

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO **USP**  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS **EESC**  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO **SHS**

## **TRABALHO DE MONOGRAFIA**

*disciplina de Saneamento e Meio Ambiente para Arquitetura*  
professor Tadeu Malheiros

Camila Bueno  
Natália Penna  
Nathalya Perissinotto  
Paulo Pinheiro  
Tatiane Mitsuhara

São Carlos, Junho de 2012.

## **Estrutura Geral**

**Projeto** Sistema de captação de águas pluviais e sua utilização para abastecimento interno de residências;

**Foco** Captação da água pluvial em residenciais;

**Contexto** Cidade de São Carlos (Legislações municipais vigentes que dizem respeito à captação; exemplo de aplicação do sistema em projetos construídos; tipos de sistemas utilizáveis);

**Metodologia** Levantamento de dados e documentos com respeito a leis municipais e regras de conduta ditadas pelo Serviço Anônimo de Água e Esgoto (SAAE) necessitando, para tanto, visitas tanto à prefeitura municipal, quanto ao edifício administrativo do SAAE; levantamento de dados relacionados com o estudo de caso, realizando visitas à campo e recolhendo os documentos necessários para se estudar o projeto, como plantas e cortes arquitetônicas, hidráulicas e hidro-sanitárias; recolhimento das informações necessárias para o cálculo do dimensionamento de reservatórios - já em fase de projeto; estudos com base em livros, teses e revistas, sobre tipos de sistemas de captação de água;

**Coleta de dados** SAAE; Prefeitura Municipal;  
Biblioteca (livros; teses; revistas; internet);  
Documentos: Plantas e projetos para estudo de caso;  
Estudos: Sistemas de captação;

**Estudo de caso** Bloco E do Alojamento, Campus I da USP, São Carlos – SP.

## **Índice**

<b>Introdução/Contexto</b>	4
<b>Capítulo 1</b> A Cidade	6
<b>Capítulo 2</b> O Sistema	8
<b>Capítulo 3</b> Implantação do Sistema: ganhos e custos	14
<b>Capítulo 4</b> Conclusão	25
<b>Bibliografia</b>	26

## Introdução/Contexto

Estudiosos do mundo inteiro advertem a possibilidade da crise do século XXI ter a água como centro, ocasionado pelo aumento do consumo e pela deterioração de mananciais devido ao crescimento, muitas vezes sem planejamento, das áreas urbanizadas. O desenvolvimento urbano brasileiro não foge a essa regra, produzindo um aumento expressivo da frequência de inundações, da produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água. As ações públicas atuais estão voltadas indevidamente a medidas estruturais com visão pontual, assim como a população, que espera que essas medidas solucionem inteiramente os problemas citados. O prejuízo acaba sendo dobrado, uma vez que o problema não é resolvido apesar do alto consumo de recursos públicos. (TUCCI, 1999)

O processo de urbanização modifica severamente a cobertura vegetal das bacias hidrográficas, que alteradas por pavimentação impermeável geram alterações no ciclo hidrológico natural. O Brasil possui 11,6% do total de água doce disponível para consumo humano da terra, dos quais 70% estão localizadas na bacia amazônica (SABESP,2011), evidenciando que o problema brasileiro não é a escassez, mas sim a gestão deste recurso, que se mostra ineficiente nas esferas pública e privada, assim como sociedade civil (GORSKI, 2010).

Um estudo desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul constatou que as descargas de vasos sanitários correspondem a quase um terço do consumo residencial de água, evidenciando um consumo ineficiente da água nas casas brasileiras. Somada a outros desperdícios domésticos a questão do uso da água torna-se crítico num cenário onde regiões do planeta já sofrem com a falta dela. Este trabalho versa sobre um estudo de caso na cidade de São Carlos, tendo os olhares voltados ao conjunto habitacional estudantil localizado no campus I da USP São Carlos, elaborando propostas que busquem a melhora da eficiência do uso da água em residências construídas através do projeto de um sistema captação e direcionamento de águas pluviais para fins úteis, possibilitando a redução da demanda de água potável nas edificações.

A captação de água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Austrália e a Alemanha, onde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo - benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens como a redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma, evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc, os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria de telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de 2 anos e meio, ecologicamente e financeiramente evita desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância em nosso telhado, ajuda a conter as enchentes, represando parte da água da chuva que teria de ser drenada para galerias e rios (algo atualmente exigido na cidade de São Paulo pela Lei das Piscininhas em construções com área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup>), encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade. Observa-se então várias vertentes do desenvolvimento sustentável como por exemplo o econômico pela redução nos gastos com água, o social pela redução de enchentes pela diminuição da água no solo e ambiental pelo aumento da infiltração de água no sub-solo.



Figura 1: Analogia do volume de água no planeta com o de um reservatório de 1.000 litros (MANO, 2004, p.25)

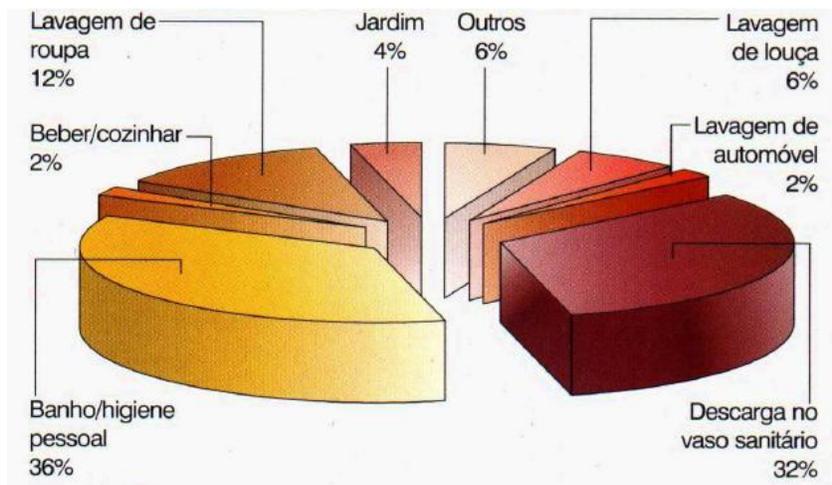


Figura 2: Uso doméstico da água em Porto Alegre (UFRGS, 1998 apud MANO, 2004, p.78)

As redes urbanas brasileiras vêm apresentando desde a década de 1980 uma mudança significativa na sua configuração, demonstrando uma mudança na tendência de concentração da população nos grandes centros urbanos, seguido por uma redução no crescimento habitacional da população brasileira. Neste cenário as cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes têm apresentado as taxas de crescimento populacional mais significativa, fenômeno que ocorre não somente no estado de São Paulo, mas também em outras regiões do país. As cidades médias, compreendidas entre 100 mil a 500 mil habitantes, eram 21 em 1970 no estado de São Paulo, passando para 66 em 2010, totalizando 32,3% da população paulista como indicado pelo Censo 2010. Excluindo-se aquelas que se localizam em regiões metropolitanas, as cidades médias representam em grande parte um papel singular na rede urbana paulista, com relevância no cenário nacional e em alguns casos, internacional, no qual São Carlos tem um papel ativo.

Conhecida atualmente como “Capital da Tecnologia” a cidade de São Carlos se destaca pela presença significativa de instituições de ensino e pesquisa que agregam 78 cursos de graduação, 48 programas de pós-graduação, além de duas unidades da Embrapa, faculdades particulares, escolas técnicas e dois parques tecnológicos, duas incubadoras de empresas e mais de 200 empresas de base tecnológica. Desde a elaboração do Plano Diretor aprovado em 2005, vem se consolidando o perfil do Município como reconhecido centro universitário de desenvolvimento do conhecimento e da pesquisa. No âmbito da rede urbana paulista, o município de São Carlos faz parte de um dos eixos dinamizados pela força propulsora das Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Campinas, consolidando o vetor noroeste-norte através da estrutura rodoviária formada pelas rodovias Anhanguera, Bandeirantes e Washington Luiz.

