81E-05
Dh	[mm]	19	19	19	19	19	19
v	[m2/s]	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06
Re		9374	6757	6686	6617	10620	5877
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
s	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
f		0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04
L	[m]	20,6	26,2	26,5	26,8	20	31,4
curvas	[unid]	5	8	8	8	5	2
tes direto	[unid]	3	2	3	4	2	1
tes ramal	[unid]	2	3	3	3	3	4
registros	[unid]	2	3	3	3	2	2
filtros	[unid]	0	1	1	1	0	0
Leq	[m]	34,2	60,15	61,25	62,35	35,2	44,6
desnível	[m]	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,6
h	[mca]	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02

Como podemos verificar nas tabelas 11 a 13, os valores das vazões são superiores aos valores encontrados atualmente nas torneiras da Creche. Conforme colocado no capítulo 5.1, os valores ideais de vazão para estas torneiras estariam na faixa compreendidas entre 0,1 e 0,2 L/s. Todos as torneiras, com exceção da T8 do módulo 3 apresentaram valores nesta faixa.

9. SOLUÇÃO PARA APLICAÇÃO DE “ÁGUA DE REUSO”

Como previamente comentado no capítulo 6.2, algumas torneiras do pátio serão utilizadas como ponto de consumo da água pluvial captada. Desta forma, e por outras razões já colocadas anteriormente, estes pontos de consumo serão abastecido por uma nova rede independente de distribuição de água, onde será utilizada a “água de reuso” captada.

Desta forma, descreveremos neste capítulo todo o novo sistema de abastecimento, a partir da captação da água, descrevendo os tratamentos que esta água receberá e por fim, apresentando a configuração desta nova rede de distribuição que deverá ser implementada na Creche.

9.1. Captação e armazenamento da água pluvial

9.1.1 Tubos de descida (drenagem)

Esta parte da instalação será responsável por captar e armazenar a água provinda dos telhados do módulo 1 e da área administrativa. Como estas duas porções do telhado possuem uma separação física, serão necessários dois pontos de captação desta água, um para cada porção.

Atualmente, existem nos telhados da Creche, tubos de descida (tubos de esgoto de 3” de diâmetro) de água de chuva do telhado, como podemos visualizar na foto da Fig.22. Para o sistema de “água de reuso”, aproveitaremos estes tubos, que serão interligados em um único ponto de captação para cada porção de telhado, onde deverá ser colocado um filtro de descida para separação de partículas como folhas, insetos, etc.

O sistema de captação e armazenagem deve ser colocado em um local onde seja possível captar água das duas porções do telhado, de acordo com o que já foi mencionado no primeiro parágrafo deste capítulo. Além do mais, deve ser em um

local onde as crianças não tenham acesso, e que possua espaço para alocação das cisternas.

Desta forma, o local escolhido é um espaço entre os módulos 1 e 3 e o corredor da área administrativa. Este é o mesmo local mostrado na Fig.22. A drenagem do módulo 1 será realizada aproveitando apenas os tubos de descida do lado direito, que devem ser interligados até o ponto de captação.



Fig. 22 - Tubos de descida - Módulo 1 e administração (drenagem da água da chuva).

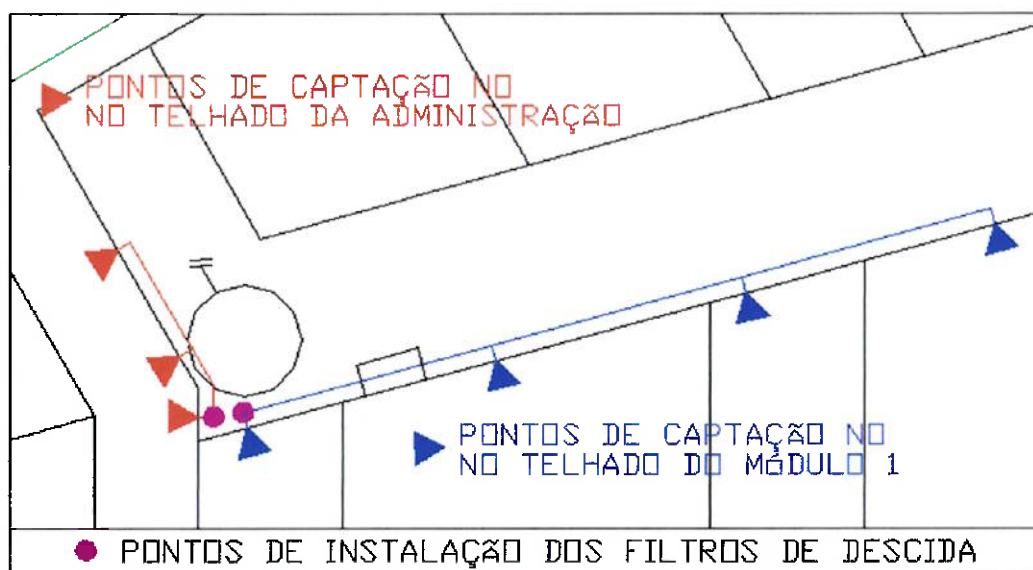


Fig. 23 - Fluxograma de interligação dos tubos de descida.

Da mesma maneira, os tubos de descida que drenam a água do telhado da área administrativa, e que estão colocados no espaço determinado para armazenamento, também devem ser interligados até o ponto mostrado na Fig.22. Na Fig.23, podemos encontrar um croqui do que foi descrito aqui.

Os tubos de descida atualmente encontrados na Creche possuem diâmetro de 3" (90mm) que serão aproveitados. Já os tubos de interligação deverão ter diâmetro de 6" (150mm) para atenderem a demanda. Já existem instalados acima destes tubos, tubos menores que serviriam de ladrão para o telhado, caso haja um entupimento nos tubos de captação, evitando assim sobrecarga nos telhados.

No anexo A-12, encontramos um fluxograma do sistema como um todo.

9.1.2 Filtros de descida

Na Fig. 24, encontramos um fluxograma de instalação dos filtros de descida, que se encontram especificados na FE-02 anexa. Maiores informações sobre estes filtros podem ser encontradas em catálogo anexo (A-04). Estes filtros serão responsáveis por uma pré-filtragem de partículas, como pedras, insetos e folhas.

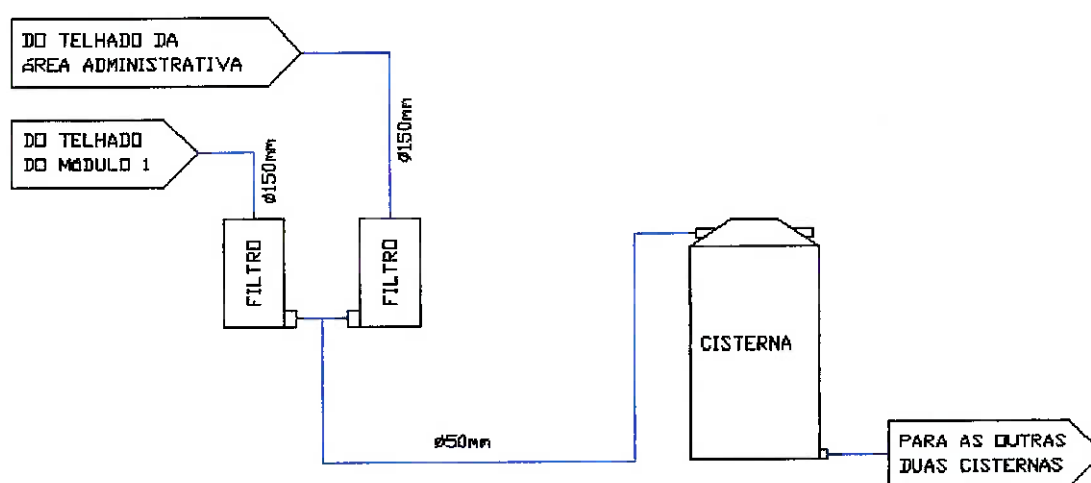


Fig. 24 - Fluxograma de instalação dos filtros de descida.

9.1.3 Cisternas

Por motivo de falta de espaço para colocação de cisternas, e também devido ao custo de instalação, neste trabalho adotaremos um sistema de armazenagem de 30m³ de capacidade, conforme comentado no capítulo 5.3.1. A capacidade de armazenamento pode ser posteriormente aumentada sem a necessidade de alteração de nenhum dos demais equipamentos especificados, com exceção da quantidade de cloradores. Esta alteração só ocorreria no caso de um aumento de demanda, e conseqüente aumento da vazão.

Como cisternas, utilizaremos três tanques de água de capacidade de 10000 litros. Estes tanques serão colocados em série e interligados por uma tubulação de no mínimo 2" (60mm) de diâmetro. Estes tanques serão tanques aéreos, conforme folha de especificação FE-01 anexa. Para apoiar estes tanques, deverá ser construída uma base rígida de cimento capaz de suportar o peso dos tanques cheios, que é de aproximadamente de 10 toneladas cada um.

Dependendo do fornecedor dos tanques, a altura da entrada de água pode variar. Mas a altura atualmente disponível entre o chão da Creche e a altura da saída dos filtros de descida é de 2,70m. Os diversos tanques pesquisados possuem uma altura maior que 2,70m entre a sua base e a entrada de água.

Desta forma, a base de cimento deve ser construída abaixo do nível do chão da Creche, de forma que a entrada de água do tanque fique ao menos no nível dos filtros de descida, ou então abaixo destes. Conforme o que foi levantado, este desnível não ultrapassaria 50cm. Encontramos no anexo A-13 detalhes da montagem dos tanques.

9.1.4 Sifão ladrão

Deverá ser instalado em um dos tanques um sifão ladrão para evitar o transbordamento dos tanques. Seria necessário instalar o sifão em apenas um dos tanques, pois estes são comunicante. Este sifão deve ter uma construção especial para evitar entrada de animais nos tanques. Este sifão está especificado na FE-03. Maiores informações são encontradas em catálogos anexos A-05 e A-06

Na Fig.25, podemos visualizar uma forma de montagem para o sifão. No caso específico desta figura, o catálogo do ladrão em questão pode ser encontrado no anexo A-06.

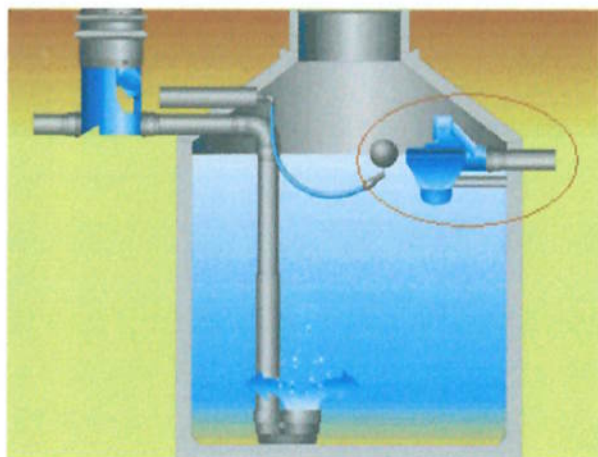


Fig. 25 - Montagem do sifão ladrão.

9.1.5 Interligação com a rede de água da concessionária

Como o sistema de armazenamento foi projetado para uma capacidade que não garante 100% da demanda de consumo, faz-se necessário abastecer o sistema com água fornecida pela concessionária (SABESP), para períodos de estiagem.

Este sistema pode ser manual ou automático. O sistema manual está especificado na FE-04 e o sistema automático da FE-05. A escolha deve ser feita pelos responsáveis pela Creche, tendo em vista os custos de implementação. Como este sistema será utilizado esporadicamente, o sistema manual requer apenas uma pessoal responsável pelo seu acionamento, pois quando comparado com o sistema automático possui um custo menor de instalação.

9.2. Tratamento da água

O tratamento da água deve levar em consideração vários fatores. O primeiro é que o sistema será implementado em uma Creche, e apesar de não ser utilizado pelas crianças, devemos levar em conta que pode haver contato destas crianças com esta água. Além do mais, esta água também será utilizada em piscinas desmontáveis, requerendo uma qualidade suficiente para permitir sua ingestão.

Apesar de estudos indicarem que apenas a porção de água das primeiras chuvas possuir uma qualidade inferior, devemos considerar que esta água pode ser levemente turva. E por fim, para evitar proliferação de microorganismos dentro das cisternas, esta água deve ser esterilizada, também pensando na possibilidade de ser consumida pelas crianças.

A primeira fase do tratamento destas águas é feita nos filtros de descidas expostos no capítulo 9.1.2 deste trabalho. Estes são responsáveis pela filtragem de particulado (em torno de até 0,3 mm, dependendo do fabricante dos filtros).

Referências sobre a qualidade da água podem ser encontradas na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. O tratamento de água distribuída em São Paulo, cujo responsável é a SABESP, baseia-se nesta portaria.

9.2.1 Cloração

O tratamento escolhido para esterilização da água captada será a cloração, pois é o tratamento mais largamente utilizado devido ao seu custo. Segundo Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, a concentração mínima de cloro em uma água entregue ao consumidor deve ser de 0,2mg/litro (0,2ppm).

Mas para fins deste trabalho, adotaremos uma concentração de cloro residual entre 1ppm e 2ppm com faixa de concentração ideal. Esta é faixa comumente utilizada em piscinas. Concentrações maiores podem causar problemas de irritação e alteração no sabor da água.

Vários tipos de sistema de cloração podem ser utilizados. Podemos citar por exemplo a bomba dosadora de cloro, que possui um custo muito alto, mas em contrapartida uma precisão também elevada.

Um método bastante utilizado para água captada de rios e poços artesianos é o clorador de passagem, que utilizam pastilhas de cloro de 200g (que podem ser encontradas em lojas especializadas em tratamento de piscinas). Este clorador possui uma precisão bastante razoável, e é capaz de funcionar na faixa determinada acima, evitando superdosagem.

Mas este sistema não seria o ideal para o nosso fim, pois não prevemos um armazenamento para água tratada, como por exemplo, uma caixa d'água. E caso fosse colocado este tipo de clorador entre as cisternas, restringiria a passagem de água, podendo causar um transbordamento da cisterna, desperdiçando parte da água captada. Este clorador tem um custo estimado entre R\$300,00 e R\$350,00. Para maiores informações, ver catálogo encontrado no anexo A-07.

O clorador que especificaremos neste trabalho é o clorador flutuante, conforme folha FE-06. O catálogo de um fornecedor deste clorados está no anexo A-08. Este clorador é largamente utilizado em piscinas e trabalha também com pastilhas de 200g de dissolução lenta, com 90% de cloro ativo. Para maiores informações sobre as pastilhas de cloro, verificar catálogo encontrado no anexo A-09. Para aplicação em 30m³ de água, que é o nosso caso, é necessário a utilização de um pastilha (200g) por vez.

