

RAFAEL LIMBERGER ALE

**APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA
PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA UM
CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL – UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador Prof. Dr. João Ubiratan de Lima Silva

Guaratinguetá
2015

Ale, Rafael Limberger
A36 Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis para um
6a condomínio sustentável – um estudo de caso / Rafael Limberger Ale–
Guaratinguetá : [s.n], 2015.
51 f. : il.
Bibliografia : f. 48-50

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade
Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva
Coorientador: Prof. Dr. George de Paula Bernardes

1. Hidrologia 2. Águas pluviais 3. Condomínios I. Título

CDU 556

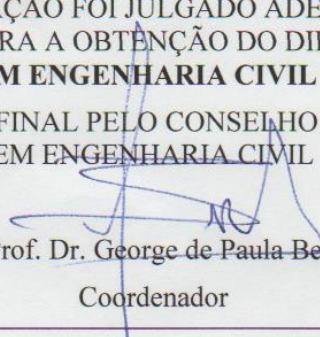


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

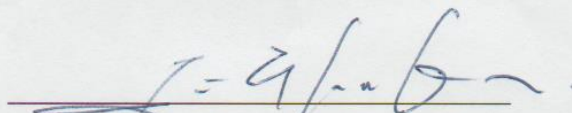
PROPOSTA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA UM CONDOMÍNIO SUSTENTAVEL – UM ESTUDO DE CASO

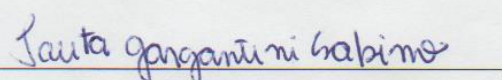
RAFAEL LIMBERGER ALE

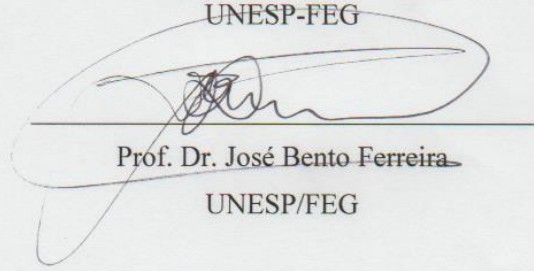
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL** APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dr. George de Paula Bernardes
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof.ª Dr.ª João Ubiratan de Lima e Silva
Orientadora/UNESP-FEG


Eng. Talita Gangantine Sabino
UNESP-FEG


Prof. Dr. José Bento Ferreira
UNESP/FEG

Dezembro de 2015

DADOS CURRICULARES

RAFAEL LIMBERGER ALE

NASCIMENTO	16\04\1989
FILIAÇÃO	Neuza Terezinha Limberger Ale Luiz Carlos Ale
2009/2015	Curso de Graduação em Engenharia Civil Universidade Estadual Paulista – “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Guaratinguetá.

Dedico este trabalho principalmente a Gabriela que sempre esteve ao meu lado e me incentivou a continuar mesmo nos momentos mais difíceis. Também dedico a minha família que não me deixou desistir ao longo de todos os anos da faculdade e me proporcionaram a oportunidade de estar aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar cursando uma ótima faculdade como a Unesp, aos meus pais, Neuza e Luiz Carlos que me proporcionaram todas as condições para poder cursa-la por todos este anos, aos meus irmãos, Fábio e Marcelo por me apoiarem e me incentivarem a nunca desistir, a minha namorada, Gabriela por estar ao meu lado e me ajudar a sempre ficar focado em meus objetivos, aos meus amigos da CDM, Bruno dos Santos, Tiago Guimarães, Matheus Caetano, Danilo Mello, Thomas, Vitor, Wallace do Santos, Yuri, Tarcisio, pela amizade e cumplicidade de todos estes anos.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo, o ciclo hidrológico da água em nosso planeta, e explicar sobre a sua importância na vida dos seres vivos, por fim, proceder a uma análise detalhada a respeito da viabilidade financeira da implementação de um sistemas sustentáveis no condomínio Shauer, sendo o primeiro a captação de água fluvial, que utilizará um reservatório para captação e filtragem, um reservatório para armazenamento da água filtrada e bombas que irão redirecioná-la a torneiras externas e utilização nos vasos sanitários das residências.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Sustentáveis, Reaproveitamento de água.

ABSTRACT

The End of Course Work this aims, the hydrological cycle of water on our planet, and explain about its importance in the lives of living beings, finally, carry out a detailed analysis regarding the financial feasibility of implementing a system Shauer sustainable in the condominium, the first being the pickup of river water, which will use a reservoir for capitation and filtering, a reservoir for water storage filtered and pumps that will redirects it to outside faucets and toilets use in residences.

Keywords: Sustainable Systems, Reuse of water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo Hidrológico.....	16
Figura 2 - Chuvas convectivas ou de convecção.....	18
Figura 3 - Chuvas orográficas ou de relevo.....	19
Figura 4 - Chuvas frontais ou ciclônicas.....	20
Figura 5 - Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva.....	22
Figura 6 - Esquema de coleta de água de chuva com reservatório de auto limpeza.....	28
Figura 7 - Reservatório de água de chuva com tonel.....	29
Figura 8 - Indicação para as áreas de captação.....	32
Figura 9 - Ábacos para determinação de diâmetros de condutores verticais.....	36
Figura 10- Precipitação Observada Acumulada.....	38
Figura11 - Filtro Vortex (WFF).....	40
Figura12-Filtros Flutuantes de Sucção.....	41
Figura13- Kit de Interligação.....	42
Figura14- Barril Stabilix Plus –750L.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos e características dos materiais constituintes dos telhados.....	27
Tabela 2 - Estimativa do consumo em uma residência nos EUA.....	30
Tabela 3 - Consumo mínimo diário de água para fins domésticos.....	31
Tabela 4 - Coeficiente de rugosidade de Manning.....	34
Tabela 5 - Capacidade de calhas semicirculares, com lâmina d água igual a $\frac{1}{2}$ diâmetro interno, $n=0,011$	34
Tabela 6 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular	35
Tabela 7- Dados Meteorológicos Médios Mensais.....	39
Tabela 9 - Tarifas aplicadas a cada faixa de consumo de água na região de São Paulo.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETE Estações de Tratamento de Esgoto