O município de São Carlos encontra-se em área de transição entre o Cerrado paulista e a Floresta Estacional Semidecidual (Associado a Mata Atlântica), uma área de acentuada relevância em termos da proteção à biodiversidade, em que se verificam diversas espécies da flora e fauna em extinção, além de outros atributos ambientais significativos. A existência de outras áreas prioritárias próximas ao município reforça a necessidade do estabelecimento de diretrizes para a ocupação do território que contribuam para a compatibilização das políticas ambientais de preservação e de desenvolvimento territorial urbano. Outro aspecto relevante associado às condições ambientais do território do município de São Carlos remete à gestão dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, cuja revisão do Plano de Bacias, elaborado em 2008, reforça a necessidade de planejamento da urbanização do território com vistas à incorporação de diretrizes de uso e ocupação que observem as características ambientais do território, especialmente no que diz respeito à formação e intensificação de processos erosivos, de assoreamento dos corpos d'água e à compatibilização da urbanização (e dos demais usos do solo), com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

O sistema de abastecimento público de água em São Carlos manteve-se dentro das mesmas características gerais identificadas na oportunidade da construção do diagnóstico do Plano Diretor de 2005, quando foi identificado que a captação manteve-se por meio de mananciais superficiais e subterrâneos em igual proporção, porém, a pretendida interligação do sistema de abastecimento atingiu 50% das unidades de reservatórios, faltando, ainda, importantes conexões a serem realizadas. Tendo em vista a importância da preservação dos mananciais superficiais responsáveis por 50% do abastecimento público, o Plano Diretor de 2005 estabeleceu um conjunto de zonas submetidas a diretrizes e exigências capazes de controlar a expansão e o uso do solo urbano prejudicial à

qualidade dos recursos hídricos das duas bacias de captação de águas superficiais: Monjolinho e Feijão. Tendo em vista a peculiaridade da localização da mancha urbana de São Carlos nas regiões de maior altitude do município, um sítio geográfico com profusão de nascentes, a política de aproveitamento dos recursos hídricos requer o desenvolvimento de estratégias adequadas, impondo um desafio para o abastecimento público de água, mas principalmente, para o esgotamento sanitário. Embora ainda incompleto, o tratamento de efluentes do sistema de esgotamento sanitário, operado a cerca de três anos na ETE Monjolinho, já responde por 85% do total de efluentes, demandando intervenções e conexões na região da Cidade Aracy para completar a totalidade de atendimento na cidade de São Carlos.

O sistema de distribuição da rede ainda não se encontra totalmente interligado, de tal modo que, a falta de água em alguns setores não encontra resposta de suprimento de forma direta. Na ampliação de poços e reservatórios foi priorizada a região da Vila Nery, uma vez que se encontra em ponto alto de área urbanizada, facilitando a distribuição por gravidade.

Sustentabilidade e racionamento são as iniciativas que mais condizem com o contexto em que vivemos no mundo de hoje, e a água neste cenário pode ser tomada como o personagem mais importante em matéria de conservação e preservação. Por isso a importância de projetos como o apresentado nesta monografia, no qual utilizamos uma água que nos vem gratuitamente com o intuito de racionar aquela pela qual pagamos, que é potável e a responsável por nossa vivência, e que infelizmente, devido à sua má gestão que vem de séculos, nos damos conta hoje que está por esgotar.

Apesar do claro intuito benfeitor que vem agregado ao aproveitamento de águas pluviais, a instalação do sistema em áreas urbanas muitas vezes pode trazer complicações, principalmente quando essa água é aproveitada para fins não-potáveis, como no abastecimento de bacias sanitárias. Nestes casos, o projeto está minuciosamente relacionado com as questões de redes urbanas de águas cinzas, significando que, antes de se pensar na instalação do sistema, o usuário deve estudar detalhadamente o que a legislação do município diz a respeito do assunto, já que em algumas cidades o lançamento de águas reaproveitadas na rede pública não é permitido.

No caso da cidade de São Carlos a questão das inundações foi a responsável por incluir o estudo da viabilidade da instalação de cisternas no Código de Leis da cidade. A Prefeitura Municipal aprovou no ano de 2003 a lei nº 13.246 (27 nov 2003), que declara "Todos os conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas, com área superior a um hectare a serem aprovados pela Municipalidade, deverão apresentar estudo de viabilidade técnica e financeira para a construção de reservatório de detenção ou retenção para prevenir inundações." O artigo 11 da lei dita ainda que a água contida no reservatório poderá ser utilizada para regar jardins, lavagens de passeio, utilizada como água industrial ou nas descargas sanitárias.

O Código Sanitário do Estado de São Paulo diz ainda que:

Decreto 12.342 (27set78)

Artigo 12 - Não será permitida:

III - a interconexão de tubulações ligadas diretamente a sistemas públicos com tubulações que contenham água proveniente de outras fontes de abastecimento.

Artigo 19 - É expressamente proibida a introdução direta ou indireta de água pluviais ou resultantes de drenagem nos ramais prediais de esgoto.

O artigo 12 ressalta que o sistema não-potável resultante das águas pluviais não deve ser misturado ao sistema de água potável. Já o artigo 19 salienta que não se pode introduzir águas pluviais nas redes de esgoto. O aproveitamento de parte das águas pluviais em água não-potável, não impede o lançamento nos esgotos sanitários, e a concessionária dos serviços de água e esgoto (no caso de São Carlos, o SAAE), passará a cobrar a estimativa do novo volume de esgoto que é lançado no coletor. O sistema ainda evita que uma água tratada e potável seja usada (e desperdiçada) na limpeza de jardins, gramados, descargas de banheiros e outras aplicações industriais.

Com isso esclarecido, sendo totalmente plausível e permitido o projeto em questão na cidade na qual estamos, passamos ao ponto dos componentes necessários para o sistema, e seu funcionamento.

## Captação de água de chuva

O estudo de caso elegido para este projeto é um dos blocos de alojamentos da Universidade de São Paulo com campus em São Carlos, tendo, portanto, um caráter de projeto de edificação sustentável em habitações de baixo custo. Neste contexto, o aproveitamento da água vai além do discurso de preservação: aqui a economia financeira adquirida tem peso; uma otimização do consumo da água que não pretende suprir o consumo total da edificação, mas compensar boa parte dele.

Resolveu-se também prever a aplicação da água captada apenas nos pontos hidráulicos das bacias sanitárias, por apresentar o mais alto consumo de água da edificação – auxiliando expressivamente na economia total do conjunto – e por não correr o risco de ingestão por parte do usuário, como poderia acontecer em outros pontos, como no tanque, para irrigação de jardins e outros.

O esquema a seguir apresenta de maneira geral como é o funcionamento de uma rede de captação de águas pluviais em uma residência. Nele é colocado um reservatório inferior que transfere a água captada com o auxílio de uma bomba para uma caixa d'água superior, de onde é feita a distribuição. Já em nosso estudo de projeto, o reservatório já estará localizado na parte superior do bloco de alojamento, por ser onde apresenta mais espaço para a implantação do sistema. É importante salientar que a economia com a não utilização da bomba pode não compensar no investimento inicial, pela necessidade de reforço da estrutura do prédio, que deverá sustentar uma cisterna de grande capacidade de litragem. No entanto a longo prazo isso pode ser recuperado, visto que o gasto com energia elétrica do bombeamento com água nunca cessaria.