No caso deste clorador, não conseguimos a precisão dos anteriores, portanto, será necessário controlar a cloração através da experiência. Mas deve-se estar atendo apenas para o caso de concentrações baixas, pois para evitar que a água abastecida possua superdosagem de cloro, será feita uma correção através de um declorador, que será descrito no capítulo 9.2.3. O clorador deve ser instalado dentro da cisterna intermediária.

Ainda com relação ao tratamento da água, não entraremos no mérito da condição do pH, pois é um parâmetro que não possui risco sanitário e possui apenas caráter operacional. Mas vale a pena salientar que de acordo ainda com a Portaria 518/04 do MS, o valor de pH recomendado para a água é entre 6,0 e 9,5. Recomendamos que seja feita pelo menos uma análise de pH da água para verificação.

9.2.2 Turbidez

Admitindo-se que a água captada possa ser levemente turva, foi previsto um tratamento para diminuição desta turbidez. Ainda de acordo com a Portaria 518/04 do MS, o valor máximo permissível para turbidez na água distribuída é de 5,0NTU.

Mas de qualquer forma, lembramos que a turbidez diz respeito apenas ao aspecto visual da água, e só deve ser considerada no caso de utilização para consumo, ou piscinas desmontáveis (que é nosso caso), ou então em vasos sanitários.

Para diminuição da turbidez da água foi previsto um filtro de areia, conforme especificado no folha FE-07. No anexo A-10, encontra-se uma proposta técnica e comercial para um filtro deste tipo. Como solução alternativa para a eliminação de turbidez da água, podemos propor a utilização de um filtro de polipropileno. Aqui especificaremos apenas o filtro de areia.

Este filtro é recomendável, mas não estritamente necessário. Faz-se necessário em aplicações como as descritas acima. Prever by-pass para lavagem do filtro e para manutenção.

9.2.3 Decloração

Para evitar superdosagem de cloro na água abastecida, será necessária a instalação no sistema de um filtro declorador. Além de evitar superdosagem, a água declorada possui uma qualidade mais natural.

O material filtrante escolhido é o carvão ativado. Este filtro, além de declorar a água, também retira por adsorção substância voláteis que não são retiradas em processos anteriores, e que dão cheiro ou gosto à água. A especificação deste filtro encontra-se na FE-08, e maiores informações estão colocadas em proposta comercial encontrada no anexo A-11.

9.3. Distribuição de água

Para melhor entendimento deste capítulo do trabalho pelo leitor, faz-se necessário o acompanhamento na leitura com os arranjos contidos no anexo A-13. Trata-se do arranjo do sistema completo de “água de reuso”, desde a captação até a distribuição. No anexo A-12, encontra-se o fluxograma deste sistema, onde podemos encontrar a nomenclatura de trecho utilizada neste capítulo.

O sistema não possuirá uma caixa d'água para armazenamento de água tratada. Para distribuição de água nas vazões requeridas, o sistema de abastecimento

será pressurizado por meio de uma bomba d'água, especificada na folha FE-09. A menor bomba encontrada no mercado é de 1/4CV. Esta bomba é superior ao que necessitamos, mas mesmo assim, a utilizaremos. O excesso de pressão da bomba seria regulado através do fechamento do registro instalado a jusante da bomba ($\phi 1''$).

Encontramos uma curva para a bomba selecionada para este trabalho no anexo A-01, além de um catálogo de um outro fornecedor no anexo A-03, onde podem ser encontradas maiores informações.

Todos os tubos da nova rede deverão ser de PVC, com diâmetros de $\frac{3}{4}''$ (25mm) nos trechos (4), (5), (6), (7) e (8), e $1''$ (32mm) nos trechos (1), (2) e (3). Estes tubos atendem às Normas da ABNT, quanto às velocidades máximas de escoamento. A tabela 14 abaixo apresenta esta normalização.

Tabela 14 – Velocidades máximas de escoamento (ABNT)

TUBO ROSCÁVEL	TUBO PVC COLÁVEL	VELOCIDADE MÁXIMA	VAZÃO MÁXIMA
BITOLA	DIÂMETRO EXT. (mm)	METROS/SEGUNDO	LITROS/HORA
$\frac{1}{2}''$	20	1,60	720
$\frac{3}{4}''$	25	1,95	2160
$1''$	32	2,25	4320
$1.1/4''$	40	2,50	9000
$1.1/2''$	50	2,50	14400
$2''$	60	2,50	20520

9.4. Análise do sistema proposto

Foram realizadas simulações para diferentes configurações do sistema. Basicamente, foram realizados dois tipos de simulações: sem a utilização de mangueiras nas torneiras e com utilização de mangueiras de 20m de comprimento. Para cada uma destas configurações, a abertura da válvula logo a jusante da bomba apresentava uma regulação diferente, claramente, para o primeiro caso, a válvula deve estar mais fechada se comparada ao segundo.

Para cada uma destas configurações, o comportamento do sistema foi analisado para as seguintes situações:

- Para apenas uma torneira aberta por vez;
- Para duas torneiras abertas simultaneamente;
- E para as quatro torneiras abertas simultaneamente.

Tabela 22 – Todas as torneiras abertas simultaneamente

TRECHO		1	2	3	4	5	6	7	8
vazão	[l/s]	0,879	0,444	0,444	0,300	0,144	0,434	0,262	0,173
	[m ³ /s]	8,79E-04	4,44E-04	4,44E-04	3,00E-04	1,44E-04	4,34E-04	2,62E-04	1,73E-04
Dh	[mm]	25	25	25	20	20	20	20	20
v	[m ² /s]	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06	1,01E-06
Re		44519	22509	22509	18997	9139	27513	16579	10933
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
ε	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
f		0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
L	[m]	0,8	21,6	15,8	3,6	18,9	15,8	3,7	14,2
curvas	[unid]	0	3	1	2	3	0	2	3
tes direto	[unid]	0	0	0	1	0	1	0	0
tes ramal	[unid]	0	1	0	0	1	0	1	0
registros	[unid]	1	0	1	1	1	1	1	1
Leq	[m]	1,1	29,2	17,6	7	25,1	16,8	8,7	18
desnível	[m]	10,7			0,7	0,7		0,7	0,7
h	[mca]	10,87	1,24	0,75	1,13	1,13	2,00	1,12	1,12
Req	[mca.s/L]	14,1	6,3	3,8	12,6	54,4	10,6	16,4	37,7
Aeq		0,27	0,40	0,51	0,28	0,14	0,31	0,25	0,16
Ponto de operação: 0,879 L/s e 14,0 mca									

As tabelas acima (tabelas 15 a 22) apresentam os resultados obtidos. A última linha da tabela apresenta o ponto de operação. As células hachuradas representam as vazões das respectivas torneiras. A nomenclatura utilizada neste capítulo é conforme o fluxograma que pode ser encontrado no anexo A-12 deste trabalho.

9.4.2 Resultados considerando-se a colocação de mangueiras nas torneiras

Aqui apresentamos as mesmas análises feitas no capítulo anterior, mas agora considerando a existência de mangueiras comuns (de borracha), com comprimento médio considerado 20m, instaladas nas torneiras. Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 23 a 30 abaixo.

Novamente a nomenclatura dos trechos usada aqui é conforme o fluxograma encontrado no anexo A-12. As células hachuradas apresentam as vazões das torneiras instaladas nos respectivos trechos, e as últimas colunas apresentam os dados para o trecho de mangueira. A última linha de cada tabela nos indica o ponto de operação do sistema.

Tabela 23 – Torneiras abertas individualmente

										MANG.
TRECHO		1	2	3	4	5	6	7	8	TODOS
vazão	[l/s]	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448
	[m3/s]	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04	4,5E-04
Dh	[mm]	25	25	25	20	20	20	20	20	17
v	[m2/s]	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06	1,0E-06
Re		22695	22695	22695	28369	28369	28369	28369	28369	33375
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	borracha
e	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,02
f		0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
L	[m]	0,8	21,6	15,8	3,6	18,9	15,8	3,7	14,2	20
curvas	[unid]	0	3	1	2	3	0	2	3	3
tes direto	[unid]	0	0	0	1	0	1	0	0	0
tes ramal	[unid]	0	1	0	0	1	0	1	0	0
registros	[unid]	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Leq	[m]	1,1	29,2	17,6	7	25,1	16,8	8,7	18	23,8
desnível	[m]	1,1			0,7	0,7		0,7	0,7	0,7
h	[mca]	1,16	1,26	0,76	1,58	3,86	2,11	1,79	2,97	7,96
Req	[mca.s/L]	5,8	6,3	3,8	7,9	19,2	10,5	8,9	14,8	39,7
Aeq		0,42	0,40	0,51	0,36	0,23	0,31	0,33	0,26	0,16

Ponto de operação: 0,448 L/s e 15,0 mca

Tabela 24 – Torneiras dos trechos 4 e 5 abertas simultaneamente

										MANGUEIRAS	
TRECHO		1	2	3	4	5	6	7	8	4	5
vazão	[l/s]	0.803	0.803	0.803	0.433	0.370	0.500	0.500	0.500	0.433	0.370
	[m3/s]	8E-04	8E-04	8E-04	4E-04	4E-04	5E-04	5E-04	5E-04	4E-04	4E-04
Dh	[mm]	25	25	25	20	20	20	20	20	17	17
v	[m2/s]	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06
Re		40681	40681	40681	27400	23451	31673	31673	31673	32236	27589
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	borracha	borracha
e	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,02	0,02
f		0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
L	[m]	0,8	21,6	15,8	3,6	18,9	15,8	3,7	14,2	20	20
curvas	[unid]	0	3	1	2	3	0	2	3	0	0
tes direto	[unid]	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
tes ramal	[unid]	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
registros	[unid]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
Leq	[m]	1,1	29,2	17,6	7	25,1	16,8	8,7	18	20	20
desnível	[m]	1,1			0,7	0,7		0,7	0,7		
h	[mca]	1,24	3,56	2,15	1,53	2,95	2,57	2,03	3,46	5,72	4,30
Req	[mca.s/L]	1,9	5,5	3,3	8,2	21,6	10,3	8,1	13,8	30,6	31,4
Aeq		0,72	0,43	0,55	0,35	0,22	0,31	0,35	0,27	0,18	0,18
Ponto de operação: 0.803 L/s e 14.2 mca											

Ponto de operação: 0,803 L/s e 14,2 mca

Tabela 29 – Torneiras dos trechos 7 e 8 abertas simultaneamente

										MANGUEIRAS	
TRECHO		1	2	3	4	5	6	7	8	7	8
vazão	[l/s]	0,796	0,500	0,500	0,500	0,500	0,796	0,414	0,381	0,414	0,381
	[m3/s]	8E-04	5E-04	5E-04	5E-04	5E-04	8E-04	4E-04	4E-04	4E-04	4E-04
Dh	[mm]	25	25	25	20	20	20	20	20	17	17
v	[m2/s]	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06
Re		40322	25338	25338	31673	31673	50403	26251	24152	30884	28414
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	borracha	borracha
s	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,02	0,02
f		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
L	[m]	0,8	21,6	15,8	3,6	18,9	15,8	3,7	14,2	20	20
curvas	[unid]	0	3	1	2	3	0	2	3	0	0
tes direto	[unid]	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
tes ramal	[unid]	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
registros	[unid]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
Leq	[m]	1,1	29,2	17,6	7	25,1	16,8	8,7	18	20	20
desnível	[m]	1,1			0,7	0,7		0,7	0,7		
h	[mca]	1,24	1,53	0,92	1,77	4,54	5,92	1,65	2,40	5,29	4,54
Req	[mca.s/L]	2,0	6,1	3,7	7,1	18,2	9,3	9,6	16,5	30,8	31,2
Aeq		0,71	0,40	0,52	0,38	0,23	0,33	0,32	0,25	0,18	0,18

Ponto de operação: 0,796 L/s e 14,1 mca

Tabela 30 – Todas as torneiras abertas simultaneamente

										MANGUEIRAS			
TRECHO		1	2	3	4	5	6	7	8	4	5	7	8
vazão	[l/s]	1,394	0,698	0,698	0,377	0,322	0,696	0,362	0,333	0,377	0,322	0,362	0,333
	[m3/s]	1E-03	7E-04	7E-04	4E-04	3E-04	7E-04	4E-04	3E-04	4E-04	3E-04	4E-04	3E-04
Dh	[mm]	25	25	25	20	20	20	20	20	17	17	17	17
v	[m2/s]	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06
Re		70634	35387	35387	23853	20381	44059	22954	21106	28062	23977	27004	24830
material		PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	borracha	borracha	borracha	borracha
e	[mm]	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,02	0,02	0,02	0,02
f		0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
L	[m]	0,8	21,6	15,8	3,6	18,9	15,8	3,7	14,2	20	20	20	20
curvas	[unid]	0	3	1	2	3	0	2	3	0	0	0	0
tes direto	[unid]	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
tes ramal	[unid]	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
registros	[unid]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Leq	[m]	1,1	29,2	17,6	7	25,1	16,8	8,7	18	20	20	20	20
desnível	[m]	1,1			0,7	0,7		0,7	0,7				
h	[mca]	1,47	2,77	1,67	1,35	2,46	4,64	1,45	2,04	4,43	3,32	4,13	3,54
Req	[mca.s/L]	0,8	5,7	3,4	9,5	23,8	9,6	11,1	18,4	31,3	32,1	31,5	31,9
Aeq		1,15	0,42	0,54	0,32	0,21	0,32	0,30	0,23	0,18	0,18	0,18	0,18

Ponto de operação: 1,394 L/s e 11,7 mca

9.4.3 Considerações

Como podemos perceber nos resultados das análises, de oito casos analisados, apenas em três situações as vazões nas torneiras destoaram muito da faixa de vazões considerados como ótima, e um deles é o caso onde as quatro torneiras estão abertas simultaneamente (sem mangueira).

Nos outros três casos onde resultaram vazões fora desta faixa, dois deles são para vazões levemente acima de 0,5L/s, o que pode ser reparado controlando-se o registro da própria torneira, além de também estarem dentro do erro do método, que segundo as referências, é de 10%.

Como na Creche, a probabilidade de ocorrer a abertura de apenas uma torneira é sensivelmente maior que o de ocorrerem outros eventos. Desta forma, podemos dizer que as condições propostas atendem aos requisitos colocados, requerendo apenas a necessidade de regulagem do registro a jusante da bomba.

10. SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA DÉFICIT DE ABASTECIMENTO PARA AS TORNEIRAS DE LAVAGEM DO PÁTIO SEM IMPLANTAÇÃO DE “ÁGUA DE REUSO”

Para o caso de não haver possibilidade de implementação do sistema de “água de reuso”, por motivo de custo, neste trabalho iremos apresentar uma solução temporária para o solucionamento do problema de vazão.

Esta solução visa atender exclusivamente ao problema de abastecimento de água nos pátios da Creche, mas foi projetada de tal maneira para que seja possível a posterior implementação do sistema de “água de reuso”.

Esta solução utiliza para a “água de reuso” o mesmo traçado da rede de distribuição apresentada no capítulo 9, que conforme a solução descrita previamente no capítulo 6.2, seria independente da rede que abastece cochos e tanques. Esta última se apresentaria da forma descrita no capítulo 8 deste trabalho.