ANCCT Agencia Nacional Para Cultura Científica e Tecnológica

OMS Organização Mundial da Saúde

ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Estrutura do Trabalho.....	13
1.2 Objetivo.....	14
1.3 Objetivos específicos.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 O Ciclo Hidrológico.....	15
2.1.1 A Precipitação da Água na Atmosfera.....	16
2.2 O Aproveitamento da Água de Chuva.....	19
2.3 Classificação do Reuso de Água.....	22
2.4 Legislação para o Aproveitamento da Água da Chuva.....	24
2.5 O Sistema de Captação de Água.....	25
2.6 O Consumo Residencial.....	29
2.7 Área de captação da Água de Chuva.....	30
2.8 Vazão do Projeto.....	32
2.9 Dimensionamento das Calhas.....	33
2.10 Dimensionamento dos Condutores Verticais	34
2.11 Dimensionamento dos Condutores Horizontais.....	34
2.12 Dimensionamento do Reservatório.....	36
2.13 Tubulações de Distribuição da Água de Chuva.....	36
3 ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....	37
3.1 O Índice Pluviométrico da Região.....	38
3.2 Definindo a Área de Captação de Água.....	38
3.3 Eficiência de Filtragem da Água.....	39
3.3.1 O Filtro Vortex (WFF).....	39
3.3.2 O Filtro Flutuante de Sucção.....	40
3.4 O Kit de Interligação.....	41
3.5 Recipiente de Armazenamento de Área.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
4.1 Cálculo da Captação de Água no Projeto.....	43
4.2 Viabilidade de Implementação do Projeto.....	44
4.3 “Pay-Back” do Projeto.....	44
4.4 Atendimento aos Objetivos.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXO A	
ANEXO B	

1 INTRODUÇÃO

O recurso natural mais importante que temos é água, esta afirmação se consolida por muitos aspectos, o principal é o fato de aproximadamente 65% de o nosso corpo ser formado por água, também é importante lembrar que é o recurso mais abundante no planeta terra, totalizando cerca de 71% da superfície terrestre, porém apenas aproximadamente 2,6% são de água doce, sendo assim esta abundância não nos deixa a vontade quanto ao desperdício deste recurso fazendo com que ao decorrer dos últimos anos as pessoas passassem a adotar medidas para racional-la. <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/>

No Brasil apesar de existirem regiões com maiores problemas de escassez de água, devido à distribuição geográfica dos recursos hídricos e o clima, este assunto preocupa todas as regiões principalmente as grandes capitais como Rio de Janeiro e São Paulo, pois encontrasse distante dos principais rios e bacias do país, mas mesmo assim recebem muitos migrantes, pelo fato de São Paulo ser a metrópole do nosso país muitas pessoas a veem como uma oportunidade melhor de vida econômica, principalmente do nordeste, que é o lugar com maior problema de escassez de água no país. Essa migração agrava mais ainda o problema e aliado aos maus hábitos de desperdício desenvolvidos por muitos anos que não houve preocupação com a escassez, torna este problema crítico nos obrigando a tomar medidas de longo e curto prazo. <https://www.portalvital.com/saude/saude/a-agua-no-brasil>

Uma medida em longo prazo seria a conscientização da população, que já se iniciou há algum tempo, porém da mesma forma que a nossa cultura de desperdício foi desenvolvidas em muitos anos o processo contrário também é demorado e requer muita persistência e campanhas constantes de conscientização da população, ainda assim veremos o resultado disso nas gerações futuras e pequenos avanços na geração atual. Outra forma é o incentivo do governo a pesquisas com objetivo sustentável que são necessárias e muito importantes, mesmo surtindo resultado em longo prazo.

Em curto prazo o ideal seria criar leis, que obrigassem qualquer construção a utilizar métodos sustentáveis como, por exemplo, torneiras automáticas, válvulas de

acionamento duplo, reuso de águas da chuva, entre outros. A água de reuso tratada é produzida nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), depois de ser tratada ela pode ser utilizada para diversos fins, como refrigeração de equipamentos, processos industriais, geração de energia, em entidades e prefeituras pode se utilizada para lavagem de ruas e pátios, irrigação de áreas verdes, desobstrução de esgoto e águas pluviais lavagem de veículos.

Essa medida repercutiria muito no avanço sustentável, principalmente no que se refere à preservação desse recurso natural tão valioso, porém essa medida, apesar de se fazer necessária ela interfere em outros aspectos, entre eles a economia, tanto para obras que elevariam seu custo, como para empresas estatais e outras que gerenciam o abastecimento de água no país, e por isso principalmente que se faz necessário o estudo de viabilidade, entre elas financeira para construções, sendo as mais importantes as que se referem a grandes concentrações de moradias, sejam elas condomínios de casas ou apartamentos.

Sendo assim a proposta desta monografia é apresentar meios que possam preservar o recurso natural mais valioso que temos, realizando um estudo de caso em um condomínio localizado na cidade de Potim.

1.1 Estrutura do Trabalho

No capítulo 1 introdutório, mencionamos o objetivo geral deste trabalho, assim como, o objetivo específico. O segundo capítulo refere-se ao referencial teórico deste trabalho, deixando claro a importância do ciclo hidrológico na captação de água de chuva, ainda no capítulo 2 iremos abordar o aproveitamento da água de chuva, a classificação do reuso de água, sua legislação no Brasil, os sistemas de captação. Abordaremos também no segundo capítulo, o consumo médio de uma residência familiar, o cálculo da área de captação de água de chuva, assim como, o dimensionamento dos equipamentos do projeto.