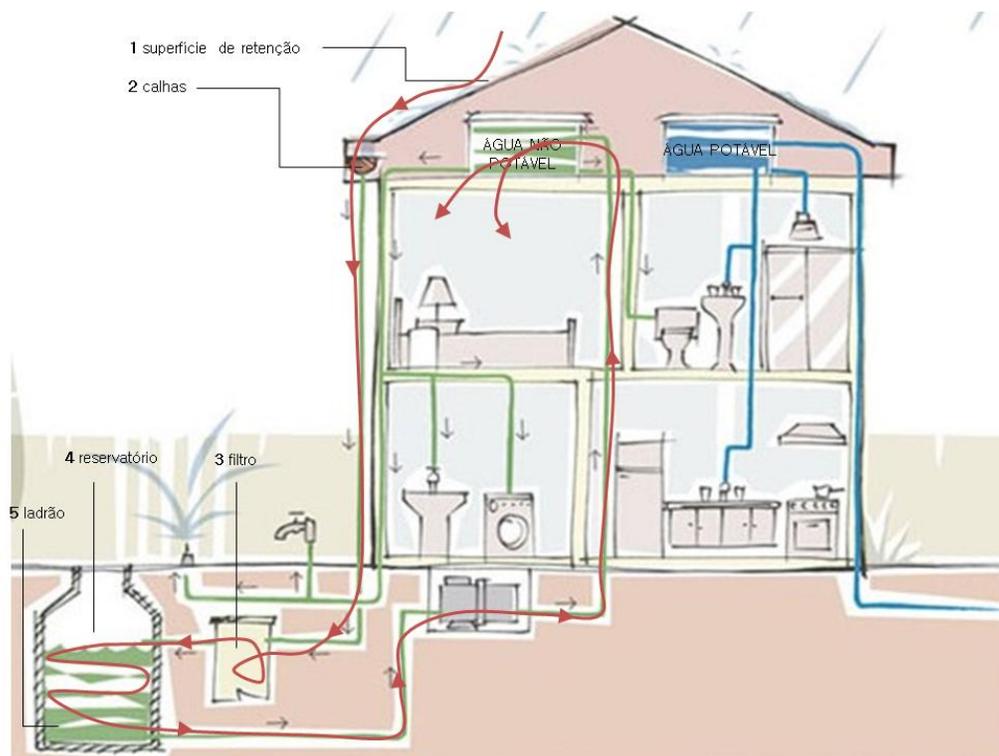


Figura 3: Sistema de utilização de águas pluviais para abastecimento doméstico

Podemos segregar o sistema de captação em basicamente 5 componentes, mostrados na Figura 3. Em primeiro lugar, a superfície de retenção – as áreas de coberturas e pisos impermeabilizados – toda a superfície por onde pretende-se captar a água para armazenamento; em segundo, as calhas (os condutores que conduzirão a água à cisterna); em seguida, um filtro, que reterá o maior volume de impurezas trazidas por essa água de chuva, e enviará somente a água filtrada para o reservatório, eliminando o restante pelo ladrão; finalmente, o reservatório, que descarta a primeira chuva – geralmente mais carregada de impurezas – pelo quinto item, o ladrão da cisterna, e começa a armazenar as restantes, que serão distribuídas pela rede hidráulica da casa.

Obviamente, o componente mais importante deste sistema é o reservatório, e o cálculo de seu dimensionamento, o mais complexo e cauteloso de todos. A cisterna deve ter um volume ideal – ótimo – que leva em consideração os períodos de chuvas e estiagem da região em que se encontra a residência. Esta deve ser a variável que demanda maior cautela no momento do dimensionamento, pois um período de seca ou de chuvas abundantes pode resultar no transbordamento ou total falta de água na cisterna, prejudicando todo o sistema e inviabilizando-o tanto economicamente quanto ambientalmente.

Além desta, o cálculo do volume do reservatório ainda depende de outras variáveis, discriminadas no item abaixo.

#### **Dados para o cálculo da demanda:**

Um dado importante a ser coletado é o quanto as descargas sanitárias representam no consumo total de água no bloco do alojamento, e um simples cálculo pode nos dar esse valor:

Considerando-se que uma pessoa aciona por dia 5 vezes a válvula de descarga, e que cada acionamento consome por volta de 9 litros de água, com um índice de vazamento de 8%, no bloco E do alojamento haverá um consumo de 3645 litros de água por dia, já que ali vivem 75 alunos. Isso significa um consumo mensal de 109 350 litros de água.

A tabela a seguir foi disponibilizada pela Prefeitura do Campus da USP de São Carlos, que indica o consumo total de água do bloco do alojamento em estudo no período de 1 ano (2011 – 2012).

## Consumo de água por m<sup>2</sup>

JANEIRO *	2011	81
FEVEREIRO	2011	123
MARÇO	2011	304
ABRIL	2011	480
MAIO	2011	262
JUNHO	2011	210
JULHO	2011	841
AGOSTO	2011	590
SETEMBRO	2011	250
OUTUBRO	2011	178
NOVEMBRO	2011	247
DEZEMBRO	2011	154
JANEIRO	2012	150
FEVEREIRO	2012	156
MARÇO	2012	252
ABRIL	2012	214
MAIO	2012	411

\* JANEIRO/2011 - início do funcionamento do Alojamento E

Figura 4: Quadro de consumo total de água do Bloco E do alojamento - período de 2011 a 2012

Pela tabela deduz-se que a média mensal do consumo de água no alojamento é de 288,4 L/m<sup>2</sup>. Como o conjunto possui área total construída de 1351,75 m<sup>2</sup>, o consumo total de água pelo edifício é de 389 844,7 litros no mês. Ou seja, o volume de água das descargas sanitárias no estudo representa 28% da água consumida total (109 350 / 389 844). Essa é a porcentagem de água potável a ser substituída pela água pluvial; mais um dado a ser inserido no cálculo de dimensionamento da cisterna.

Além destes, os outros valores que entram para o cálculo do volume ótimo da cisterna são:

- Área total de superfícies de retenção
- Um coeficiente de escoamento das áreas de retenção, para se obter um valor mais real do potencial de captação destas superfícies. Para telhas cerâmicas, como é o caso do estudo, esse valor é de 0,75.

### **Cálculo do volume do reservatório:**

*“ A eficiência e a confiabilidade dos sistemas de aproveitamento de água da chuva estão ligados diretamente ao dimensionamento do reservatório de armazenamento, necessitando de um ponto ótimo na combinação do volume de reserva e da demanda a ser atendida, que resulte na maior eficiência, com o menor gasto possível” (PROSAB, 2006 apud GHISI)*

No dimensionamento de reservatórios de água pluvial em edificações é preciso considerar que nem sempre a chuva será suficiente para atender toda a demanda e que em alguns momentos o reservatório irá transbordar, sendo assim é necessário um cálculo que compatibilize a capacidade pluviométrica do local e a demanda do edifício para que se chegue a um VOLUME ÓTIMO de reservatório.

Encontra-se em GHISI um resumo dos seguintes métodos de dimensionamento:

- \_Método de Rippl;
- \_Método de Azevedo Neto;
- \_Método prático alemão;
- \_Método prático inglês;
- \_Método prático australiano;
- \_Programa Computacional Netuno.

Para este trabalho, o Programa Computacional Netuno foi escolhido devido à precisão e à natureza dos dados por ele apresentados. O software foi criado pelo Professor Eneir Ghisi do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a programação foi realizada pelo acadêmico Marcelo Marcel Cordova, com apoio do PIBIC, CNPq e da UFSC.