A única diferença é que o sistema seria alimentado diretamente da caixa d’água da Creche, ao invés de ser atendido pelo sistema de “água de reuso”. Como a caixa d’água da Creche possui altura de 25m, a pressão disponível seria de 25mca. Esta pressão é suficiente para suprir a necessidade de vazão da Creche.

Desta forma, qualquer excesso de pressão pode ser regulado através do aumento da perda de carga no registro (através de seu fechamento) de 1”, que para a solução de água de reuso, estava instalado logo a jusante da bomba. Esta regulação teria o mesmo efeito descrito para a utilização da bomba pressurizadora.

O croqui abaixo (Fig.26) representa a solução de abastecimento. Por motivo de detalhamento, a rede de distribuição que é idêntica à solução apresentada no capítulo 9 não foi reapresentada. Quaisquer dúvidas, recorrer ao arranjo do anexo A-13.

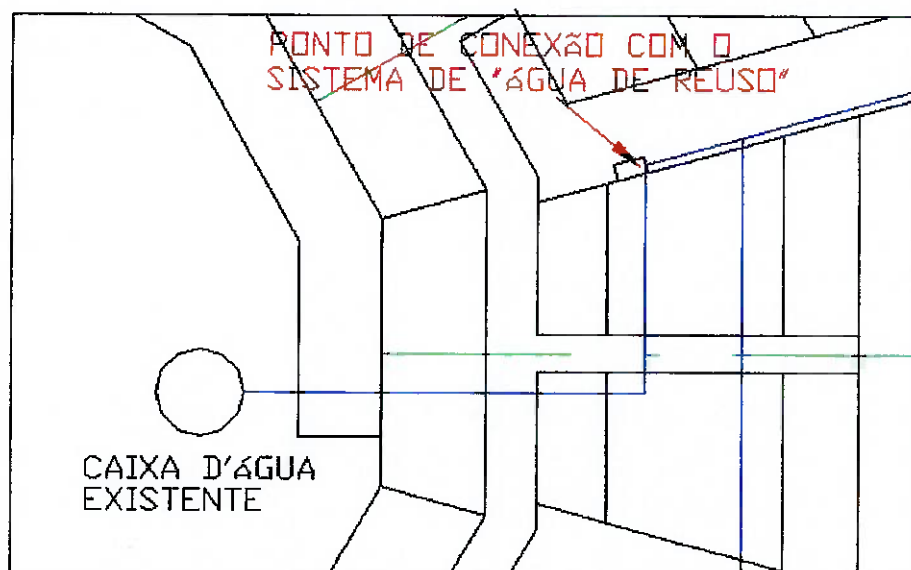


Fig. 26 - Croqui de abastecimento a partir da caixa d'água da Creche.

11. ANÁLISE ECONÔMICA DO SISTEMA DE “ÁGUA DE REUSO”

Neste capítulo, apresentaremos os valores orçados para os equipamentos especificados no capítulo 9. Desta forma, teremos uma projeção do custo de implementação do novo sistema de utilização de “água de reuso”. O nosso objetivo principal aqui é comparar a economia de gasto com água na Creche com o custo total da implementação, para determinação do tempo de amortização.

Mas vale a pena ressaltar que nos últimos tempos vem aumentando a preocupação em conservar as reservas de água potável do planeta. Isso porque, segundo a Universidade da Água [22], apenas 0,007% de toda a água do planeta é doce e de fácil acesso. Desta maneira, a importância pedagógica do reuso da água, ainda mais se tratando de um estabelecimento de ensino para crianças, faz com que o valor social deste projeto sobreponha-se ao seu custo econômico.

11.1. Custos do novo sistema

A seguir, apresentaremos valores para os equipamentos que compõe o novo sistema de abastecimento de água utilizando águas pluviais. Os valores a seguir podem ser tomados apenas como referência, pois os valores variam de acordo com o fornecedor dos equipamentos. Nos anexos a este trabalho, encontramos referências de fornecedores em forma de catálogo dos equipamentos. Também repassaremos aqui contato dos fornecedores contatados para orçamentação.

11.1.1 Cisternas

- Descrição: Tanque aéreo de água de 10000 litros
- Material: Polietileno ou resina de poliéster
- Preço unitário: R\$1400,00 (Fortlev), R\$2753,00 (Supergreen) e R\$3214,89 (Sailer)
- Quantidade: 3 peças

11.1.2 Filtros de descida

- Descrição: Filtro de malhas 0,3mm (150mm)
- Material: aço inoxidável
- Preço unitário: R\$2474,00 (Supergreen – Wisy)
- Quantidade: 2 peças

11.1.3 Sifão ladrão

- Descrição: Ladrão com selo hidráulico por efeito de sifonagem
- Material: ABS
- Preço unitário: R\$199,00 (Supergreen)
- Quantidade: 1 peça

11.1.4 Kit de interligação automático

- Descrição: torneira mangueira, solenóide, bocal separador e bóia de nível
- Bitola/Capacidade: ½” / 2,64m³/h
- Preço unitário: R\$1328,00 (Supergreen)
- Quantidade: 1 peça
- Observação: Para cálculo do custo total, admitiremos que será implementada a interligação manual, conforme FE-04, a um valor de montagem aproximado de R\$400,00

11.1.5 Clorador

- Descrição: Flutuante com capacidade de 600g (pastilha)
- Material: termoplástico
- Preço unitário: R\$30,00 (Genco)
- Quantidade: 1 peça

11.1.6 Filtro de turbidez

- Material filtrante: camadas de areia quartzificada
- Material corpo: aço carbono
- Preço unitário: R\$2300,00 (Vid'água)
- Quantidade: 1 peça

11.1.7 Declorador

- Material filtrante: camada suporte de pedrisco e leito de carvão ativo.
- Material corpo: aço carbono
- Preço unitário: R\$3700,00 (Vid'água)
- Quantidade: 1 peça

11.1.8 Bomba pressurizadora

- Descrição: Bomba cetrífuga 1/4CV
- Acessório: fluxostato
- Preço unitário: R\$319,00 (Dipefa - Thebe)
- Quantidade: 1 peça

11.1.9 Tubulação e válvulas

- Descrição: Tubulações, conexões e válvulas de PVC para utilização com água de abastecimento
- Preço unitário tubos: verificar tabela 31(HidroShok - Tigre)
- Quantidade: verificar tabela 31

11.1.10 Total do custo

A tabela 31 apresenta o custo total dos equipamentos apresentados acima. Para cotovelos e tês, a quantidade apresentada na tabela 31 é referente à quantidade total utilizada, independente do diâmetro. Mas para contabilização do custo,

admitimos o valor das peças para diâmetro de 1". Portanto, o valor dado na tabela apresenta apenas uma referência, mas que se aproxima muito do valor real. O mesmo acontece para o valor da mão de obra.

Tabela 30 – Todas as torneiras abertas simultaneamente

<i>EQUIPAMENTO</i>	<i>VALOR UNIT.</i>	<i>QUANT.</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1. Cisterna	R\$ 2.700,00	3	R\$ 8.100,00
2. Filtros de descida	R\$ 2.500,00	2	R\$ 5.000,00
3. Sifão	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00
4. Interligação	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
5. Clorador	R\$ 30,00	1	R\$ 30,00
6. Filtro turbidez	R\$ 2.300,00	1	R\$ 2.300,00
7. Declorador	R\$ 3.700,00	1	R\$ 3.700,00
8. Bomba	R\$ 320,00	1	R\$ 320,00
9. Tubos 3/4" PVC	R\$ 12,65	7	R\$ 88,55
10. Tubos 1" PVC	R\$ 31,70	8	R\$ 253,60
11. Tubos 2" PVC	R\$ 38,75	2	R\$ 77,50
12. Tubos 6" PVC	R\$ 118,50	5	R\$ 592,50
13. Válvulas esfera 3/4"	R\$ 24,20	1	R\$ 24,20
14. Válvulas esfera 1"	R\$ 34,30	8	R\$ 274,40
15. Curvas	R\$ 1,15	25	R\$ 28,75
16. Tês	R\$ 1,90	12	R\$ 22,80
Mão de obra	-	-	R\$ 3.000,00
<i>TOTAL GERAL</i>			R\$ 24.512,30

11.1.11 Contato de fornecedores

Fortlev (Alberto): (11) 9942.1639

Supergreen (Carlos Bazileu): (11) 3744.9044

Sailer (Leide): (75) 3223.8092

Vid'água (Afonso Barco): (11) 3743.3704

Dipefa (Denis): (11) 3228.6193

HidroShok: (11) 6104.6640

11.2. Economia de água

Conforme cálculos apresentados no capítulo 5.2, o consumo mensal de água de reuso na Creche seria em torno de $20\text{m}^3/\text{mês}$, o que nos resulta um total de $240\text{m}^3/\text{ano}$. Mas para a capacidade do nosso sistema de armazenamento, podemos admitir uma eficiência de 80% no suprimento do consumo. Com isso, teremos uma economia de água anual de 192m^3 .

De acordo com a tabela de tarifas da SABESP, encontrada no anexo A-14, e sabendo que a USP se enquadra como “Pública com contrato” (devido a existência do programa PURA), temos que o gasto com o metro cúbico de água é de R\$6,56, mais os R\$6,56 de esgoto, totalizando R\$13,12/ m^3 . Isso porque o consumo mensal da Creche ultrapassa os 400m^3 .

Desta forma, podemos calcular a economia anual de água da seguinte maneira:

$$192\text{ m}^3 \cdot \text{R\$}13,12 = \text{R\$}2519,04$$

Se a isto, acrescentarmos a utilização das piscinas durante pelo menos um mês e meio, e que as piscinas (de 1000 litros) são cheias uma vez por semana e que seriam utilizadas duas piscinas (uma para o módulo 2 e uma para o módulo 3, já que o módulo 1 abriga crianças de colo), termos um total anual de 12m^3 , o que representaria um gasto de R\$157,44 no ano.

Teríamos ai então um total de economia de **R\$2676,48** por ano, utilizando “água de reuso”. O consumo das máquinas de lavagem de roupa não está incluído em nosso trabalho, mas para efeito de citação, teríamos para o consumo de $95\text{m}^3/\text{mês}$ uma economia em torno de R\$15000,00 por ano.

Na verdade, a captação de água de chuva é suficiente para suprir a necessidade das máquinas de lavagem de roupa nos meses de outubro a março, e a capacidade de armazenamento do nosso sistema permitiria atender pelo menos 50% do consumo de água nestes meses, teríamos uma economia anual de R\$ 3739,20.

11.3. Custo do tratamento de águas pluviais

Existem dois custos diretos ligados ao tratamento de “água de reuso”: consumo da bomba e gasto com cloração. O valor de uma unidade de pastilha de cloro de 200g em qualquer loja que trabalha com piscinas é de no máximo R\$5,00. Conforme catálogo encontrado no anexo A-09, estas pastilhas possuem 90% de cloro ativo.

A faixa ideal de concentração de cloro residual na água é de 1 a 2mg/litro. Desta forma, se admitirmos uma concentração de 2mg/litro, uma pastilha (200g) é suficiente para 90m³ de água, ou seja, o custo da cloração seria de R\$0,06/m³ de água. Isso dá para o consumo anual de 204m³, um gasto total no ano de **R\$12,24**.

Já com relação à bomba, na faixa de operação do sistema, o consumo varia de 0,25 a 0,30CV na faixa de operação, conforme curva da bomba colocada no anexo A-01. Admitindo-se que a vazão de consumo é de 0,5L/s (1,8m³/h), podemos calcular o tempo que a bomba ficará ligada em um ano:

$$204 \frac{m^3}{mês} \div 1,8 \frac{m^3}{h} = 367,2 \frac{h}{ano}$$

Desta forma, admitindo-se o maior consumo (0,30CV, que equivale a 0,23kW) para a totalidade do tempo, teríamos para o consumo anual de 204m³, admitindo-se uma vazão de 0,5L/s (1,8m³/h), um gasto de:

$$0,23 kW \cdot 367,2 \frac{h}{ano} = 84,5 \frac{kWh}{ano}$$

A Creche da USP enquadra-se na tarifação da AES Eletropaulo como Consumidor Baixa Tensão de Serviços Públicos (B2), recebendo uma tarifação de R\$0,16437/kWh. Desta forma, o custo de utilização da bomba seria de:

$$84,5 \frac{kWh}{ano} \cdot R\$0,16437 = \frac{R\$13,88}{ano}$$

Então o gasto total com a “água de reuso” seria de **R\$26,12** em um ano. É claro que existiriam outros custos indiretos, como manutenção dos filtros, lavagem dos tanques, modernização de equipamentos. Mas de qualquer forma, estes não serão considerados neste trabalho.

11.4. Amortização

O custo total de instalação do novo sistema de abastecimento com “água de reuso”, conforme demonstrado no capítulo 11.1, é de R\$24512,30. A redução de gastos com água anual é de R\$2676,48, e os custos de utilização desta água é de R\$26,12 por ano. Desta maneira, o tempo de amortização do custo de implementação do sistema é de aproximadamente **10 anos**.

O tempo de amortização é relativamente alto, mas é evidente que este valor econômico não supera em hipótese nenhuma o valor social da concepção do projeto.

12. COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES

Neste trabalho procurou-se principalmente apresentar solução para o déficit de abastecimento de água nos pátios da Creche Central da USP, assim como estudar a possibilidade de implantação de um sistema de “água de reuso” nesta Creche como alternativa de abastecimento de água.

Para tanto, foi necessário levantar o máximo de informações possíveis sobre a rede hidráulica que abastece os pátios. Desta forma foram identificados o traçado e características desta rede, assim como as vazões que atualmente fornecem os pontos de consumo destes pátios.

A principal causa do déficit de abastecimento nos pátios da Creche foi identificada como sendo a saturação da rede. Isso porque as redes hidráulicas dos módulos 2 e 3 foram instaladas como ramificações da previamente existente no módulo 1, que não foi projetada com diâmetro suficiente para atender outros pontos de consumo além dos existentes no módulo 1.

Assim sendo, as perdas de cargas impostas pela tubulação de diâmetro reduzido geram uma vazão aquém do considerado ideal, principalmente nos módulos 2 e 3, cujo traçado da tubulação é mais extenso.

Desta maneira, as modificações propostas previam a divisão do abastecimento do pátio em duas redes diferentes. A primeira seria abastecida pela rede hidráulica que atualmente é responsável pelo abastecimento de água nos pátios, e alimentaria as torneiras de cochos e tanques.

A segunda seria abastecida diretamente da caixa d'água da Creche, ou então com “água de reuso”, e teria um traçado totalmente novo e independente. Esta rede alimentaria as torneiras que são utilizadas para lavagem do pátio, pois estas necessitam de uma vazão maior do que as anteriores mencionadas.