No terceiro capítulo iremos comentar sobre a implementação do projeto, analisando os índices de precipitação da região de implementação do projeto e descrevendo sobre os componentes a serem utilizados no projeto. No quarto capítulo, iremos comentar sobre os resultados e realizar algumas discussões sobre o mesmos. No quinto e último capítulo abordaremos as considerações finais deste trabalho.

1.2 Objetivo

O Objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade financeira da implantação de medidas sustentáveis realizando um estudo de caso no condomínio residencial localizada na cidade de Potim, levando em conta não apenas o valor investido mais sim a importâncias de medidas que otimizem o uso e diminuam o desperdício da água.

1.3 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse trabalho serão abordados detalhadamente nos capítulos subsequentes, abaixo temos suas descrições:

- Realizar um estudo de caso em um condomínio localizado na cidade de Potim.
- Analisar a viabilidade financeira para a proposta.
- Levantar os dados hidrológicos da região em estudo;
- Estimar a demanda de água potável em uma casa;
- Encontrar o volume de água de chuva captada na área de captação;
- Dimensionar os principais componentes do projeto;
- Dimensionar o reservatório por meio da aplicação do método prático Inglês;

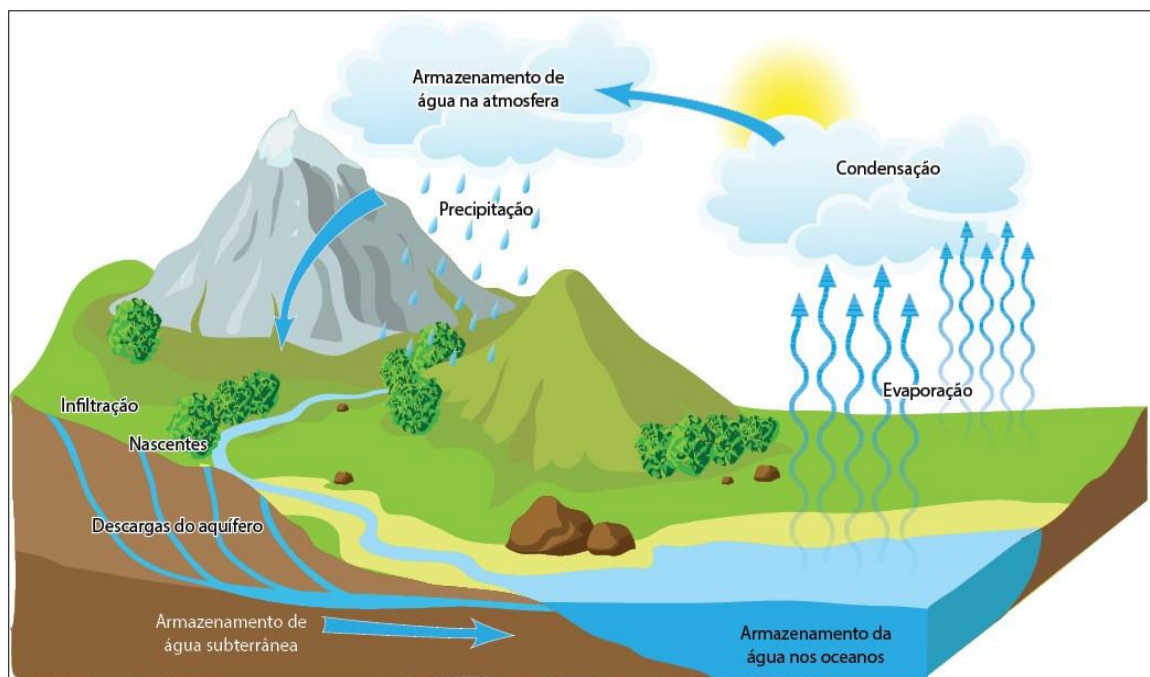
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Ciclo Hidrológico

O ciclo da água, mais tecnicamente chamado de ciclo hidrológico, nada mais é que o ciclo da água em nosso planeta. Segundo Villiers (2002), o ciclo hidrológico é um sistema físico quase estável e auto regulável, que transfere a água de um “reservatório” para outro em ciclos complexos. Podemos entender a palavra reservatório, como sendo, os reservatórios naturais do nosso planeta, como: rios, lagos, oceanos, aquíferos subterrâneos, calotas polares, solos saturados e até mesmo a atmosfera terrestre.

Ainda segundo Villiers (2002), uma enorme quantidade de água evapora da Terra e dos oceanos anualmente, consumindo cerca da metade da radiação solar que atinge a Terra. Na figura 1 abaixo, podemos constatar o ciclo da água em nosso planeta. Figura

1: Ciclo Hidrológico



FONTE: Revista Tesouro Líquido

<<http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=90&secao=1512&mat=1707>>

Como vemos na figura 1 acima, o Sol possui papel fundamental para a evaporação da água em nosso planeta, com a evaporação formam-se as nuvens que são as responsáveis pelo retorno da água ao solo do planeta, esse fenômeno é responsável pela manutenção dos aquíferos, lagos, rios e oceanos da Terra.

Segundo a Villiers (2002), de 10% a 20% da água da chuva encontra um caminho para os sistemas de água subterrânea, o que favorece a recarga de aquíferos. O autor ainda descreve que o processo de retirar mais água de um aquífero do que a quantidade que retorna a ele naturalmente é chamado de “super exploração dos lençóis freáticos e artesianos”. Esse uso desordenado das águas subterrâneas é um dos grandes problemas enfrentados pelo planeta.

A medida que a população do planeta cresce, o consumo de água cresce também, assim, a população precisa desenvolver habilidades, procedimentos e instituições para administrar o uso de água de forma correta, afim de, manter a qualidade e a quantidade do suprimento.