O software gera dados sobre o volume ideal para o reservatório; a estimativa da potencial economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial; a estimativa de dias em que a demanda de água pluvial será atendida; a possível economia em contas de água; o tempo de retorno do investimento; entre outros.

O cálculo detalhado com o auxílio do “Netuno” será apresentado no próximo capítulo.

## **Especificação dos componentes do sistema**

Além do dimensionamento do reservatório de água, fazem-se necessários a especificação e o dimensionamento de outros componentes do sistema, que seguirão os padrões de dimensionamento.

1. Seção da calha coletora;
2. Seção do condutor vertical;
3. Volume do sistema de descarte de primeiro fluxo de chuva ou first-flush diverter;

### **1. Seção da calha coletora:**

Segundo estudo de MANO (2004,p.87), base de estudos utilizada pelo autor, a qual fomos conferir na íntegra, a calha para a edificação do estudo experimental fica especificada com seção circular de 14cm de diâmetro, ou com área da seção de, no mínimo, 80cm<sup>2</sup>, utilizando-se inclinação de 0,5% para a calha.

Superfície drenada, projeção (m <sup>2</sup> )	Declividade da calha semicircular											
	0,2%		0,3%		0,5%		1%		1,5%		2%	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
20	50	12	45	11	40	11	30	9	25	8	22	8
20	70	14	60	13	50	12	40	10	35	9	30	9
40	80	16	70	14	60	13	50	12	40	10	35	9
50	95	16	85	14	70	14	55	12	50	12	45	11
60	110	18	95	16	80	14	60	12	55	12	50	12
70	120	19	105	16	90	15	70	14	60	12	55	12
80	135	19	115	17	100	16	75	14	65	13	60	12
90	145	19	125	18	105	16	85	15	70	14	65	13
100	155	20	135	19	115	17	90	15	80	14	70	14
110	170	21	145	19	120	18	95	16	85	15	75	14
120	180	22	155	20	130	18	100	16	90	15	80	14
130	190	22	165	21	135	19	105	17	95	16	85	15
140	200	23	170	21	145	19	115	17	100	16	90	15
150	210	23	180	22	150	20	120	18	105	17	95	16
160	220	24	190	22	160	20	125	18	110	17	100	16
170	230	24	200	23	165	21	130	18	115	17	100	16
180	240	25	205	23	170	21	135	19	120	18	105	17
200	255	26	220	24	185	22	145	19	125	18	115	17
250	300	28	260	26	215	24	170	21	145	20	135	19
300	340	30	295	27	245	25	195	23	165	21	150	20
350	380	31	330	29	275	27	215	24	185	22	170	21
400	420	33	365	31	305	28	235	25	205	23	185	22
450	460	34	395	32	330	29	255	26	225	24	200	23
500	490	36	425	33	355	30	280	27	240	25	215	24
600	560	38	485	35	405	32	315	29	275	27	245	25

S = seção de escoamento em cm<sup>2</sup>, D = diâmetro da calha em cm

Figura 5: Dimensionamento de calhas com seção circular. (Fonte: MANO, 2004, p.83)

## 2. Seção do condutor vertical:

Em Macintyre (1996) adotou-se um sistema de recolhimento de água que corresponde a 1cm<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> de área a esgotar (p. 451).

## 3. Volume do first-flush diverter (p. 451)

O sistema de descarte do primeiro fluxo de chuva deve comportar um volume de 0,41 L para cada metro quadrado de telhado, de acordo com Macomber (2001). A partir deste dado e do diâmetro calculado para o condutor vertical (item 2), obtém-se o comprimento necessário para este tubo contado a partir do tubo de entrada no reservatório.

Estudo de caso

Para o estudo de caso escolhemos o Bloco E do Campus 1 da USP-São Carlos, o Alojamento Estudantil. O edifício é composto por 2 pavimentos, térreo e jardim, e primeiro pavimento.