Conforme comentado no primeiro parágrafo deste capítulo, foi estudada a aplicação de um sistema de abastecimento de “água de reuso”. Para tanto, foram levantadas a capacidade de captação assim como a demanda de consumo para esta água. A captação de “água de reuso” foi focalizada na captação de águas pluviais

através dos telhados do módulo 1 e da área administrativa. Já seu consumo ficou limitado à utilização nas torneiras de lavagem do pátio. Sua utilização as máquinas de lavar roupas foi apenas comentada.

Foi definido um projeto de instalação de um sistema de captação, tratamento e distribuição de “água de reuso”, que poderia alimentar a rede hidráulica que abastece as torneiras de lavagem do pátio, como alternativa a utilização da água fornecida pela concessionária (SABESP), oferecendo desta forma uma economia com os gasto com água.

O projeto do sistema de “água de reuso” incluiu a seleção e especificação de equipamentos e acessórios que virão a compô-lo. Estes equipamentos dizem respeito à captação, ao tratamento e à pressurização da rede de distribuição previamente mencionada.

Para todas as soluções propostas, que incluem as duas novas redes hidráulicas para os pátios, com ou sem a utilização de “água de reuso”, foram obtidas as vazões resultantes para as pressões disponíveis, através do cálculo da perda de cargas nas redes propostas, para diversas situações. Desta forma, conseguimos visualizar o efeito das modificações sugeridas.

Em todas as situações simuladas, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios. Na maioria destas situações, as vazões resultantes estavam dentro da faixa de vazão definida como ideal. Nas configurações em que isto não ocorreu, as vazões se apresentaram muito próximas do ideal, e além do mis, representavam casos em que a probabilidade de ocorrência é muito pequena.

12.1. Discussão final

Conforme análise dos sistemas apresentados neste trabalho, podemos concluir que a divisão da rede hidráulica dos pátios em duas redes independentes é suficiente para resolução do problema de abastecimento. As duas soluções propostas para as torneiras de lavagem do pátio (tanto o sistema de “água de reuso” como o abastecido diretamente da caixa d’água) atendem a demanda de consumo.

Apesar deste trabalho não incluir a orçamentação das mudanças propostas para a solução do problema de abastecimento da Creche sem implementação de “água de reuso” (capítulos 8 e 10), podemos verificar que os materiais que seriam utilizados nestas modificações (que se limitam a tubos e acessório e mão de obra), correspondem à apenas uma pequena parte do custo total levantado para o sistema de “água de reuso” (em torno de 3%), representando um gasto menor que R\$1000,00.

Desta forma, caso os custos de implementação dos sistema de “água de reuso” tornem sua instalação inviável, as modificações propostas nos capítulos 8 e 10 se apresentam como uma boa alternativa para solução do déficit de abastecimento de água nos pátios da Creche, uma vez que seu custo é muito baixo, e que a sua implementação representa um grande avanço para a posterior instalação dos sistema de “água de reuso”.

Já propriamente com respeito à implantação do sistema de “água de reuso”, podemos dizer que a amortização de seus custos, conforme colocada no capítulo 11 deste trabalho, é relativamente alta, mas se comparado ao montante de investimento e ao tamanho da USP, ela torna-se realmente insignificante.

Também vale a pena salientar que esta amortização foi calculada considerando-se exclusivamente sua utilização na lavagem dos pátios. Podemos verificar que nos meses de maior índice pluviométrico (outubro a março), o volume de água captada é superior a demanda nestes pontos, o que nos leva a considerar que neste período, a “água de reuso” pode também ser utilizada em outros pontos de consumo, como as máquinas de lavagem de roupas por exemplo.

Desta maneira, a economia de água poderia ser ainda maior no caso da possibilidade de se aumentar a capacidade de armazenamento de água. Além do mais, neste trabalho não foi considerada a capacidade de captação dos telhados dos módulos 2 e 3, e nem da captação de outras fontes como os próprios cochos e torneiras do pátio, e todas as torneiras e chuveiros dos módulos também. Só a incorporação da captação de água de chuva dos telhados dos módulos 2 e 3, dobraria a área de captação, e por consequência, dobraria a quantidade de água captada.

Também não podemos deixar de citar a importância pedagógica e social da utilização de “água de reuso”, ainda por cima tratando-se de uma instituição de

ensino para crianças. Por se tratar de um tema altamente discutido atualmente, em virtude da preocupação com a extinção das fontes de água doce de nosso planeta, o valor social de sua utilização é maior que seu valor monetário.

Portanto, este ainda é um tema a ser pesquisado, pois este trabalho limita-se apenas a uma primeira parcela da água que potencialmente poderia ser captada. Fica aqui minha proposta para que outros estudantes que se interessem pelo assunto, que prossigam com os estudos na área.

Como proposta para outros trabalhos, podemos citar a utilização de “água de reuso” em outros potenciais pontos de consumo dentro da Creche, como por exemplo, a lavanderia, os vasos sanitários, a rede de incêndio, etc. Também podemos propor a análise de outras fontes para captação de “água de reuso”, como os telhados dos módulos 2 e 3, e as próprias torneiras e chuveiros presentes na Creche. E por fim, estudar a implementação de sistemas de “água de reuso” em outras unidades da USP, ou mesmo fora dela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] WHITE, F. M. **Mecânica dos Fluidos**. 4ª edição, 2002.
- [2] FOX, R.W.; MCDONALD, A.T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 4ª edição, 1995.
- [3] SMACNA. **Diagrama e Tabelas Auxiliares para Determinação de Perda de Carga**.
- [4] LAURIA, Douglas. **Máquinas de fluxo**. 2003, EPUSP
- [5] http://myspace.eng.br/eng/fluidos/fluido2.asp#esc_real
- [6] <http://www.sociedadedosol.org.br/>
- [7].http://www.somarmeteorologia.com.br/security/defesa_civil/clima/primavera2002.html
- [8].<http://www.ecocasa.com.br/>
- [9].<http://www.agua-de-chuva.com/>
- [10].<http://www.aquastock.com.br/>
- [11].<http://www.sailer.com.br/construcao.htm>
- [12].<http://www.fortlev.ind.br/lancamentos/lamina.htm>
- [13].<http://www.dancor.com.br/>
- [14].<http://www.thebe.com.br/>
- [15].<http://www.vidagua.com.br/>
- [16].<http://www.jacuzzi.com.br/>
- [17].<http://www.hidraulis.com.br/>

[18].http://www.ambidata.pt/html/Fichas_Tecnicas/Piscinas/albasol_90_200.htm

[19].<http://www2.sabesp.com.br/agvirtual2/asp/tarifas.asp>

[20].<http://www.sodramar.com.br/>

[21].<http://www.eletropaulo.com.br/>

[22].<http://www.uniagua.org.br/>

FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO

<i>FOLHA</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
FE-01	Cisterna
FE-02	Filtro de descida
FE-03	Sifão ladrão
FE-04	Kit de interligação manual
FE-05	Kit de interligação automático
FE-06	Clorador flutuante
FE-07	Filtro de areia
FE-08	Filtro de carvão ativado
FE-09	Bomba de pressurização

FE-01 – CISTERNA

Função: Tanque de água para armazenamento de águas pluviais captadas.

Descrição: Tanques aéreos cilíndricos para armazenamento de água

Capacidade: 10.000 litros

Dimensões máximas:

- altura: 3,20m
- diâmetro (maior): 2,20m

Material: polietileno, resina de poliéster ou fibra de vidro

Características: atóxico e resistente ao ataque de cloro

Substância armazenada: água potável

Temperatura de operação: ambiente

Montagem: não enterrado, apoiado no chão

Conexões: tampa superior de inspeção ($\phi_{\text{mínimo}}$: 250mm), entrada de água, saída de água ($\phi_{\text{mínimo}}$: 60mm), extravasador (ladrão) e saída de limpeza

Quantidade: 3 (três) peças

Observações:

- Prever base rígida plana de concreto para apoio dos tanques (peso cheio de água: 10 toneladas)

Referências de fornecedores:

- Fortlev
- Supergreen
- Sailer

FE-02 – FILTRO DE DESCIDA

Função: Filtro para filtragem inicial (antes das cisternas) da água captada.

Descrição: Filtro de malha para instalação em tubulações de captação de água pluvial

Capacidade: para mínimo de 400m² de área de captação

Malha: filtra partículas até 0,3mm

Diâmetro:

- Entrada de água: 150mm (6")
- Saída para o reservatório: 60mm (2")

Material da malha: aço inoxidável

Eficiência mínima: 90%

Temperatura de operação: ambiente

Montagem: saída de água nivelada com a entrada da cisterna

Quantidade: 2 (duas) peças

Observações:

- Prever suporte para o filtro

Referências de fornecedores:

- Wisy
- 3P Technick

FE-03 – SIFÃO LADRÃO

Função: Evitar transbordamento do tanque e retirar partículas da superfície da água.

Descrição: Ladrão em forma de sifão para evitar entrada de pequenos animais e com aspiração da superfície da água

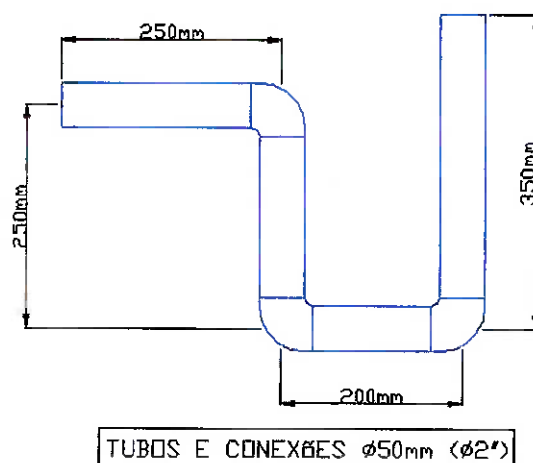
Diâmetro: mínimo de 50mm (2")

Material: PVC ou similar

Características: atóxico e resistente ao ataque de cloro

Temperatura de operação: ambiente

Dimensões:



Quantidade: 1 (uma) peça

Observações:

- Instalar na primeira cisterna
- Pode ser construído a partir de tubos de PVC

Referências de fornecedores:

- Wisy
- 3P Technick

FE-04 – KIT DE INTERLIGAÇÃO MANUAL

Função: Alimentar o sistema com água encanada em caso de estiagem manualmente.

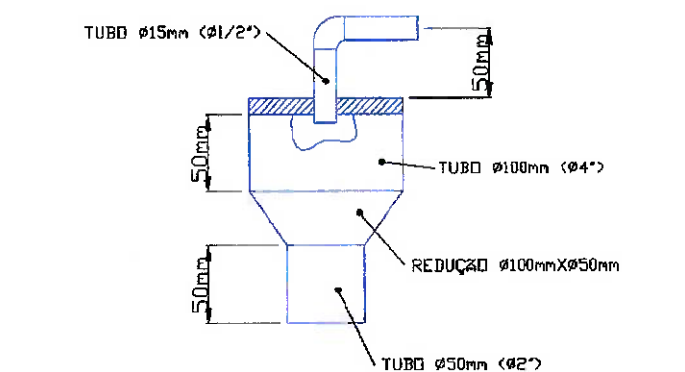
Descrição: Equipamento composto por válvula, mangueira flexível e bocal separador

Diâmetro: 15mm (½")

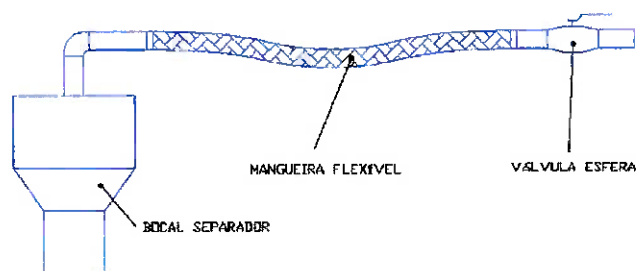
Válvula: tipo esfera de ½"

Mangueira flexível: diâmetro ½" e comprimento 50mm

Bocal separador:



Montagem:



Substância de trabalho: água potável encanada

Quantidade: 1 (um) conjunto

Observações:

- Instalar na tampa superior da cisterna intermediária
- Prever proteção para evitar contato de pequenos animais ou sujeira com o bocal separador
- Prever indicação de nível para as cisternas

Referências de fornecedores:

- Wisy
- 3P Technick

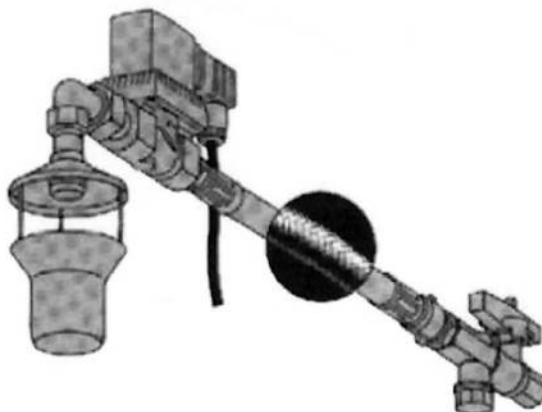
FE-05 – KIT DE INTERLIGAÇÃO AUTOMÁTICO

Função: Alimentar o sistema com água encanada em caso de estiagem manualmente.

Descrição: Equipamento composto por torneira, mangueira flexível, válvula solenóide, conector, bóia de nível e bocal separador

Diâmetro: 15mm (½")

Montagem:



Substância de trabalho: água potável encanada

Quantidade: 1 (um) conjunto

Observações:

- Instalar na tampa superior da cisterna intermediária
- Prever proteção para evitar contato de pequenos animais ou sujeira com o bocal separador

Referências de fornecedores:

- Wisy
- 3P Technick

FE-06 – CLORADOR FLUTUANTE

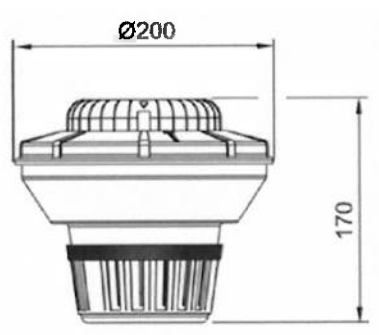
Função: Clorar a água captada para evitar o desenvolvimento de microorganismos.

Descrição: Clorador flutuante para utilização de tabletes de 200g

Capacidade: 600g

Material: plástico atóxico

Dimensões aproximadas:



Quantidade: 1 (uma) peça

Observações:

- Instalar dentro da cisterna intermediária

Referências de fornecedores:

- Genco
- Sodramar

FE-07 – FILTRO DE AREIA

Função: Diminuir a turbidez da água.

Descrição: Filtro de água com elemento filtrante de areia

Elemento filtrante: Areia quartzificada em diversas camadas com granulometrias diversas

Capacidade: 5000 litros/h

Conexões: para tubos de PVC de 1"

Montagem:



Quantidade: 1 (uma) peça

Acessórios:

- Difusor para distribuição de água
- Tampa para substituição do elemento filtrante

Observações:

- Prever by-pass para manutenção

Referências de fornecedores:

- Hidraulis
- Vid'água

FE-08 – FILTRO DE CARVÃO ATIVADO

Função: Decloração da água.