2.1.1 A Precipitação da Água na Atmosfera

Em hidrologia, por definição, precipitação é toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Portanto, são formas diferentes de precipitação: neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve. O que diferencia essas formas de precipitação é o estado em que a água se encontra (TUCCI, 1993). Ainda segundo a Villiers (2002), a precipitação é a liberação de água proveniente do vapor d’água da atmosfera sobre a superfície da Terra, sob a forma de orvalho, chuveiro, chuva, granizo, saraiva ou neve.

Uma importante característica da chuva que não é muito lembrada por nós, é o fato que a chuva também é muito importante para manter o equilíbrio radioativo do planeta. Mas a chuva não depende apenas da quantidade de vapor, ela depende também da topografia do local, dos ventos e dos padrões de evaporação.

Segundo Garcez; Alvares (1988), a condensação do vapor d’água atmosférico, consequência do seu resfriamento a ponto de saturação, pode ocorrer quando as massas de ar resfriam-se devido à:

- Ação frontal devido a outras correntes eólicas;
- Presença de topografia abrupta;
- Fenômenos de convecção térmica e, combinação dessas causas.

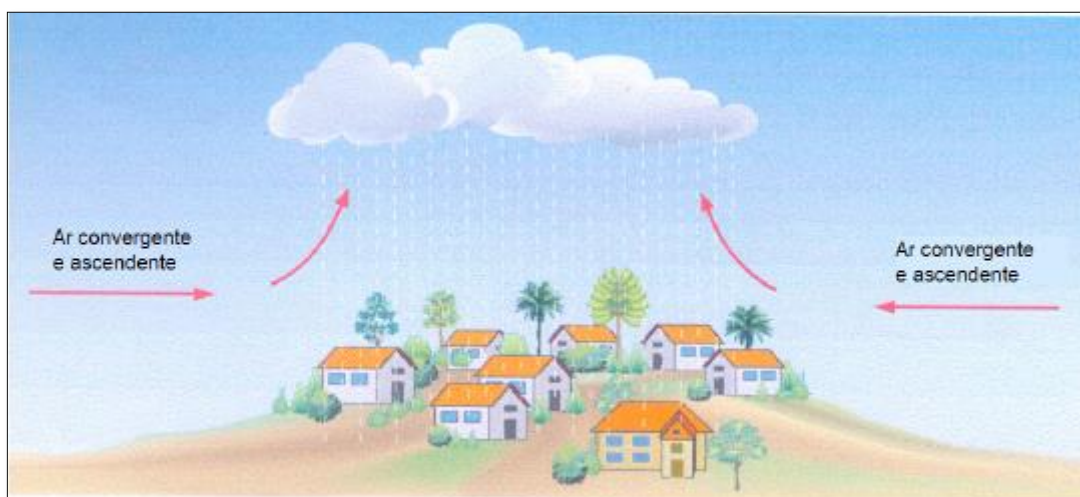
Segundo Tucci (1993), as precipitações podem ser classificadas em:

- **Convectivas ou de convecção:**

São aquelas formadas pelas camadas de ar em equilíbrio instável, através do aquecimento do ar úmido na vizinhança do solo, por ocasião de tempo calmo. Perturbado o equilíbrio, forma-se uma brusca ascensão local de ar menos denso que atingirá seu nível de condensação com formação de nuvens e, muitas vezes, precipitações. São as chuvas convectivas, características das regiões equatoriais, onde os ventos são fracos e os movimentos de ar são essencialmente verticais, podendo ocorrer nas regiões temperadas por ocasião do verão (tempestades violentas). São, geralmente, chuvas de grande intensidade e de pequena duração, restritas a áreas pequenas. São precipitações que podem provocar importantes inundações em pequenas bacias.

Na figura 2, observa-se como as chuvas convectivas se comportam.

Figura 2 - Chuvas convectivas ou de convecção



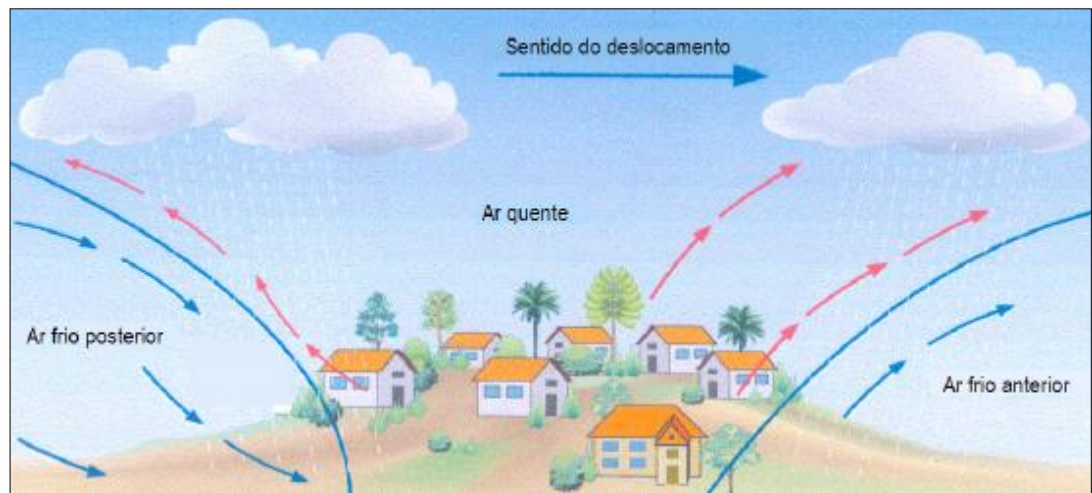
Fonte: Agência Nacional para Cultura Científica e Tecnológica (ANCCT, 2003), *Apud*, May (2005).