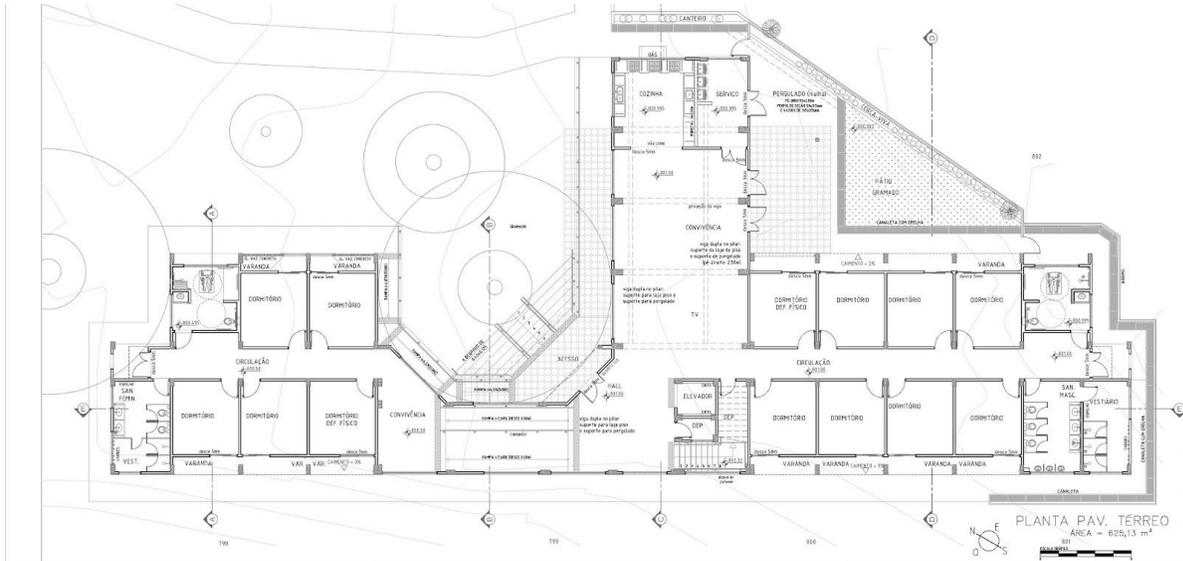


Figura 6: Pavimento térreo do Bloco E do Alojamento

Área construída = 713m<sup>2</sup>

Área de jardim = 376,21m<sup>2</sup>

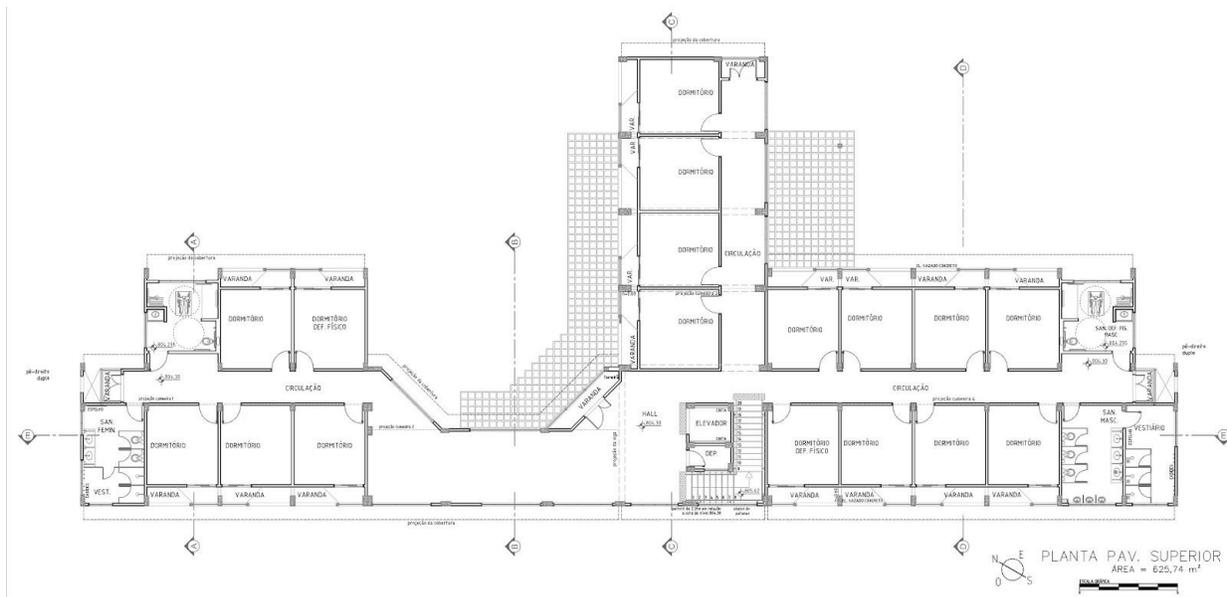


Figura 7: Pavimento superior do Bloco E do Alojamento

Área construída = 638,42m<sup>2</sup>

Somados o total edificado é de 1 351,75m<sup>2</sup>.

O projeto analisado possui uma área de cobertura de 748,73m<sup>2</sup>, sendo toda essa área com potencial total de captação, pois há a possibilidade de implantação de calhas coletoras em todo o perímetro da cobertura. Ou seja, toda a cobertura possui inclinação para área externa e é possível de ser utilizada, mas cabe ao projetista o estudo de viabilidade da instalação da quantidade de cisternas.

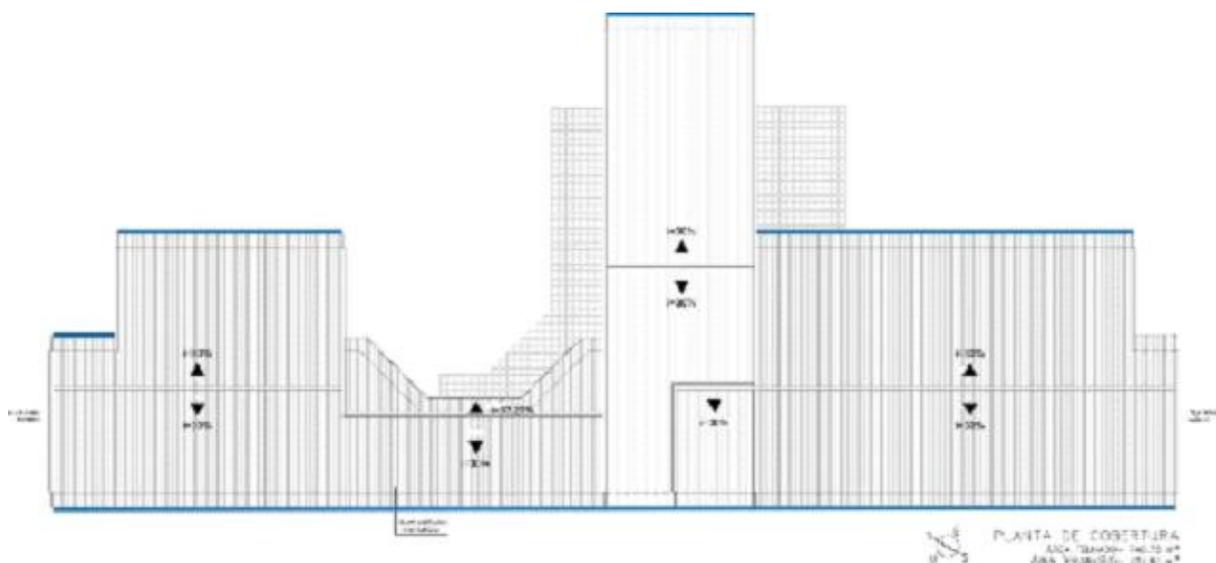


Figura 8: Planta de cobertura do Bloco E do Alojamento (em azul estão as possíveis áreas de instalação de calhas coletoras)

Optamos sempre por um sistema mais econômico, com o menor investimento inicial e com consumo periódico reduzido.

A escolha das cisternas implantadas nos forros se deve ao fato de ser mais produtivo armazenar a água no alto, para que possa ser utilizada como uma caixa d'água. O bombeamento da água de uma cisterna subterrânea também seria possível, mas o gasto com energia elétrica diminuiria o retorno a longo prazo. Devido ao acréscimo no peso do forro devido às cisternas, foi pensado transmitir o peso para vários pilares com treliças de apoio. Essa estrutura secundária não foi orçada, mas a longo prazo seria mais econômica, visto que a implantação de uma bomba demanda um gasto de energia elétrica que nunca cessaria.

Com isso analisamos a planta e a inclinação da cobertura, e observamos os espaços disponíveis para a implantação das cisternas.



Nesse sistema de separação a água encheria primeiro um reservatório temporário e utilizando o mesmo mecanismo que de um “ladrão”, a água limpa encheria a cisterna assim que o reservatório temporário completasse seu volume. Também calculamos um “ladrão”, para que não houvesse a preocupação de que a cisterna transbordasse em um período de muitas chuvas. O descarte da água suja poderia ser feito manualmente, retirando-se a saída da base do tubo de queda ou poderia existir uma abertura com uma vazão baixa que escoasse a água suja aos poucos.



Figura 11: Corte estrutural do edifício, com indicações em azul da localização da cisterna e do tubo coletor.

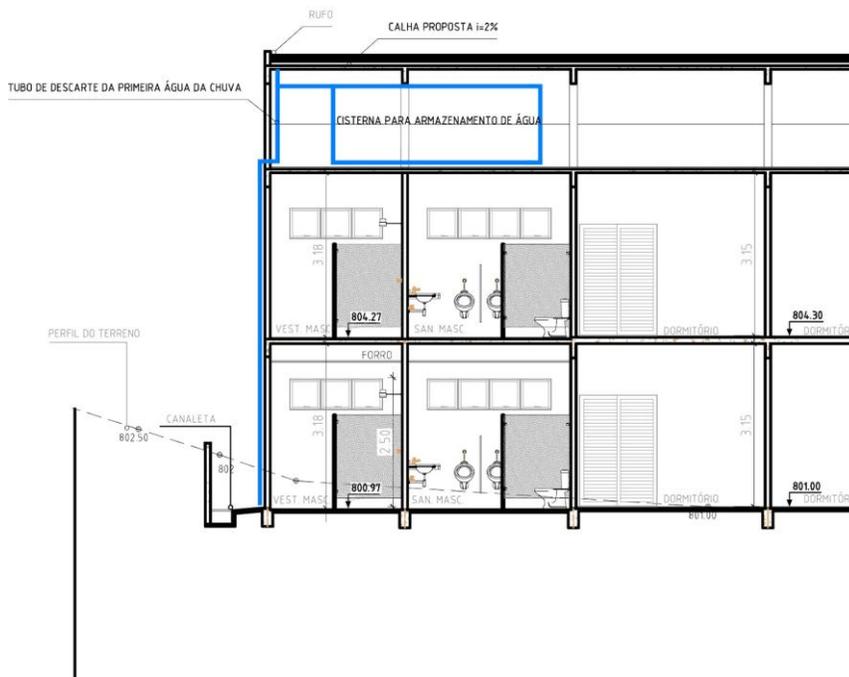


Figura 12: Proposta do sistema no Alojamento Estudantil

Essa proposta visa auxiliar no gasto mensal de água no alojamento, que pelos dados adquiridos na Prefeitura do Campus, possui a média mensal de 288,4 L/m<sup>2</sup>.