Descrição: Filtro de água com elemento filtrante de carvão ativado

Elemento filtrante: Carvão ativado com leito de pedriscos

Capacidade: 5000 litros/h

Conexões: para tubos de PVC de 1”

Quantidade: 1 (uma) peça

Acessórios:

- Difusor para distribuição de água
- Tampa para substituição do elemento filtrante

Observações:

- Prever by-pass para manutenção

Referências de fornecedores:

- Hidraulis
- Vid'água

FE-09 – BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO

Função: Pressurização da rede de distribuição da água de reuso.

Descrição: Bomba centrífuga de um estágio

Potência: 1/4CV

Rotação: 3500rpm (2 pólos)

Voltagem: Monofásico – 110/220V (60Hz)

Quantidade: 1 (uma) peça

Ponto de Operação:

- Vazão: 1,8m³/h
- Pressão: 15mca

Acessórios:

- Fluxostato

Observações:

- Isolamento acústico, de forma a não atrapalhar o funcionamento normal da Creche

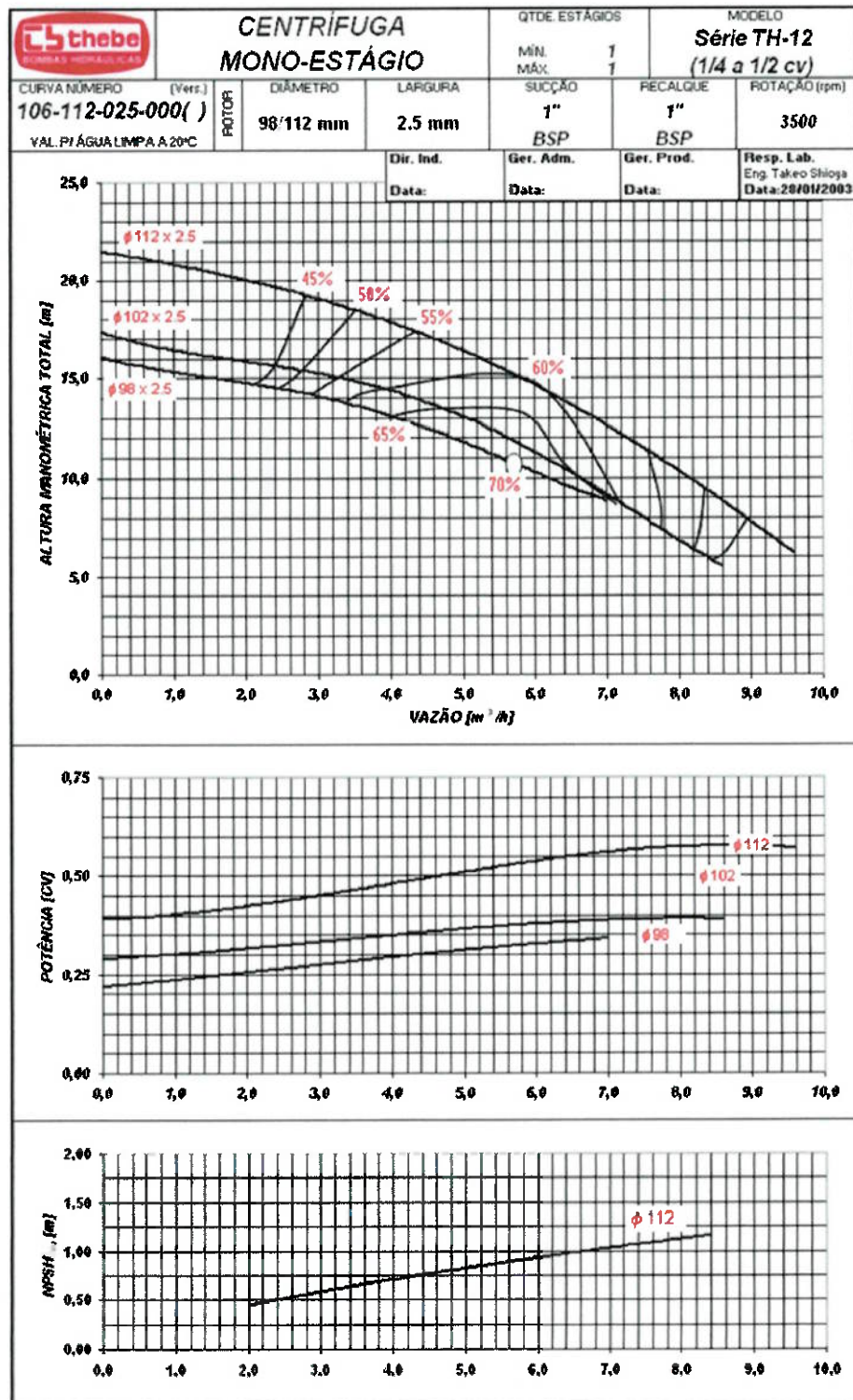
Referências de fornecedores:

- Thebe
- Dancor

ANEXOS

A-01	Curva da bomba Thebe
A-02	Catálogo – Kit de interligação automático Wisy
A-03	Catálogo – Bomba Dancor
A-04	Catálogo – Filtro Vortex Wisy
A-05	Catálogo – Sifão ladrão Wisy
A-06	Catálogo – Sifão ladrão 3P Technick
A-07	Catálogo – Clorador de passagem Hidraulis
A-08	Catálogo – Clorador flutuante Sodramar
A-09	Catálogo – Tablete tricloroisocianúrico 200g
A-10	Proposta comercial – Filtro de areia Vid'água
A-11	Proposta comercial – Filtro de carvão ativo Vid'água
A-12	Fluxograma – Sistema de “água de reuso”
A-13	Arranjo – Sistema de “água de reuso”
A-14	Tarifas SABESP

A-01 – CURVA DA BOMBA THEBE



***A-02 – CATÁLOGO – KIT DE INTERLIGAÇÃO
AUTOMÁTICO WISY***

KITS DE INTERLIGAÇÃO AUTOMÁTICA

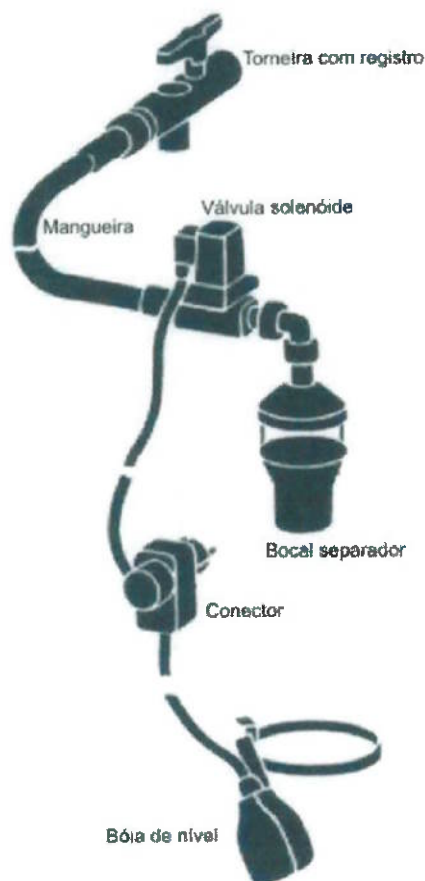
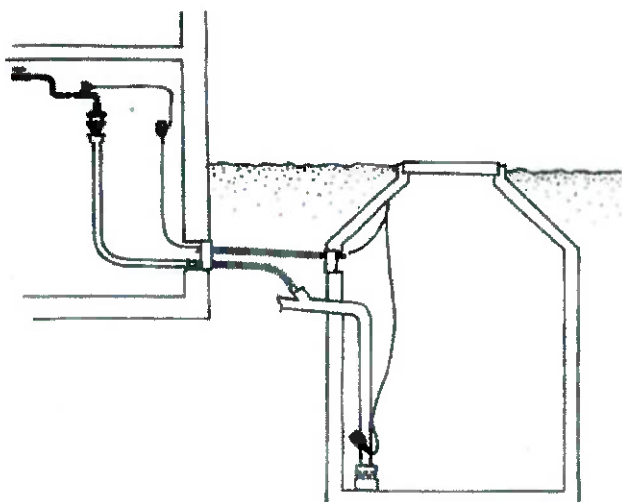
Abastecimento do reservatório por outra rede em estiagens prolongadas ou uso acima da capacidade

INTRODUÇÃO

Os kits de interligação da Wisy fazem, de forma automática, o abastecimento do reservatório de água de chuva em caso de estiagens prolongadas ou consumo acima da capacidade de captação. Uma bóia de nível detecta o baixo nível de água no reservatório e aciona uma válvula solenóide, que se abre permitindo a entrada de água da rede pública ou outra fonte de abastecimento, preenchendo o reservatório em um nível pré-determinado, geralmente 10% da capacidade do mesmo.

GERAL

- Os kits são compostos de torneira, mangueira, acionador de descarga (válvula solenóide), conector e bóia de nível;
- Bocal separador para evitar contato de água de chuva e água de rede opcional;
- Pode ser instalado tanto dentro como fora do reservatório;
- Fácil instalação, requer apenas ponto de água da rede e ponto de elétrica (para acionamento da bóia e da válvula solenóide);
- Bóia de nível eletrônica, sem risco de contaminação da água;
- Disponível em diversas bitolas para vazões de 2,64 m³/h até 34,92 m³/h;
- Qualidade Wisy e funcionamento absolutamente seguro.

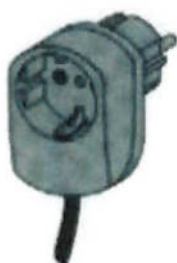


KITS DE INTERLIGAÇÃO AUTOMÁTICA

Abastecimento do reservatório por outra rede em estiagens prolongadas ou uso acima da capacidade

KIT DE INTERLIGAÇÃO AUTOMÁTICO – TW

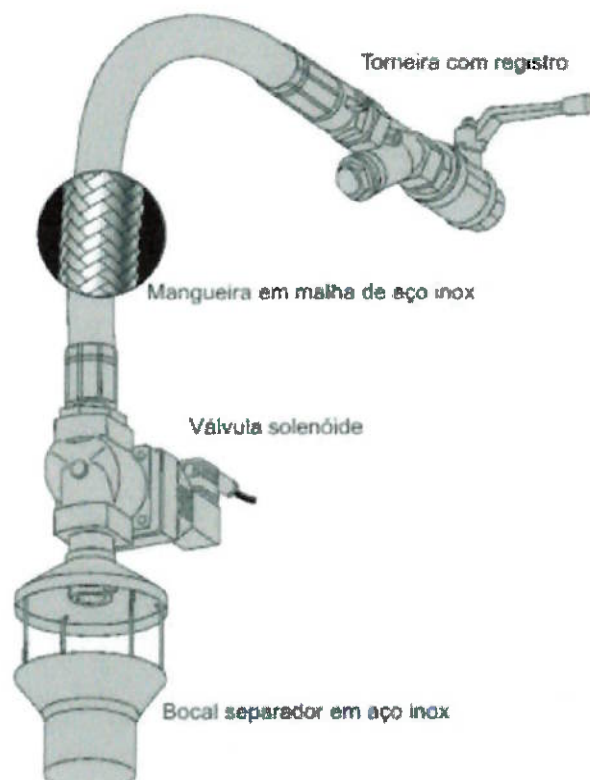
- Todos os componentes em contato com a água são de aço inox;
- Bocal separador evita contato entre água potável e água de chuva (de acordo com DIN 1988);
- Cabo de ligação entre a bóia de nível eletrônica e a válvula solenóide disponível nos comprimentos de 3, 10 e 20 m.



Conector (energia, válvula solenóide e bóia de nível)



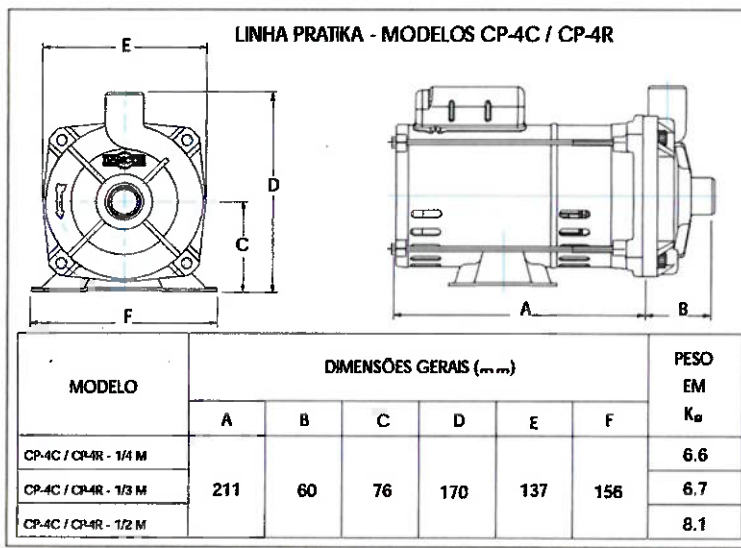
Bóia de nível eletrônica



Bítolas e Vazões

Bítola	Vazão m³/h	Comprimento Mangueira cm	Diâmetro Bocal mm
1/2 "	2,64	50	50
3/4 "	6,48	50	50
1 "	8,64	75	70
1 1/2 "	20,52	75	100
2 "	34,92	100	100

A-03 – CATÁLOGO – BOMBA DANCOR



A-04 – CATÁLOGO – FILTRO VORTEX WISY

Filtros Vortex (WFF)

Os filtros tipo Vortex da Wisy são instalados no ponto de união da tubulação que drena a água de chuva de diversos condutores verticais. Utilizam um princípio original de filtragem que garante alto rendimento, separando a água de chuva de impurezas como folhas, galhos, insetos e musgo, com mínima perda de água e baixa exigência de manutenção.