Orográficas ou de relevo:

São aquelas formadas quando ventos quentes e úmidos, soprando geralmente do oceano para o continente, encontram uma barreira montanhosa, elevam-se e se resfriam, havendo condensação do vapor, formação de nuvens e ocorrência de chuvas. São chuvas de pequena intensidade e de grande duração, que cobrem pequenas áreas. Quando os ventos conseguem ultrapassar a barreira montanhosa, do lado oposto projeta-se a sombra pluviométrica, dando lugar a áreas secas ou semiáridas causadas pelo ar seco, já que a umidade foi descarregada na encosta oposta.

Na figura 3, observa-se como as chuvas orográficas se comportam.

Figura 3 - Chuvas orográficas ou de relevo.



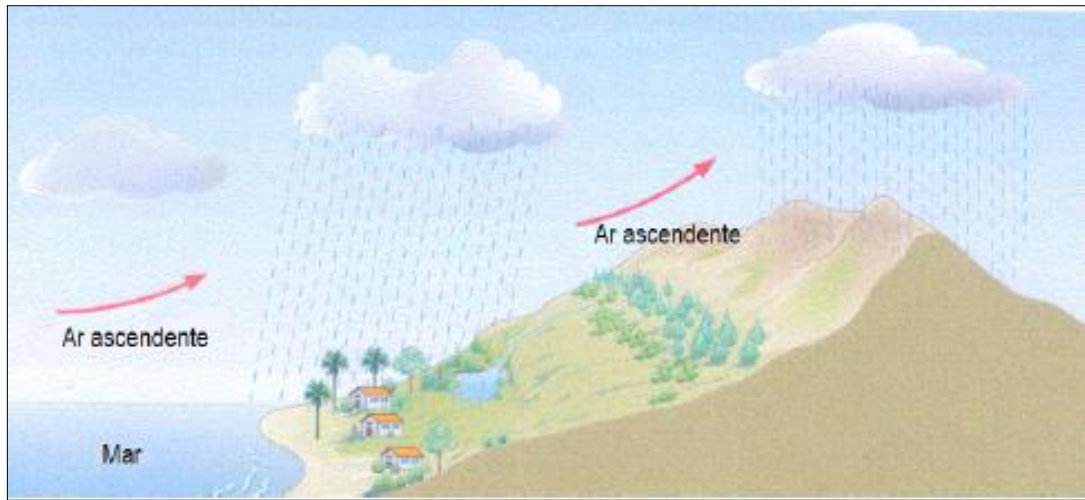
Fonte: Agência Nacional para Cultura Científica e Tecnológica
(ANCCT, 2003) *Apud*, MAY (2005).

- **Frontais ou ciclônicas:**

São aquelas que provêm da interação de massas de ar quentes e frias. Nas regiões de convergência na atmosfera, o ar mais quente e úmido é violentamente impulsionado para cima, resultando no seu resfriamento e na condensação do vapor de água, de forma a produzir chuvas. São chuvas de grande duração, atingindo grandes áreas com intensidade média. Essas precipitações podem vir acompanhadas por ventos fortes com circulação ciclônica. Podem produzir cheias em grandes bacias.

Na figura 4, observa-se como as chuvas frontais se comportam.

Figura 4 - Chuvas frontais ou ciclônicas



Fonte: Agência Nacional para Cultura Científica e Tecnológica
(ANCCT, 2003), *apud*, MAY (2005)

Na maioria dos casos as precipitações acontecem na forma de chuva, mas quando o resfriamento atinge o ponto de solidificação da água, pode ocorrer o aparecimento de granizo ou até mesmo neve. Quando as partículas de condensado são muito finas e se mantêm suspensas no ar junto à superfície do solo, aparecem os nevoeiros.

2.2 O Aproveitamento da Água de Chuva

Conforme Palmier (2001), a questão dos recursos hídricos em diversos países apresenta um grande desafio para as autoridades responsáveis. De fato, em muitas regiões, a demanda de água excede a quantidade disponível. “Nos últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de novas tecnologias referente ao manejo de recursos hídricos”. Com isso, observam-se novas no uso de técnicas de aproveitamento de água da chuva, tanto em regiões aonde já eram utilizadas, como em outros locais aonde não eram conhecidas. (PETRY; BOERIU, 2000)

Embora abordado com grande importância, o conceito de reuso é considerado,

atualmente, tão antigo quanto à própria existência da água no Planeta, e tem sido praticado há muitos anos em todo o mundo (BREGA FILHO e MANCUSO, 2003).

Além disso, é preciso considerar que, por meio do ciclo hidrológico, a natureza vem reciclando e reutilizando a água há milhões de anos, e com muita eficiência. Há muitos anos, cidades, lavouras e indústrias, já se utilizam de uma forma indireta, ou pelo menos, não planejada de reuso, que resulta da utilização de água, por usuários de jusante que captam águas que já foram utilizadas e devolvidas aos rios pelos usuários de montante (BREGA FILHO e MANCUSO, 2003).

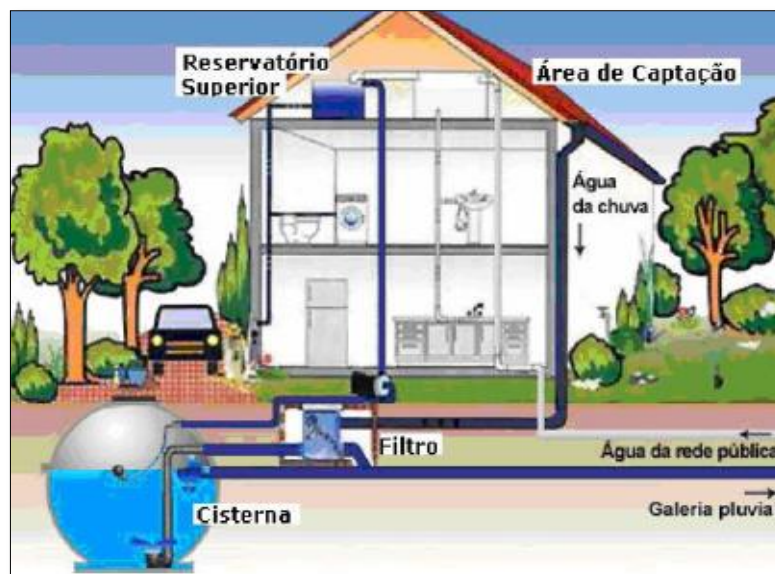
O sistema de aproveitamento de águas pluviais, consiste basicamente na captação, transporte, armazenamento e utilização da água de chuva para fins não potáveis, tais como na irrigação de jardins, descarga dos vasos sanitários, lavagem de veículos, garagens e quintais, sistemas de ar-condicionado e em sistemas de combate a incêndios e outros fins não potáveis (TOMAZ, 2007).