## Cálculo do volume para o reservatório (software Netuno):

A tela inicial do software solicita os seguintes dados:

01. Dados de precipitação
02. Área de captação (m²)
03. Demanda de água potável (fixa ou variável ao longo do mês ou ano / litros per capita/dia)
04. Número de moradores
05. Porcentagem de água potável a ser substituída por pluvial
06. Coeficiente de aproveitamento
07. Reservatório superior (volume desejado ou inexistência)
08. Reservatório inferior (deseja gerar cálculo para um reservatório ótimo ou dar várias opções)
09. Intervalo da Simulação (qual é o tamanho máximo desejado para o reservatório inferior)

### 01. Dados de precipitação

Os dados pluviométricos de São Carlos foram coletados no site do **SigRH** (Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo) e o Posto Pluviométrico escolhido foi o D4 - 106, por ser o mais próximo do edifício estudado e apresentar dados mais recentes (1978 a 2006). Os dados selecionados referem-se aos anos de 2005 e 2006. Eles foram configurados em planilha Excel para serem carregados no software.

PREFIXO: D4-106  
 NOME DO POSTO: Faz. Santa Barbara  
 MUNICÍPIO: Sao Carlos  
 BACIA:  
 ALTITUDE (m): 2247206  
 LATITUDE: 78°0'  
 LONGITUDE: 22°06'

Obs: valores com --- representam dados inexistentes.

Dados de chuva (mm)

Mês/Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Chuva máxima	Chuva total			
1/2005	0,0	0,0	46,1	9,3	61,3	31,2	6,1	15,4	---	21,7	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,7	6,4	8,0	46,6	23,6	6,3	0,0	0,0	0,0	50,0	0,3	28,1	12,2	0,0	103,7	---	---
2/2005	0,0	2,4	2,5	5,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,7	0,0	16,2	---	---	---	26,7	72,0	
3/2005	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	8,5	12,9	40,8	44,5	9,7	0,0	0,0	7,7	2,6	8,7	16,6	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,5	171,9	
4/2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	3,0	---	19,0	42,2		
5/2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	5,0	1,1	62,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	62,0	86,2		
6/2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	0,0	---	24,5	35,5		
7/2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	6,3	N		
8/2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	0,9	0,0	0,0	9,3	17,1	
9/2005	0,0	18,1	0,0	0,0	21,8	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	13,3	5,2	0,8	0,0	0,0	---	21,8	68,2		
10/2005	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	2,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	0,0	13,8	0,0	12,3	0,0	4,4	0,0	11,3	0,0	0,0	11,2	0,0	5,2	0,0	18,4	18,4	118,1		
11/2005	0,0	0,0	0,0	18,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	4,3	18,2	0,0	0,0	1,4	---	18,3	62,1	
12/2005	7,5	1,2	21,2	0,0	0,0	21,3	9,7	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,2	0,0	0,0	76,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	0,0	4,7	0,0	0,0	7,6	76,3	216,0
1/2006	42,6	0,0	3,0	7,7	22,9	5,4	6,1	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	5,1	7,0	42,6	139,6		
2/2006	0,0	0,0	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	35,0	12,0	40,7	0,0	74,1	14,3	13,3	44,3	2,6	0,0	0,0	5,3	17,2	60,5	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	---	---	74,1	364,0	
3/2006	0,0	0,0	0,0	18,8	7,7	0,5	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,0	46,3	0,6	27,8	25,1	15,1	0,0	10,9	0,0	21,7	0,0	0,0	0,0	46,3	184,7			
4/2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	35,8	2,6	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	35,8	49,9		
5/2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	7,8	N	
6/2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,8	0,0	0,0	---	8,8	10,1	
7/2006	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,1	25,1	28,1			
8/2006	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1	0,6	0,0	0,0	21,1	22,7	
9/2006	12,5	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	---	27,4	72,8		
10/2006	0,0	27,8	0,0	0,0	3,7	14,6	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,5	1,1	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	38,3	136,6	
11/2006	0,0	14,1	0,4	0,0	0,0	0,0	11,7	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	33,9	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	14,7	0,0	9,0	22,5	---	33,9	130,8	
12/2006	0,0	0,0	1,0	4,9	7,4	7,6	61,0	0,0	23,8	0,0	3,0	0,0	0,0	0,6	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,5	0,3	64,9	29,6	12,3	46,0	7,8	0,0	8,7	0,0	7,8	30,0	0,0	64,9	347,9

Figura 13: Dados recebidos do SigRH, ainda desconfigurados

	A	B	C
1	0		
2	0		
3	46,1		
4	9,3		
5	61,3		
6	31,2		
7	6,1		
8	15,4		
9	21,7		
10	0		
11	7,6		
12	0		
13	0		
14	0		
15	0		
16	36,7		
17	6,4		
18	8		
19	46,6		
20	23,6		
21	6,3		
22	0		
23	0		
24	0		
25	50		
26	0,3		
27	28,1		

## 02. Área de captação (m<sup>2</sup>)

Conforme analisado anteriormente, a área de cobertura do edifício que poderá ser utilizada para captação de águas pluviais é de **748,73 m<sup>2</sup>**.

## 03. Demanda de água potável (fixa ou variável ao longo do mês ou ano / litros per capita/dia)

Optamos pela inserção de dados médios da demanda, portanto estabelecemos uma demanda **fixa** de 389 844,7 litros ao mês, o que, considerando 75 alunos, chega-se a **173,26 litros per capita/dia**.

## 04. Número de moradores: 75 alunos

## 05. Porcentagem de água potável a ser substituída por pluvial

Conforme análises realizadas no capítulo anterior, será possível substituir **28%** da água potável por pluvial no seu uso em vasos sanitários.

Figura 14: Dados pluviométricos a serem lançados no Netuno

## 06. Coeficiente de aproveitamento

O coeficiente de aproveitamento considera a água pluvial que será perdida durante a captação, por vazamentos e pela absorção por telhas de diferentes materiais. Segundo a tabela abaixo, o índice a ser utilizado no caso de cobertura com telhas de barro é **0,75**.

materiais e tipos de cobertura	C (médio)
cobertura de polietileno	0,90
cobertura de argamassa de cimento e areia	0,88
cobertura com asfalto	0,88
cobertura com telha de barro	0,75
cobertura com lona impermeabilizante + seixo rolado	0,70
solo de textura fina raspado com lâmina	0,50
solo de textura média raspado com lâmina	0,40
solo de textura fina "em pouso"	0,24
solo de textura grossa	0,20
cobertura com capim-búfel usando drenos coletores	0,15
cobertura com capim-búfel	0,07
solo coberto com uma camada de seixos pequenos	0,02

Figura 15: Uso doméstico da água em Porto Alegre (UFRGS, 1998 apud MANO, 2004, p.78)

### 07. Reservatório superior (volume desejado ou inexistência)

Normalmente o reservatório superior funciona como uma caixa d'água, responsável apenas pelo recebimento da água que vem bombeada da cisterna (reservatório inferior) e pela sua distribuição para as peças hidráulicas. Porém, neste caso, o próprio reservatório superior funcionará também como cisterna, eliminando a necessidade de bombeamento. Assim, para manter os cálculos normais do software para um sistema sem bombeamento, chamamos nosso reservatório de **inferior** e eliminamos dos cálculos o reservatório superior. Portanto a opção aqui selecionada será “**não utilizar reservatório superior**”.

### 08. Reservatório inferior (deseja gerar cálculo para um reservatório ótimo ou dar várias opções)

Selecionada a opção anterior, o programa apresenta as opções: cálculo para um reservatório ou para diversos reservatórios inferiores. Como calculamos que a demanda de água pluvial será de 109 350 litros/mês e sabemos que o espaço disponível permite a instalação de 8 cisternas com capacidade total de aproximadamente 110 000 litros, optamos inicialmente pelo cálculo de **1 reservatório** de 109 350 litros.