• Para áreas de telhado de até 200 m² (WFF 100), até 500 m² (WFF 150) e até 3.000 m² (WFF 300)

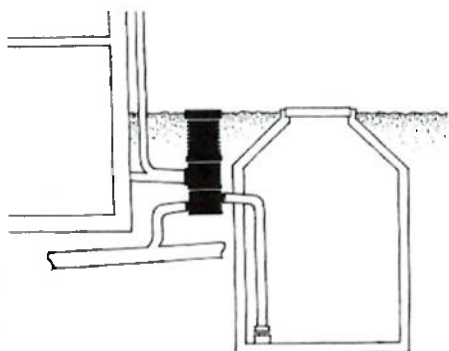
• Capta cerca de 90% da água

• Filtra partículas de até 0,28mm

• Qualidade superior, com fabricação em aço inox (elemento filtrante) e carcaça de polipropileno

• Não há redução da seção da tubulação, evitando entupimentos e garantindo operação segura o ano todo

• Instalação e manutenção extremamente fáceis



• Prolongador permite instalação a qualquer profundidade

• Tampa com capacidade de suportar cargas de até 60 toneladas (WFF 300)

• Conexões de entrada e saída giram livremente para se ajustarem a qualquer situação de instalação

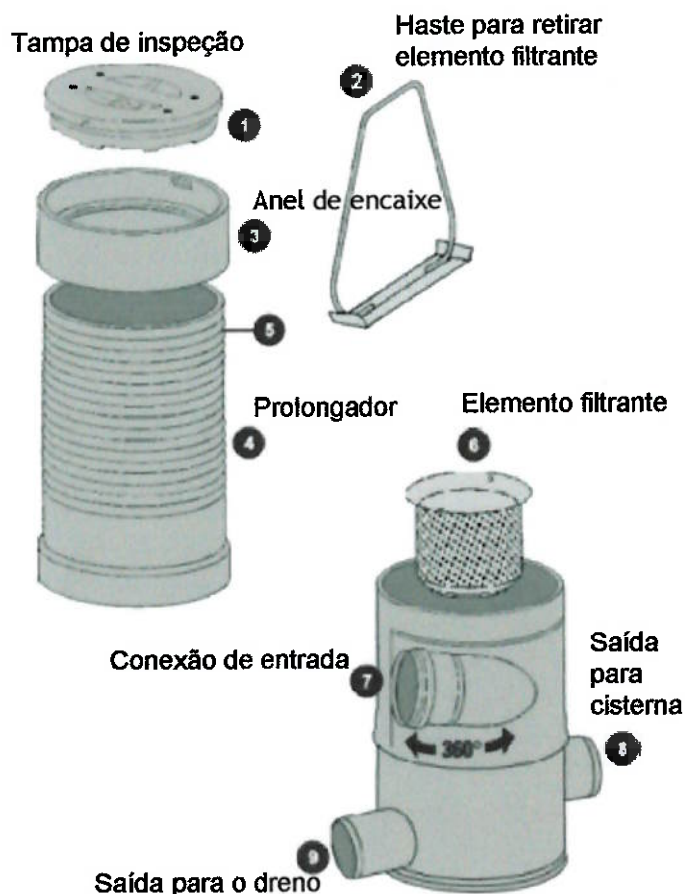
• Dispõe de inserção sega para interromper filtragem



Filtros Vortex (WFF)

WFF 100 e WFF 150

- Drenam, respectivamente, áreas de até 200 m² e até 500 m²
- Filtram partículas de até 0,28mm
- Diâmetro de entrada da tubulação e saída do dreno de 100mm (WFF 100) e 150mm (WFF 150)
- Diâmetro da saída para o reservatório de 100mm
- Tampa de inspeção com prolongador e capacidade para suportar carga de até 30 toneladas



A-05 – CATÁLOGO – SIFÃO LADRÃO WISY

ACESSÓRIOS

Complementos dos sistemas de aproveitamento de água de chuva

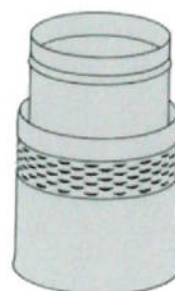
INTRODUÇÃO

Disponibilizamos uma ampla gama de acessórios produzidos pela Wisy e outras empresas, para complementar os sistemas de aproveitamento de água de chuva, tornando-os mais eficientes e seguros.

PRODUTOS

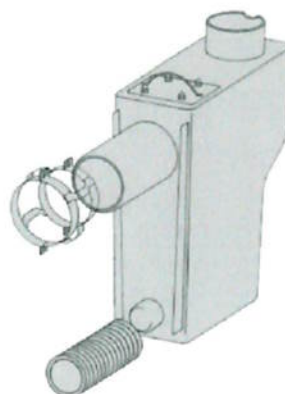
Freio d'água

- Reduz a velocidade da água que chega à cisterna, evitando o turbilhonamento e a suspensão de sólidos depositados no fundo da cisterna;
- Instalado no interior da cisterna, no final da tubulação de entrada de água de chuva;
- Totalmente em aço inox;
- Disponível para tubulação de 100mm.



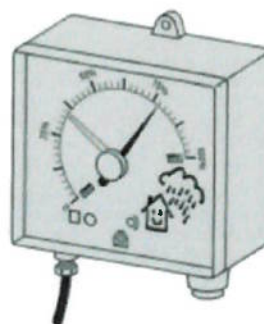
Multisifão ladrão

- Combina em uma só peça skimmer para remover sólidos da superfície da água, sifão para evitar retorno da água e de odores, e grade de proteção para evitar a entrada de roedores e insetos na cisterna;
- Para ser instalado no extravasor da cisterna;
- Qualidade excepcional: carcaça de ABS, partes metálicas em aço inox;
- Disponível para tubulação de 100mm.



Medidor de nível

- Medidor pneumático para medir o nível da água no interior da cisterna;
- Pode ser instalado em cisternas de qualquer volume, com altura entre 90 e 250cm;
- Um dispositivo colocado no interior da cisterna é conectado ao medidor externo, que faz a leitura da pressão da água, determinando seu volume percentualmente em relação ao tamanho do reservatório;
- Instalação simples, basta fazer a regulagem no momento da montagem;
- Inclui sensor e mangueira de 10m.



A-06 – CATÁLOGO – SIFÃO LADRÃO 3P TECHNICK



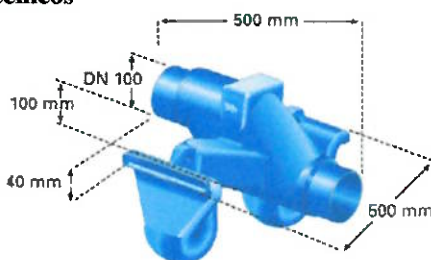
Retira impurezas da superfície da água, bloqueia cheiros da galeria pluvial e impede a entrada de roedores e outros animais.

3P Sifão Ladrão - Princípio de funcionamento

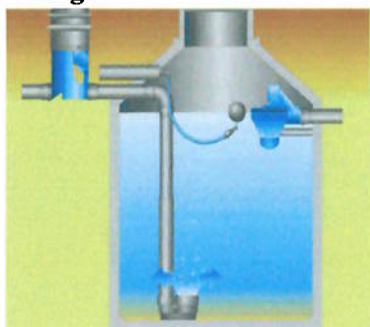


- 1) Quando o nível no tanque/na cisterna aumenta, a água de chuva passa pelas entradas do tipo skimmer do sifão e é descartada na galeria pluvial ou no sistema de infiltração, se houver. — Pequenas partículas, como pólen, eventualmente existentes na superfície da água, são, graças ao desenho das aberturas, aspiradas e eliminadas.
- 2) O volume d'água excedente é , junto com o pólen, descartada para fora do reservatório. Diâmetro da saída DN 100.
- 3) Selo hidráulico pelo efeito da sifonagem.
- 4) Proteção contra a invasão de roedores (sobretudo ratazanas!) pelo desenho estreito das saídas aspirantes.

3P Sifão Ladrão - Dados Técnicos

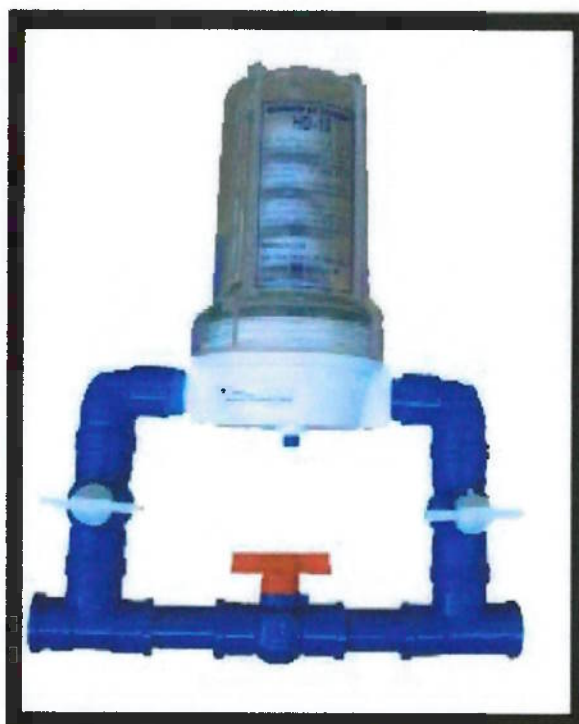


3P Sifão Ladrão - Opções de Montagem



Retirado da web (www.agua-de-chuva.com)

A-07 – CATÁLOGO – CLORADOR DE PASSAGEM HIDRAULIS



DOSADOR DE PASTILHAS HD204 (PASTILHAS 200g)

**Capacidade de clorar até 7 m³ / hora com tubo transparente
para visualização do consumo das pastilhas.**

Dosador de cloro , cúpula em acrílico transparente para visualização das pastilhas, vazão de até 7m³/hora, com válvula de despressurização.
Acompanha: aparelho comparador de bolso p/ determinação do índice de cloro ideal para consumo.

Retirado da web (<http://www.hidraulis.com.br/produtos/dosador204.htm>)

***A-08 – CATÁLOGO – CLORADOR FLUTUANTE
SODRAMAR***

CLORADOR FLUTUANTE

SODRAMAR
Produtos de alto padrão

INTRODUÇÃO

O clorador flutuante Sodramar é um acessório versátil que tem a função de facilitar o tratamento químico da água com a dissolução controlada de cloro em tabletes, otimizando a limpeza e a eficácia na homogeneização do produto em toda água da piscina.

ATENÇÃO

Este acessório foi projetado para trabalhar exclusivamente com cloro estabilizado (TABLETES)

Qualquer produto ou mistura diferente da especificada, poderá causar uma reação química inflamável no interior do compartimento (explosão), com risco de acidentes graves.

Antes de iniciar a instalação leia as especificações técnicas, restrições e precauções que deverão ser respeitadas. Não instale ou opere este aparelho em desconformidade com as instruções contidas no manual e gravações do produto.

PRECAUÇÕES

O clorador flutuante não é brinquedo, portanto não permita que crianças manuseiem este aparelho ou utilizem como objeto de diversão.

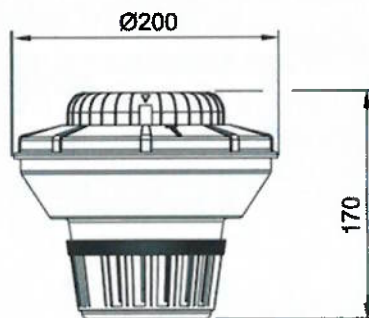
Antes de abrir o clorador retorne a água clorada do seu interior novamente para piscina, abrindo totalmente o seletor e não aproxime dos olhos, nariz e roupa. Sempre utilize luvas para manusear o aparelho.

DADOS TÉCNICOS

Carga máxima - 600g

Dimensionamento - 200g de cloro para cada 30m³ de água.

A vida útil para troca dos tabletes varia de acordo com o fabricante dos mesmos.



CONTROLE QUÍMICO DA ÁGUA

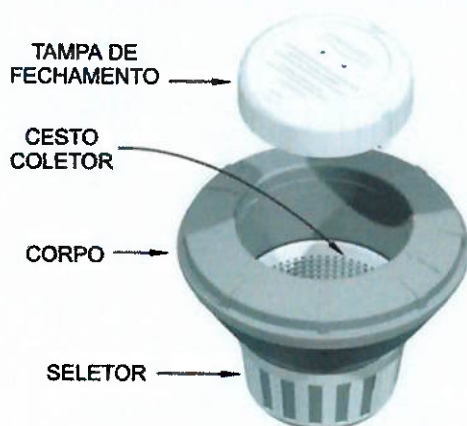
pH	Cloro	Alcalinidade	Dureza da água
7.4 a 7.6	1.0 a 2,0 (ppm)	80 a 100 (ppm)	175 a 225 (ppm)

INSTRUÇÕES DE USO

1



IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO



TAMPA DE FECHAMENTO – Deverá ser retirada apenas para abastecimento do clorador e fechada em seguida de forma segura.

CESTO COLETOR – Evita que grânulos maiores de cloro dispersados do tablete ataquem o revestimento da piscina.

CORPO – Responsável pela flutuação do conjunto.

SELETOR – Responsável pela regulação da quantidade de cloro a ser liberado para piscina.

REGULAGEM DO SELETOR



MODO DE USAR

- 1- Abra a tampa de fechamento do clorador girando-a no sentido anti-horário até o fim.
- 2 - Abasteça o clorador na dosagem adequada para o volume da sua piscina (até 90m³ máx. 600g).
- 3 - Regular o seletor no nível 3 na base do clorador.
- 4 - Feche a tampa girando-a no sentido horário até fim, e ponha-o para flutuar na água.
- 5- Analise o residual de cloro mantendo-o entre 1.0 e 2.0 (ppm) conforme na tabela, utilize a regulação do seletor para aumentar ou diminuir a liberação de cloro para piscina.



A-09 – CATÁLOGO – TABLETE TRICLOROISOCIANÚRICO 200G



ALBASOL 90/200

Produto especializado para o tratamento de água de piscinas

Produto número: P09100301, P09100305, P09100325, P09100350

Composto em pastilhas de 200 g de tricloroisocianúrico de dissolução lenta, estabilizado, com um teor mínimo em cloro activo em 90%

Dosagem e modo de emprego

Antes de utilizar o ALBASOL 90/200, deve ajustar o valor pH entre 7,2 a 7,6 com os produtos ALBASOL PLUS ou MINUS, caso o pH seja inferior a 7,2 ou superior a 7,6.

Tratamento inicial

Para o tratamento inicial deve-se utilizar o ALBASOL 60/G (granulado de dissolução rápida).

Tratamento de manutenção

Aplicação de uma pastilha para cada 25 m³ de água da piscina, dependendo da temperatura da água, do número de utilizadores e do local da aplicação. Esta dosagem é suficiente durante um período de 7 a 10 dias, a uma temperatura de 22°C quando aplicado o ALBASOL 90/200, num doseador/flutuador ou no skimmer.

NOTA

O ALBASOL 90/200 pode ser aplicado manualmente num doseador/flutuador, assim como no skimmer, ou ainda num doseador próprio para o efeito.

Riscos e precauções

Favorece a inflamação de matérias combustíveis. Nocivo por ingestão. Em contacto com ácidos liberta gases tóxicos. Irritante para os olhos e vias respiratórias. Manter fora do alcance das crianças. Manter o recipiente ao abrigo da humidade. Em caso de contacto com os olhos lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista. Em caso de incêndio e/ou explosão, não respirar os fumos. Em caso de ingestão consultar imediatamente o médico e mostrar-lhe a embalagem e o rótulo.

Atenção! Não utilizar com outros produtos, o que poderia provocar a libertação de gases perigosos (cloro). Deve ser evitado o contato com as superfícies de piscinas pré-fabricadas em poliéster. Para mais informações consultar a respectiva ficha de segurança.