De acordo com Fendrich e Oliynik (2002), são necessárias algumas técnicas para operar esse sistema de aproveitamento de águas pluviais. A coleta da água é feita através dos telhados, coberturas e marquises, e a água coletada será armazenada em reservatórios onde será feita a verificação da qualidade das águas pluviais. Deverá ser feita a drenagem do excesso da água da chuva provocado por chuvas intensas e é indicado a eliminação da água da chuva inicial que lava os telhados devido as impurezas carregadas. De acordo com Tomaz (2007), a água é “*coletada durante eventos de precipitação pluviométrica em telhados inclinados ou planos onde não haja passagem de veículos ou de pessoas*”.

Existem vários tipos de coleta de água a ser feito em uma residência, o mais comum entre eles é a captação de água de chuva através do telhado. Alojando a água em reservatório ou cisternas no solo ou no subsolo do terreno do imóvel.

A figura 5 apresenta um esquema para o aproveitamento de água de chuva em uma residência.

Figura 5 - Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva



Fonte: BELLA CALHA citado por Marinovski (2007)

Segundo a *Organization of American States* (1997) apud Palmier (2001), na América do Sul e no Caribe os maiores problemas enfrentados para implementar as técnicas de gestão de água de chuva são:

- Dificuldades de difusão de informação sobre as técnicas aplicadas com sucesso;
- Falta de conhecimento da existência a importância dessas técnicas nos vários níveis da participação pública e tomada de decisões;
- Limitações econômicas;
- Ausência de coordenação interinstitucional e multidisciplinar;
- Ausência de legislação adequada;
- Incapacidade de avaliar de forma apropriada o impacto da introdução de tecnologias alternativas nas situações existentes.

Soares;Gonçalves (2001) relatam que para a implantação do sistema de reuso de água servida e aproveitamento de água de chuva, será necessário o governo atribuir uma política de incentivo à instalação desses sistemas. Estes incentivos poderão vir como forma de subsidiar taxas ou impostos, tendo como consequência o aumento da oferta e diminuição da demanda de água potável.

Além dos itens citados acima, como incentivos fiscais por parte dos governos, conscientização da população sobre o reuso da água. Um importante fator a ser mencionado é a condição para que a implementação de projetos seja um sucesso. Segundo Baú (1991) apud Soares ET AL (1999) relatam que a utilização de água de cuva torna-se atrativa nos seguintes casos:

- Áreas de precipitação elevada;
- Áreas com escassez de abastecimento;
- Áreas com alto custo de extração de água subterrânea.

Nas áreas urbanas podemos levantar dois pontos positivos a serem considerados antes da implementação do projeto:

- A redução do consumo de água;
- A redução de carga da água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana da cidade.

2.3 Classificação do Reuso de Água

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1973) o reuso da água é classificado da seguinte forma:

- **Reuso Indireto:** ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para fins doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, de forma diluída;
- **Reuso Direto:** é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- **Reciclagem interna:** é o reuso da água realizada internamente em instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

Nessa mesma publicação da OMS, é diferenciado o reuso indireto intencional do não intencional, sendo definindo que, quando o reuso indireto decorre de descargas à montante, ou de recargas planejadas no aquífero subterrâneo, ele é designado reuso indireto intencional.

Ainda sobre a classificação do reuso de água, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 1992), utiliza a classificação do reuso de água feita por Westerhoff (1984), tendo sido amplamente divulgada em sua série “Cadernos de Engenharia Sanitária e Ambiental” em 1992. Nessa classificação o autor divide o reuso da água em duas categorias: potável e não potável.

Reuso Potável:

Reuso potável direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.

Reuso potável indireto: Caso em que o esgoto, após o tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

Reuso Não Potável:

Reuso não potável para fins agrícolas: Embora, quando se pratica essa modalidade de reuso, via de regra haja, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo principal dela é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais entre outras, e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para a dessedentação de animais.

Reuso não potável para fins recreacionais: classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esporte, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais, etc.

Reuso não potável para fins domésticos: são considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios. Complementando a classificação de Westerhoff, também será apresentado a seguir o reuso para manutenção de vazões, a aquicultura e a recarga de aquíferos subterrâneos para que os diversos tipos de reuso sejam abordados.

Reuso para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada

diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.

Aquicultura: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados.

Recarga de aquíferos subterrâneos: é a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta, pela injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante.

2.4 Legislação para o Aproveitamento da Água da Chuva

O nosso país ainda não dispõe de uma norma técnica específica para os sistemas de reuso da água da chuva. No geral, são adotados orientações técnicas produzidas por instituições privadas ou referenciais internacionais. A falta de uma lei ou uma norma, dificulta o trabalho dos profissionais e a aplicação desta prática no país.