### 09. Intervalo da Simulação (qual é o tamanho máximo desejado para o reservatório inferior)

**109 350 litros**, como citado anteriormente.

#### Primeiro resultado:

A primeira análise obtida do programa foi a seguinte:

The screenshot displays the Netuno software interface with the following elements:

- Buttons:** "Carregar simulação previamente salva", "Carregar dados de precipitação", "Ver demanda", "Simular", "Salvar simulação atual", "Limpar campos", and "Análise Econômica".
- File Path:** C:\Users\WPenna\USP\2012\Saneament
- Simulation Parameters:**
  - Dias analisados: 785
  - Área de captação (m²): 748,73
  - Demanda de água potável:  Variável
  - Número de moradores: 75
  - Porcentagem de água potável a ser substituída por pluvial: 30%
  - Coefficiente de aproveitamento: Outro valor (0,75)
- Reservatório superior options:**
  - Entrar com um volume desejado (litros):
  - Não utilizar reservatório superior
- Reservatório inferior options:**
  - Cálculo para um reservatório
  - Cálculo para diversos reservatórios
- Intervalo da Simulação (highlighted in orange):**
  - Volume do Reservatório inferior (litros): 109350
  - Potencial de economia: 17.24%**
  - Volume extravasado: 62065.2 litros/ano
  - Porcentagem de dias no período de análise em que a demanda de água pluvial é atendida:
    - Completamente: 54.52%
    - Parcialmente: 6.5%
    - Não atende: 38.98%
  - Consumo total mensal: 333966.93 litros

Figura 16: Primeiros resultados do Netuno.

Este resultado indica que o volume de 109.350 litros em cisternas suprirá completamente a demanda de água pluvial em 55,52% dos dias no ano e em 38,98% dos dias esta demanda não será atendida.

Para analisarmos outras opções, retornamos às etapas 08 e 09:

**08. Reservatório inferior** (deseja gerar cálculo para um reservatório ótimo ou dar várias opções)

Desta vez a opção “**cálculo para diversos reservatórios**” foi selecionada.

**09. Intervalo da Simulação** (qual é o tamanho máximo desejado para o reservatório inferior)

Mantivemos os **109 350 litros como tamanho máximo** e solicitamos análises para diferentes reservatórios a cada **1 000 litros**. Solicitamos também a **indicação** de um volume ideal para o reservatório inferior (lembrando que, neste caso, trata-se do reservatório superior). Quanto à diferença relativa entre potenciais de economia, definimos como vantajoso o valor de **9%**.

### Segundo resultado:

A partir das novas configurações, o software indicou como volume ideal para o reservatório o de **6 000 litros**. Este resultado demonstra a proporção desequilibrada existente na antiga cisterna (de ~110 000 litros) entre meses de intensas chuvas, nos quais o volume extravasado é muito grande, e meses de estiagem, quando o reservatório sofre com a seca, não atendendo a demanda de água e tendo sua estrutura subutilizada. Portanto este é um valor que considera uma boa relação custo-benefício, evitando prejuízos.

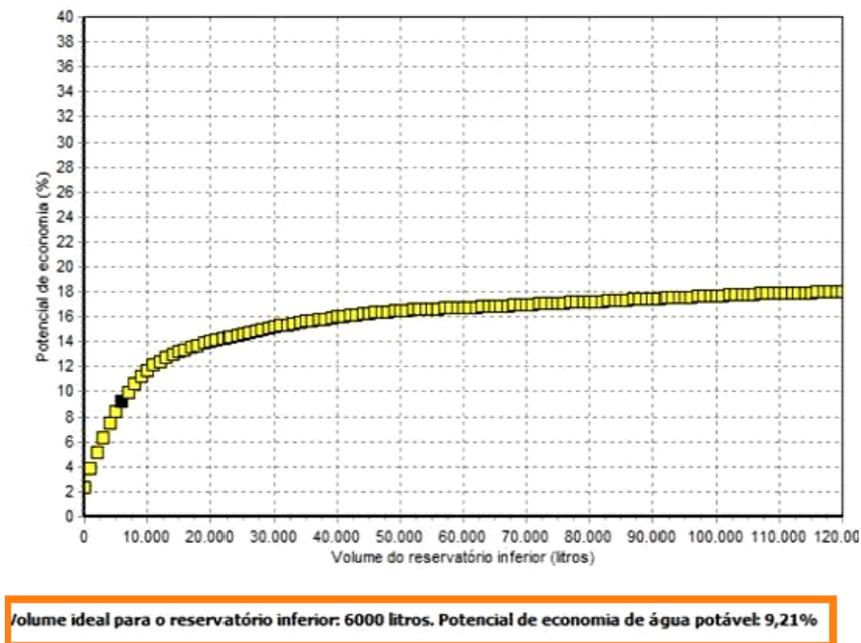


Figura 17: Segundo resultado do Netuno.

Carregar simulação previamente salva

Carregar dados de precipitação

C:\Nathalya\\_01 - USP\2012\Saneame

Dias analisados: 785

Área de captação (m<sup>2</sup>)  
748,73

Demanda de água potável

Fixa

Variável Ver demanda

Número de moradores  
75

Porcentagem de água potável a ser substituída por pluvial  
30% 30

Coefficiente de aproveitamento  
Outro valor 0,75

Observações

Reservatório superior

Entrar com um volume desejado (litros):

Não utilizar reservatório superior

Reservatório inferior

Cálculo para um reservatório

Cálculo para diversos reservatórios

Intervalo da Simulação

Volume do Reservatório inferior (litros):

**Potencial de economia: 8,76%**

Volume extravasado: 465458 litros/ano

Porcentagem de dias no período de análise em que a demanda de água pluvial é atendida:

- Completamente: 23,95%
- Parcialmente: 13,76%
- Não atende: 62,29%

Consumo total mensal: 324779,73 litros

Simular

Salvar simulação atual Limpar campos

Análise Econômica

Figura 18: Segundo resultado do Netuno.

O segundo resultado indica que o volume de 6 000 litros de cisterna suprirá completamente a demanda de água pluvial em 23,95% dos dias no ano e em 62,29% dos dias esta demanda não será atendida.

O potencial de economia de água potável oferecido pelo reservatório de ~110 000 litros era apenas 2 vezes maior que o potencial de economia deste reservatório de 6 000 litros. Considera-se, portanto, a desvantagem na construção do primeiro reservatório, já que este seria 18 vezes maior que o atual, e conseqüentemente demandaria gastos bem maiores de instalação, manutenção e reforço estrutural, sendo que a diferença de economia não seria tão significativa. Assim, é possível concluir que o superdimensionamento da cisterna não apresenta boa relação custo-benefício.

Volume (m<sup>3</sup>)

Custo (R\$)

Abaixo de 10 m<sup>3</sup>: R\$ 1,24 (por m<sup>3</sup>).  
 Entre 10 e 15 m<sup>3</sup>: R\$ 2,04 (por m<sup>3</sup>).  
 Entre 15 e 25 m<sup>3</sup>: R\$ 3,04 (por m<sup>3</sup>).  
 Entre 25 e 40 m<sup>3</sup>: R\$ 4,15 (por m<sup>3</sup>).  
 Entre 40 e 60 m<sup>3</sup>: R\$ 4,9 (por m<sup>3</sup>).  
 Entre 60 e 100 m<sup>3</sup>: R\$ 5,58 (por m<sup>3</sup>).