***A-10 – PROPOSTA COMERCIAL – FILTRO DE AREIA
VID'ÁGUA***



São Paulo, 25 de Novembro de 2005

Para
Toutatis
A/C. Sr. Thiago Portes
Tel: 6225-2924
E-mail toutatis@toutatis.com.br

Orçamento No 2611/05

Ref. Equipamento para tratamento de água.

Temos a satisfação de submeter à sua apreciação nosso filtro VA 5.000 com capacidade de filtrar até 5.000 l/h.

No processo de filtragem a água passa através de um leito filtrante que é formado por vários materiais, colocados em camadas sobrepostas, conforme o tipo de água a ser purificada.

Composição do Leito Filtrante

Várias camadas de Areia quartzificada, retém partículas sólidas em suspensão.

Após a passagem pelos meios filtrantes acima descritos obtém-se uma água de primeira qualidade que pode se constatar através de análises físico-químico e bacteriológico, caso haja interesse pelo cliente.

A substituição do leito filtrante se dará em média a cada 12 meses. A Vid'Agua entrará em contato na ocasião da reposição.

1- Proposta técnica

Um filtro com corpo de aço carbono SAE 1010/20 com leito de quartzito.

Constituído basicamente por: Dispositivo para distribuição de água (difusor).

Bocal de descarga para substituição do leito filtrante.

Painel operacional composto de tubulação e conexões em PVC com diâmetro de 1 1/4".

Manômetro para leitura de pressão com escala em kgf/cm² e em psi.

Registros tipo esfera de fecho rápido em latão, tipo rosca c/ passagem livre de 1 1/4".

Pressão de teste 4 kg/cm², pressão de trabalho 2 kg/cm².

Sistema de **retrolavagem** e **enxágüe**, não permite a passagem de água suja após a **retrolavagem**.

Área necessária para a instalação 0,5 x 0,5 x 1,5 m.

A limpeza do filtro deverá ser feita com 2,5 vezes à vazão de operação.

2) Proposta comercial:

Valor do filtro modelo VA 5000 R\$ 2.300,00 (Dois Mil e Trezentos Reais).

IPI ICMS isento conforme lei 8191 de 11/06/91

2.1 Condições de pagamento: 50% no pedido e o saldo após entrega e instalação.

2.2 Prazo de entrega do equipamento 15 dias úteis.

2.3 Validade deste orçamento 10 dias dd.

2.4 Garantias: 01 ano para o filtro e 03 meses para válvulas e conexões em caso de defeito o equipamento deverá ser enviando para nossa empresa.

Atenciosamente,

Alfonso Cobos Barco

***A-11 – PROPOSTA COMERCIAL – FILTRO DE CARVÃO
ATIVO VID'ÁGUA***

São Paulo, 25 Novembro de 2005

Para
Toutatis
A/C Sr. Thiago Portes
Tel. 6225-2924
E-mail toutatis@toutatis.com.br

Orçamento No 2511/2005

Ref. Equipamento para tratamento de água.

Temos a satisfação de submeter à sua apreciação nosso decolorador de vazão de 5000 l/h. No processo de adsorção o carvão ativo retém as moléculas de materiais orgânicos, cloro, cor e odor.

Composição do Leito Filtrante

Camada suporte de pedrisco e leito de carvão ativo.

Após a passagem pelos meios adsorventes do carvão ativo obtém-se uma água isenta de cor, odor, matéria orgânica e cloro.

A substituição do leito filtrante se dará em média a cada 12 meses. A Vid'Agua entrará em contato na ocasião da reposição.

1- Proposta técnica

Decolorador com corpo de aço carbono SAE 1010/20 com leito de pedrisco e carvão ativo. Constituído basicamente por: Dispositivo para distribuição de água (difusor).

Bocal de descarga para substituição do leito filtrante.

Painel operacional composto de tubulação e conexões em PVC com diâmetro de 1 1/4".

Manômetro para leitura de pressão com escala em kgf/cm² e em psi.

Registros tipo esfera de fecho rápido em latão, tipo rosca c/ passagem livre de 1 1/4".

Pressão de teste **4 kg/cm²**, pressão de trabalho **2 kg/cm²**.

Sistema de **retrolavagem e enxágüe**, não permite a passagem de água suja após a **retrolavagem**.

Obs: a velocidade de **retrolavagem** deve ser a metade da velocidade de filtração.

Área necessária para a instalação 0,5 x 0,5 x 1,5 m

2- Proposta comercial:

Decolorador para 5000 l/h diâmetro 513 x 1300 mm – Aço Carbono SAE 1010/20

Valor do decolorador em R\$ 3.700,00 (Três Mil e Setecentos Reais)

IPI ICMS isento conforme lei 8191 de 11/06/91

2.1 Condições de pagamento: 50 % no pedido e o saldo após entrega e instalação.

2.2 Prazo de entrega do equipamento 15 dias úteis.

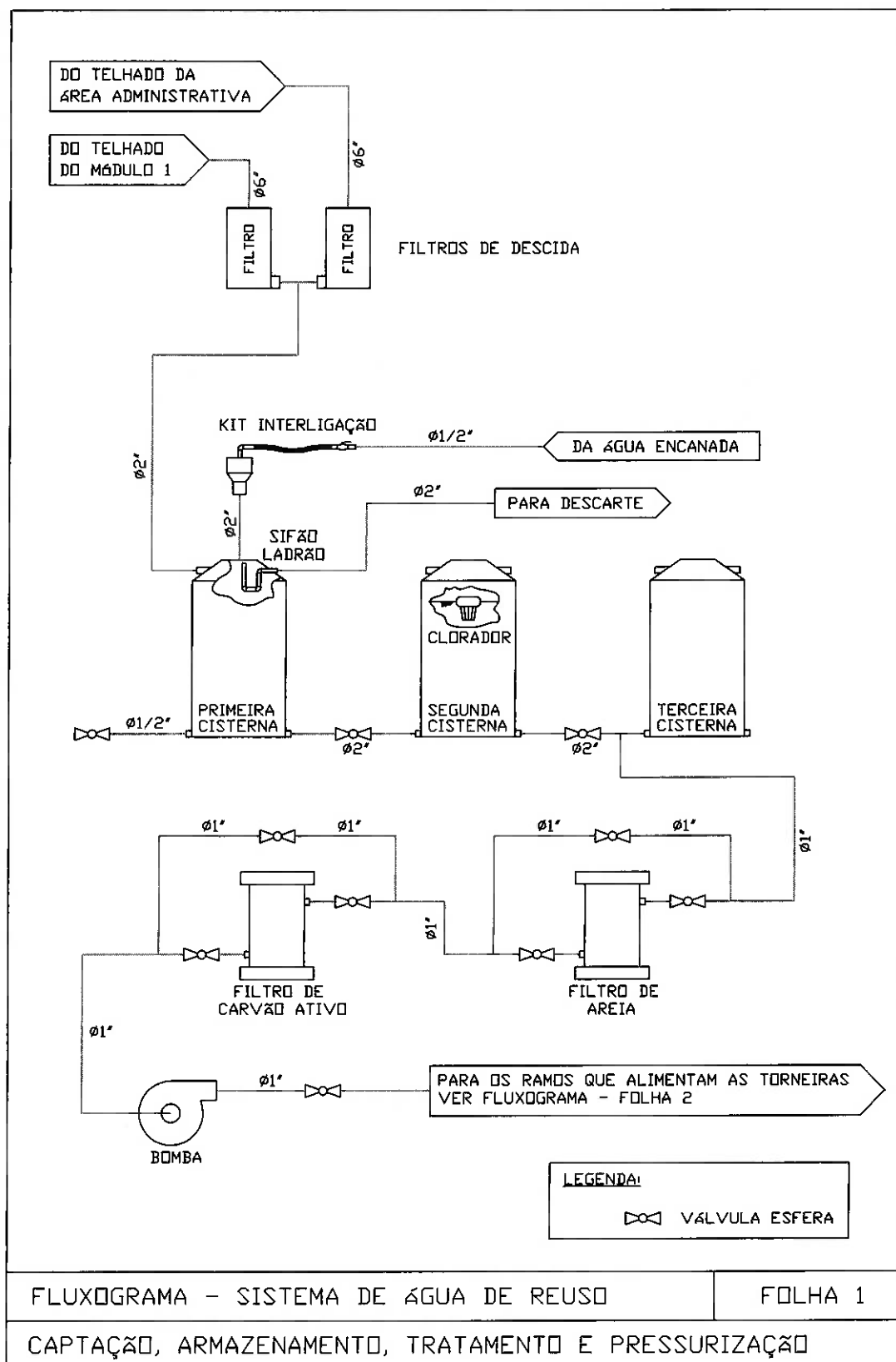
2.3 Validade deste orçamento 10 dias dias.

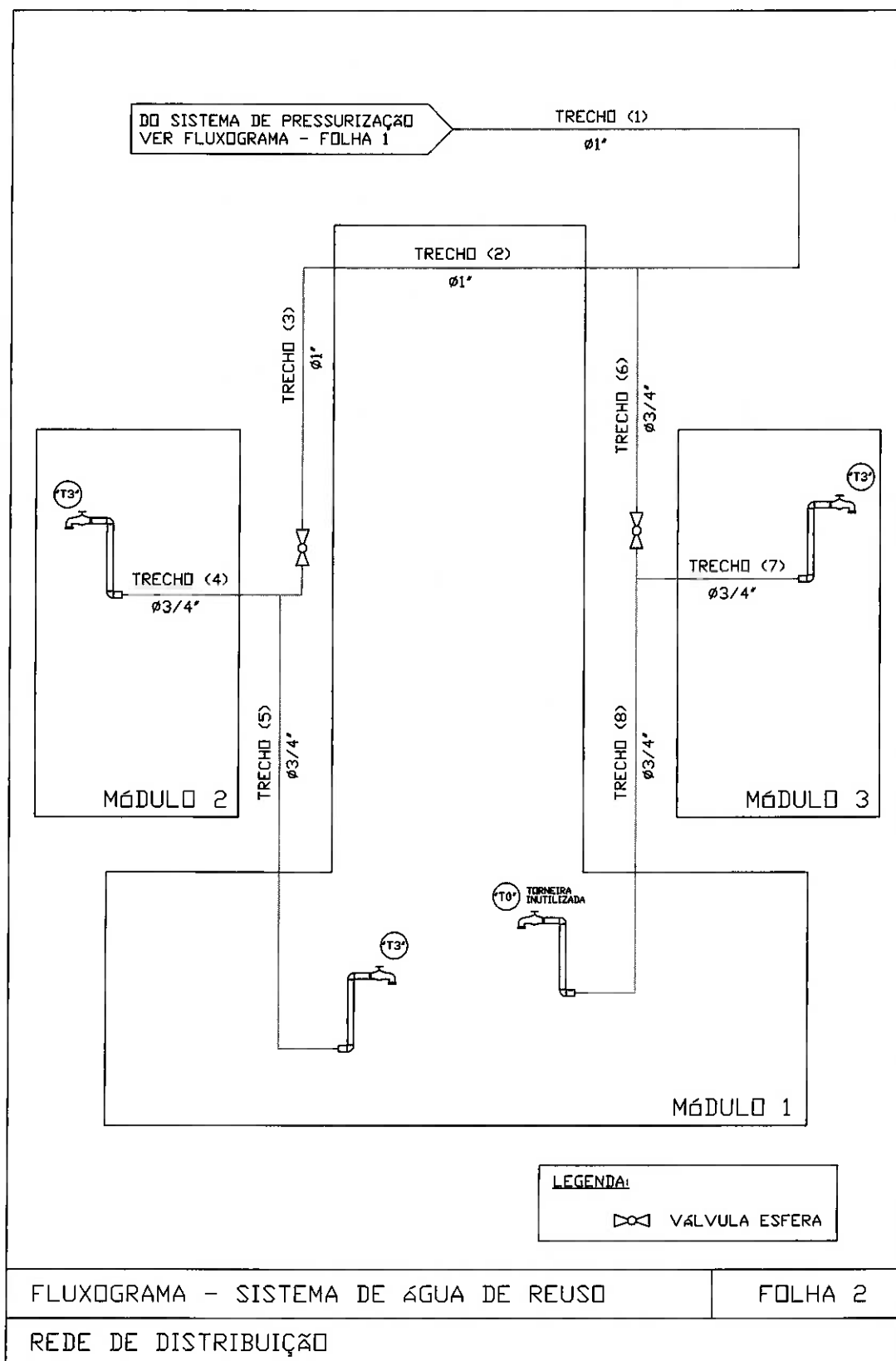
2.4 Garantias: 01 ano para o filtro e 03 meses para válvulas e conexões em caso de defeito o equipamento deverá ser enviando para nossa empresa.

Atenciosamente,

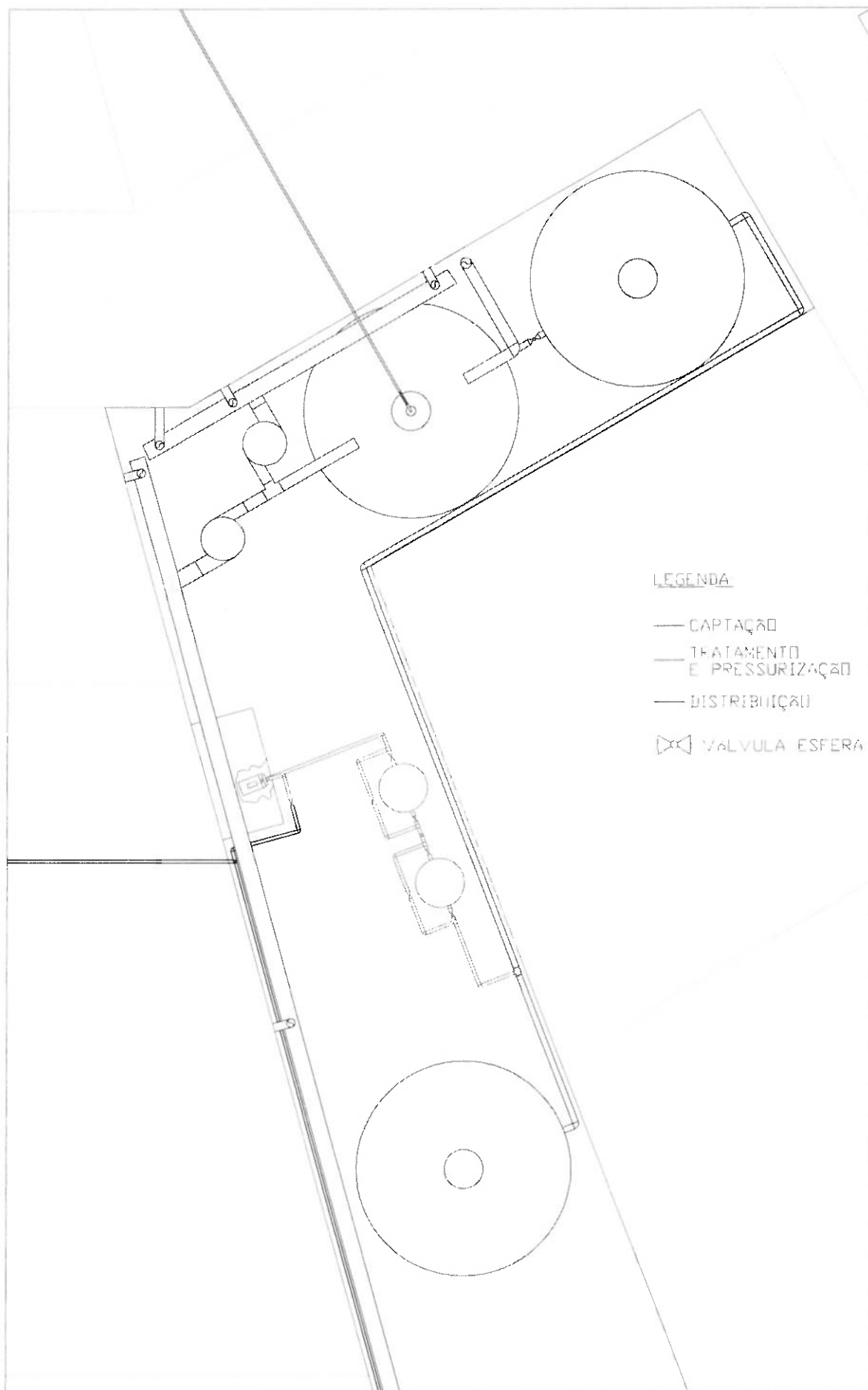
Alfonso Cobos Barco

A-12 – FLUXOGRAMA – SISTEMA DE “ÁGUA DE REUSO”