Já para sistemas de aproveitamento de água pluviais, existe uma norma, NBR 15.527 – Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, publicada em 24/10/2007 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2007). Essa norma apresenta os requisitos mínimos para o aproveitamento da água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Assim sendo, a sua aplicação é para usos não potáveis em que a água da chuva pode ser utilizada após algum tratamento que se considere adequado. Para o desenvolvimento do projeto do sistema de coleta da água de chuva, este deve atender as normas técnicas, ABNT – NBR 5.626 e NBR 10.844. No projeto também deve constar: o alcance do projeto, a população ser atendida, a determinação da demanda, bem como os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região (ABNT, 2007).

Por sua vez, no que diz respeito à legislação, destaca-se as leis municipais, ou seja cada cidade pode possuir a sua.

2.4 O Sistema de Captação de Água

Segundo Gonçalves, (2006,p.93). “A utilização dos sistemas de aproveitamento de água da chuva, além de proporcionar a conservação do recurso, possibilita a redução do escoamento superficial diminuindo a carga nos sistemas de coleta pluviais que, conseqüentemente, diminui o risco de inundações”.

Ainda segundo o autor a metodologia para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial envolve as seguintes etapas:

- Determinação da precipitação média local (mm/mês),
- Determinação da área de coleta,
- Determinação do coeficiente de escoamento,
- Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc),
- Projeto do reservatório de descarte,
- Escolha do sistema de tratamento necessário,
- Projeto da cisterna,
- Caracterização da qualidade da água pluvial,
- Identificação do uso da água (demanda e qualidade). (GONÇALVES, 2006)

Além dos itens citados acima, dependendo do projeto pode-se adicionar ou remover componentes.

Segundo Waweru (1999), os parâmetros principais envolvidos no sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva são: área de coleta, quantidade de água , capacidade de armazenamento e confiabilidade. Enquanto Vyas (2001) assume que a área de coleta, o coeficiente de *Runoff* , ou também conhecido como coeficiente de deflúvio e o volume do reservatório, como os principais parâmetros a serem considerados. O coeficiente de *Runoff*, é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume precipitado, isto é, é a perda de água por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado, etc.

Utiliza-se a letra C para indicar o coeficiente de *runoff*. A aplicação da fórmula racional depende do Coeficiente de *runoff*. Existem tabelas que relacionam este coeficiente com a natureza da superfície onde a água esco.

Segundo Paula (2005) apud Roggia (2007), o *Domestic Roofwater Harvesting Programme* da Universidade de Warwick no Reino Unido apresenta uma comparação entre diversos tipos de materiais constituintes das telhas da cobertura, destacando suas vantagens e desvantagens, conforme vemos na tabela 1.

Tabela 1 : Tipos e características dos materiais constituintes dos telhados.

Tipo	Coefficiente de runoff	Notas
Folhas de ferro galvanizado	Maior que 0,90	Qualidade excelente da água. A superfície é excelente e, nos dias quentes, a alta temperatura ajuda a esterilizar a água.
Telha cerâmica	0,60 a 0,90	Se vitrificada apresenta melhor qualidade, Caso contrário, pode apresentar mofo. Pode existir contaminação nas junções das telhas.
Telhas de cimento amianto	0,80 a 0,90	Folhas novas podem dar boa qualidade à água. Não existe alguma evidência que cause efeito cancerígeno pela ingestão da água que passa por elas. Levemente porosas, o que diminui o Coeficiente de Runoff. Quando velhas, podem apresentar lodo e rachaduras.
Orgânicos (Sapê)	0,20	Baixa qualidade (≈ 200 CF/100 mL). Pouca eficiência da primeira chuva. Alta turbidez devido à presença de matéria orgânica dissolvida e em suspensão.

Fonte: *Domestic Roofwater Harvesting Programme* da Universidade de Warwick no Reino Unido.

Fonte: www.eng.warwick.ac.uk/dtu/rwh apud PAULA (2005)

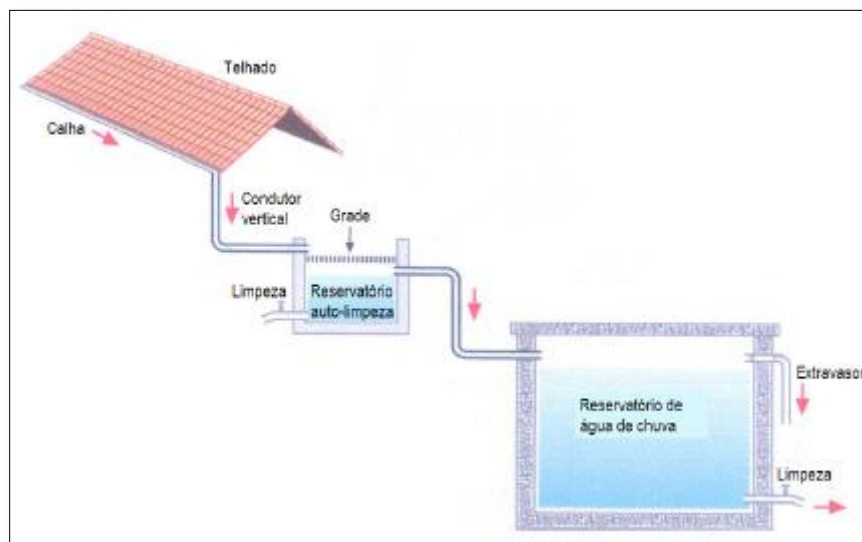
Além dos componentes necessários para a realização do projeto, um fator de sua importância para o sucesso da implementação é a qualidade da água.

Existem diversos tipos de tratamentos para um projeto, um tratamento simples pode ser feito utilizando: sedimentação natural, filtração simples e cloração. Pode-se utilizar outros tratamentos mais complexos, por exemplo, a desinfecção por ultravioleta a osmose reversa.

Para se coletar a água da chuva é necessário ter os condutores verticais e condutores horizontais, que geralmente já estão instalados nas edificações, os dispositivos para descarte de água de limpeza do telhado e os reservatórios geralmente devem ser instalados para a coleta da água de chuva.