Tarifa de esgoto  
 % da tarifa de água

### Análise Econômica:

Para a análise da viabilidade econômica e do tempo de retorno do investimento, o programa pede os seguintes dados:

#### 10. Tarifas de água

O Campus 1 da USP São Carlos não utiliza a água da rede de abastecimento do município, porém, para fins de análise, as tarifas do SAAE São Carlos foram adotadas. Seguem os valores já lançados no software:

Figura 19: Tarifas de Água do SAAE.

A partir destes valores, o Netuno indica o quanto é possível economizar em cada mês nas contas de água. A economia varia de R\$ 178,87 em julho a R\$ 1 601,82 em abril.

	Consumo total mensal (litros)	Consumo de água pluvial (litros)	Consumo de água potável (litros)	Volume de água pluvial recalcado (litros)	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Mês 1	324779,73	66793,67	257986,06	0,00	4515,59	3179,72	1335,87
Mês 2	324779,73	66297,21	258482,52	0,00	4515,59	3189,65	1325,94
Mês 3	324779,73	67140,77	257638,96	0,00	4515,59	3172,78	1342,82
Mês 4	324779,73	80091,05	244688,68	0,00	4515,59	2913,77	1601,82
Mês 5	324779,73	42275,78	282503,95	0,00	4515,59	3670,08	845,52
Mês 6	324779,73	27132,66	297647,07	0,00	4515,59	3972,94	542,65
Mês 7	324779,73	8943,62	315836,11	0,00	4515,59	4336,72	178,87
Mês 8	324779,73	10241,39	314538,34	0,00	4515,59	4310,77	204,83
Mês 9	324779,73	10649,42	314130,31	0,00	4515,59	4302,61	212,99
Mês 10	324779,73	24207,65	300572,08	0,00	4515,59	4031,44	484,15
Mês 11	324779,73	40881,95	283897,78	0,00	4515,59	3697,96	817,64
Mês 12	324779,73	53611,57	271168,16	0,00	4515,59	3443,36	1072,23

Figura 20: Possível economia nas contas de água.

11. Na próxima etapa será realizado o lançamento dos **custos iniciais e operacionais** com equipamentos e mão-de-obra:

- \_Reservatório: R\$ 3 534,90
- \_Tubulações: R\$ 1 246,20
- \_Mão-de-obra: R\$ 1 500,00
- \_Acessórios: R\$ 1 900,00

\_Manutenção: R\$ 200,00 (a cada 12 meses)

\_Tratamento de água: R\$ 150,00 (a cada 20 meses)

Lançados estes dados, o Netuno conclui que o **retorno do investimento** virá em apenas **37 meses (~ 3 anos)**, considerando os gastos iniciais, gastos operacionais e a economia em contas de água.

A **economia anual de água potável** com o uso deste sistema será de **332 480 litros**.

Coletar a chuva que cai em uma casa para utilizá-la é um conceito simples. A chuva coletada é independente de qualquer sistema centralizado e desta forma, se está promovendo a auto suficiência e contribuindo para incentivar uma maior valorização por este precioso e essencial recurso. Coletar água da chuva não significa apenas conservação dos recursos hídricos, significa também conservação de energia, já que o montante de energia necessário para operar um sistema de água centralizado construído para tratar e bombear água através de uma vasta rede não é utilizado. A coleta de água da chuva também contribui para minimizar a erosão local e enchentes causadas pelo escoamento superficial de superfícies impermeabilizadas como pátios e telhados, pois parte desta água coletada é armazenada.

Uma vantagem considerável da água da chuva sobre outras fontes de água é que a água da chuva é uma das fontes mais puras de água disponível. De fato, a qualidade da água da chuva é um grande incentivo para pessoas que escolherem a chuva como sua fonte primária de água. A qualidade da água da chuva geralmente excede a qualidade das águas subterrâneas ou superficiais: ela não entra em contato com o solo que pode ser fonte de diversos poluentes que freqüentemente são despejados nas águas superficiais e que podem contaminar o lençol freático.

Mas porque ainda assim a captação de água pluvial é tão pouco utilizada?

Um dos fatores é a falta de espaço nas casas urbanas e o alto custo inicial para a instalação de uma cisterna. Muitas das residências que já estão consolidadas precisariam de uma revisão em todo o sistema estrutural e em muitos casos o custo para adaptação de sobrecargas e o reforço na parte estrutural são altos tornando muitos projetos de captação de água pluvial inviáveis.

Existe também toda uma questão de cultura por parte da sociedade que tem a água como um elemento abundante e infinito. Ainda há muito o que trabalhar sobre a questão de uma mentalidade mais sustentável e responsabilidade ambiental e sócio-cultural por parte da população em geral.

Outro fator que influencia é a qualidade da água da chuva que pode ser influenciada pelo local onde ela cai, pois emissões atmosféricas industriais localizadas podem afetar sua pureza. Metais pesados, especialmente chumbo, são potencialmente perigosos em áreas com densidade de tráfego alta ou na redondeza de indústrias. Substâncias químicas orgânicas, usadas em venenos, praguicidas e herbicidas, quando em altas concentrações na atmosfera, também podem contaminar a água da chuva.

Pela Legislação não se pode introduzir águas pluviais nas redes de esgoto, pois o esgoto cobrado em função do fornecimento de água pelos órgãos responsáveis e outra fontes de fornecimento de água não entrariam nesse cálculo, ou seja, é um outro fator que dificulta a implantação de um sistema de reuso de águas pluviais.

Neste trabalho tentamos mostrar a viabilidade de apenas um caso de estudo. Contudo, deve-se sempre buscar alternativas que viabilizem o processo como um todo em outros empreendimentos, tanto em fase de construção quanto em fase em que o edifício já está consolidado.

## Bibliografia

TUCCI, C. E. M. **Água no Meio Urbano**. In: Águas Doce do Brasil Rebouças, A C.; Braga, B.P.F; Tundisi, J.G. (cap.14) p475-508 São Paulo: Escrituras. 1999.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidade: Ruptura e reconciliação**. São Paulo: Editora Senac, 2010.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em <http://site.sabesp.com.br>. Acesso em Abril de 2011.

MANO, Rafael Simões. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: Aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

MARCONI, Priscila; FERREIRA, Thays S.. **Proposta de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva no centro de juventude "Elaine Viviani", São Carlos - SP**. Dissertação de Graduação em Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

**SigRH** (Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo). Disponível em <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em: junho 2012

GHISI, E.; CORDOVA, M.M.; ROCHA, V. L. **Netuno 3.0. Programa computacional**. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em <http://www.labee.ufsc.br>. Acesso em junho 2012.

GHISI, Enedir. **Métodos de dimensionamento de reservatórios de água pluvial em edificações**. Apresentação em PDF. Disponível em: <http://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/23251.pdf>. Acesso em junho 2012.

**SAAE** (Serviços Autônomos de Água e Esgoto). São Carlos-SP. Disponível em <http://www.saesocarlos.com.br>. Acesso em: junho 2012

**IBGE** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). São Carlos-SP. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: junho 2012

**Prefeitura de São Carlos**. São Carlos-SP. Disponível em <http://www.saocarlos.sp.gov.br/>. Acesso em: junho 2012

SATTLER, M. Aloysio. **A Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis. Coleção Habitare, volume 8**. Porto Alegre,2007.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para Áreas urbanas e fins não-potáveis**. Navegar Editora, 2003.

PUSP-SC (Prefeitura do Campus Usp -São Carlos). Dados do consumo de água do Bloco E- Alojamento estudantil.

SEF-SC (Superintendência do Espaço Físico de São Carlos). Plantas de arquitetura, hidráulica e informações sobre o edifício.