A-13 – ARRANJO – SISTEMA DE “ÁGUA DE REUSO”



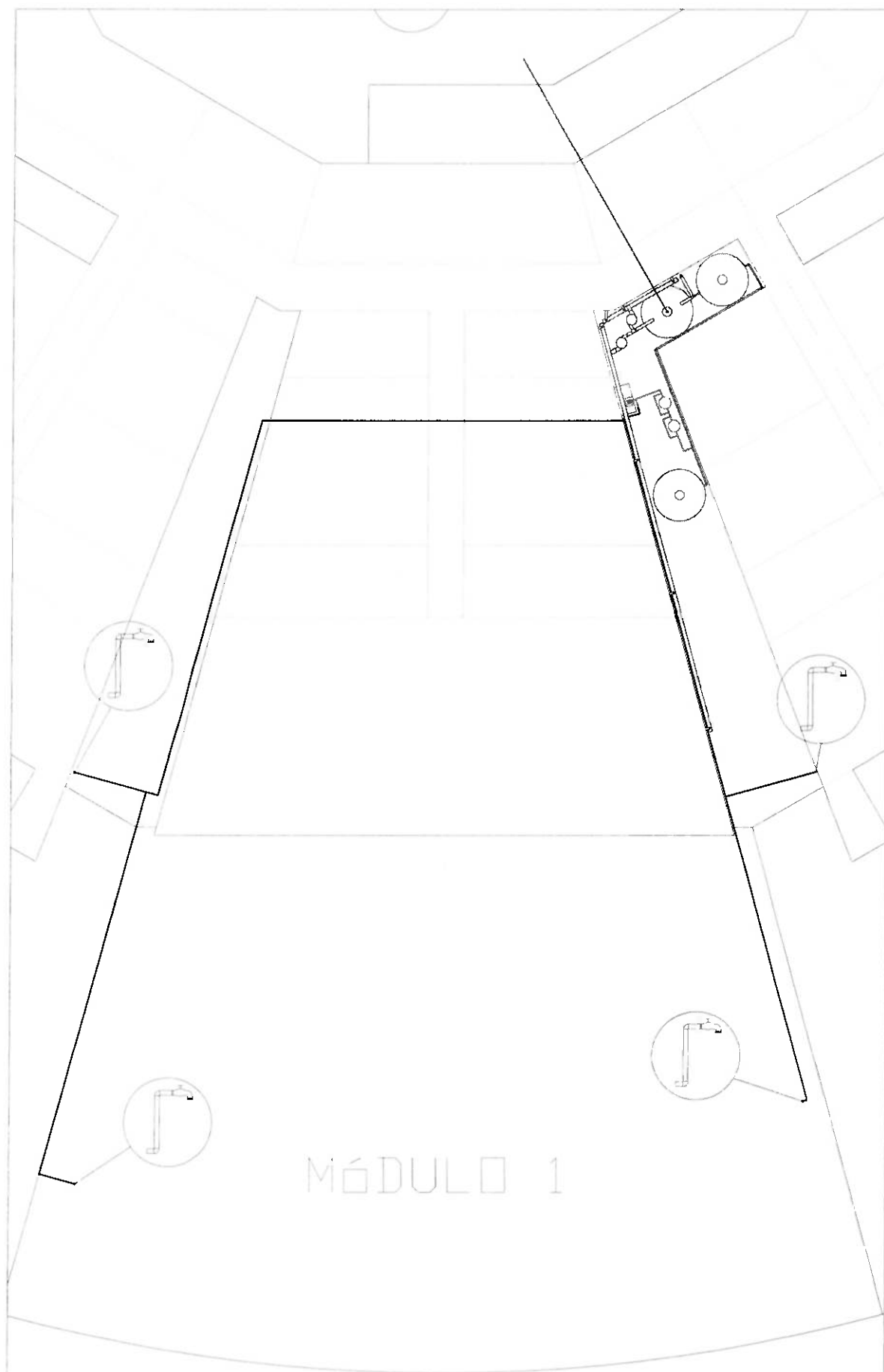
LEGENDA

- CAPTAÇÃO
- TRATAMENTO E PRESSURIZAÇÃO
- DISTRIBUIÇÃO
- ⊗ VALVULA ESFERA

ARRANJO - SISTEMA AGUA DE REUSO

FOLHA 1

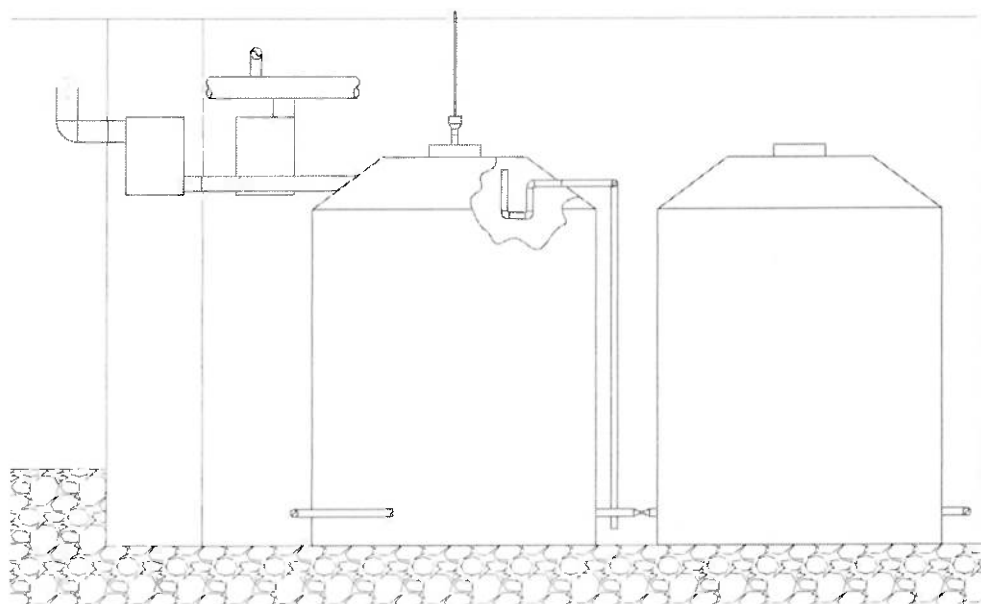
CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO, TRATAMENTO E PRESSURIZAÇÃO



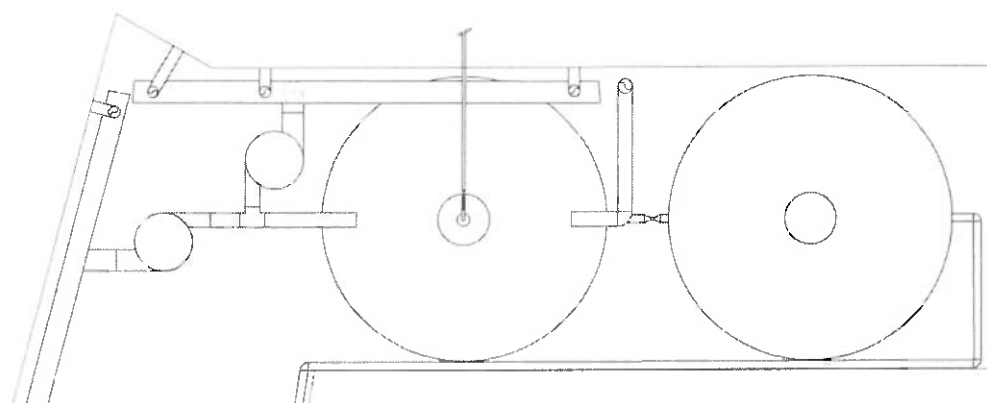
ARRANJO - SISTEMA ÁGUA DE REUSO

FOLHA 2

DISTRIBUIÇÃO



ELEVAÇÃO

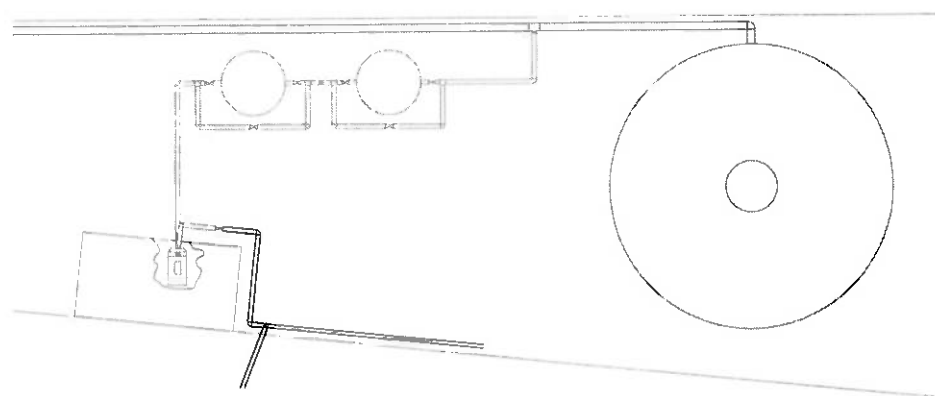


PLANTA

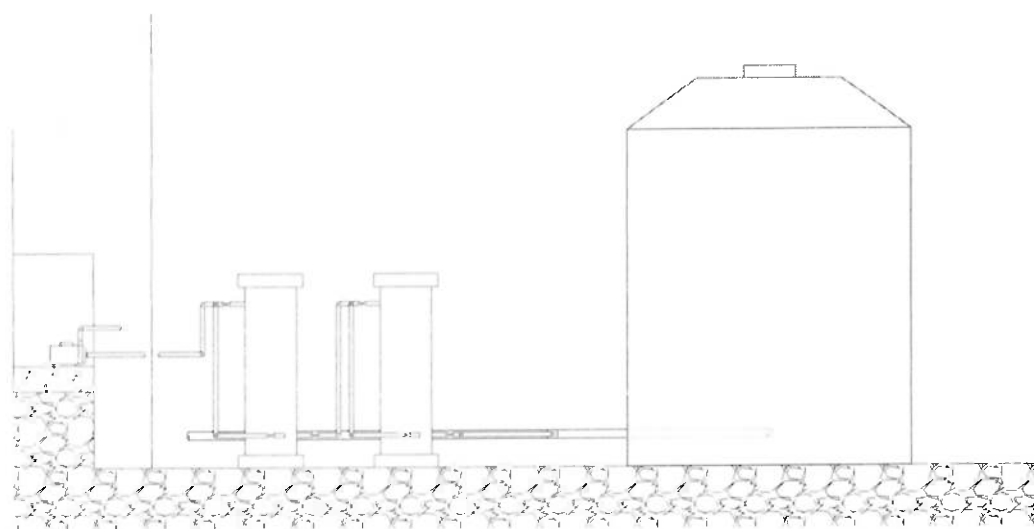
ARRANJO - SISTEMA AGUA DE REUSO

FOLHA 3

DETALHE 1 - FILTROS DE DESCIDA E CISTERNAS 1 E 2



PLANTA



ELEVACÃO

A-14 – TARIFAS SABESP

Tarifas dos serviços de fornecimento de água e coleta de esgotos:

Classes de consumo m ³ /mês	Tarifas de água - R\$	Tarifas de esgoto - R\$
Residencial / Social (i)		
0 a 10	3,79 / mês	3,79 / mês
11 a 20	0,66 / m ³	0,66 / m ³
21 a 30	2,31 / m ³	2,31 / m ³
31 a 50	3,30 / m ³	3,30 / m ³
acima de 50	3,65 / m ³	3,65 / m ³
Residencial / Favelas		
0 a 10	2,90 / mês	2,90 / mês
11 a 20	0,33 / m ³	0,33 / m ³
21 a 30	1,09 / m ³	1,09 / m ³
31 a 50	3,30 / m ³	3,30 / m ³
acima de 50	3,65 / m ³	3,65 / m ³
Residencial / Normal		
0 a 10	11,19 / mês	11,19 / mês
11 a 20	1,74 / m ³	1,74 / m ³
21 a 50	4,36 / m ³	4,36 / m ³
acima de 50	4,81 / m ³	4,81 / m ³
Comercial / Entidade de Assistência Social (ii)		
0 a 10	11,23 / mês	11,23 / mês
11 a 20	2,19 / m ³	2,19 / m ³
21 a 50	4,22 / m ³	4,22 / m ³
acima de 50	4,37 / m ³	4,37 / m ³
Comercial / Normal		
0 a 10	22,44 / mês	22,44 / mês
11 a 20	4,36 / m ³	4,36 / m ³
21 a 50	8,41 / m ³	8,41 / m ³
acima de 50	8,75 / m ³	8,75 / m ³
Industrial		
0 a 10	22,44 / mês	22,44 / mês
11 a 20	4,36 / m ³	4,36 / m ³
21 a 50	8,41 / m ³	8,41 / m ³
acima de 50	8,75 / m ³	8,75 / m ³
Pública com Contrato (ii)		
0 a 10	16,83 / mês	16,83 / mês
11 a 20	3,27 / m ³	3,27 / m ³
21 a 50	6,31 / m ³	6,31 / m ³
acima de 50	6,56 / m ³	6,56 / m ³
Pública sem Contrato		
0 a 10	22,44 / mês	22,44 / mês
11 a 20	4,36 / m ³	4,36 / m ³
21 a 50	8,41 / m ³	8,41 / m ³
acima de 50	8,75 / m ³	8,75 / m ³