A figura 6, nos mostra o esquema de coleta de água de chuva com um reservatório de alto limpeza.

Figura 6: Esquema de coleta de água de chuva com reservatório de auto limpeza.



Fonte: Tomaz (1998)

Como mencionado anteriormente, para se manter a qualidade dessa água captada, deve-se seguir uma série de cuidados especiais, na instalação e na manutenção do sistema como um todo, por exemplo:

- Deve-se evitar a entrada da luz solar no reservatório para diminuir as chances de proliferação de microorganismos;
- Deve-se manter a tampa de inspeção sempre fechada;
- A saída do extravasor deve possuir grade;
- A limpeza do reservatório deve ser feita pelo menos uma vez ao ano;
- Essa água coletada será utilizada apenas para consumo não potável;
- Em uma longa estiagem, deverá ser previsto o reabastecimento do reservatório, mesmo que seja com água potável, em quantidade que garanta o seu consumo diário;
- A entrada de água potável do reservatório de água de chuva, deverá estar acima da entrada de água de chuva para não retornar água de chuva ao reservatório de água potável;

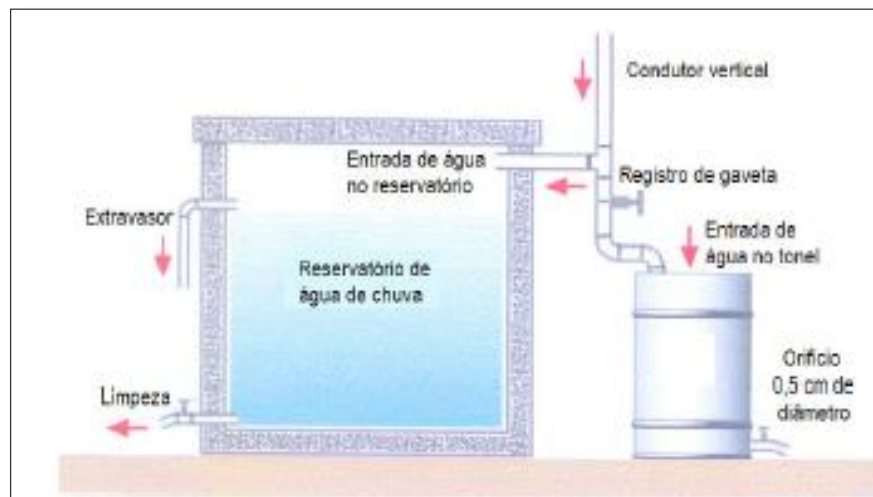
- No fundo do reservatório deve existir um dispositivo para se evitar a turbulência na água e não agitar o material sedimentado no fundo do reservatório de água de chuva;
- Deverá ser verificada a necessidade de coloração e filtração da água de chuva armazenada;
- Não se deve fazer conexão de rede de água potável com a rede de água de chuva no sistema de distribuição.

Segundo Dacah (1990), o funcionamento do tonel no sistema de coleta de água de chuva ocorre de seguinte maneira: a água do telhado passa pela calha e desce pelo condutor vertical chegando até um tonel com capacidade de 50 litros. Se a área de coleta for muito grande deve-se aumentar esse volume do tonel.

No condutor deve-se conectar uma saída horizontal para alimentar o reservatório de água de chuva.

Na figura 7, podemos observar o esquema de funcionamento do tonel para descarte da água de limpeza do telhado.

Figura 7: Reservatório de água de chuva com tonel.



Fonte: Dacach (1990)

2.5 O Consumo Residencial

De acordo com Brow (1986); Caldwell (1986) *apud* Tomaz (2000) na estimativa de consumo interno em uma residência, o vaso sanitário é o aparelho que

consome maior volume de água, ou seja, cerca de 35% do consumo total. O segundo equipamento que mais consome água é a máquina de lavar roupa, que corresponde a 22% do consumo residencial.

Na tabela 2 abaixo, podemos analisar alguns dados estimados para o consumo interno de uma residência nos EUA.

Tabela 2: Estimativa do consumo em uma residência nos EUA.

CONSUMO INTERNO EM UMA RESIDENCIA	PORCENTAGEM DE CONSUMO EM UMA RESIDENCIA
Vaso Sanitário	35%
Lavagem de Roupa	22%
Chuveiros	18%
Torneiras	13%
Banhos	10%
Lavagem de Pratos	2%
TOTAL	100%

Fonte: Brow (1986); Caldwell (1986) *apud* Tomaz (2000)

Segundo a Sabesp (2009), o consumo médio diário de água por pessoa, conhecido por "*consumo per capita*" de uma comunidade, é obtido dividindo-se o total de consumo de água por dia pelo número de pessoas servidas. O consumo de água depende de vários fatores, sendo complicada a determinação do gasto mais provável por consumidor. No Brasil, costuma-se adotar quotas médias "*per capita*" diárias de 120 a 200 litros por pessoa.

Na tabela 3, é apresentado, segundo o Engenheiro Saturnino de Brito (2009), o consumo mínimo diário de água para fins domésticos por uma pessoa, que é da ordem de 77 L hab⁻¹ dia⁻¹.

Tabela 3: Consumo mínimo diário de água para fins domésticos.

Tabela 2: Consumo mínimo diário de água para fins domésticos.	
Fonte: (SATURINO DE BRITO, 2009).	
Atividades domésticas	Consumo (L hab ⁻¹ dia ⁻¹)
Água para a bebida	02
Alimentos e cozinha	06
Lavagens de utensílios	09
Lavagens de roupas	15
Abluções diárias	05
Banho de chuveiro	30
Aparelhos sanitários	10
Total consumido (L hab⁻¹ dia⁻¹)	77

Fonte: (SATURINO DE BRITO, 2009).

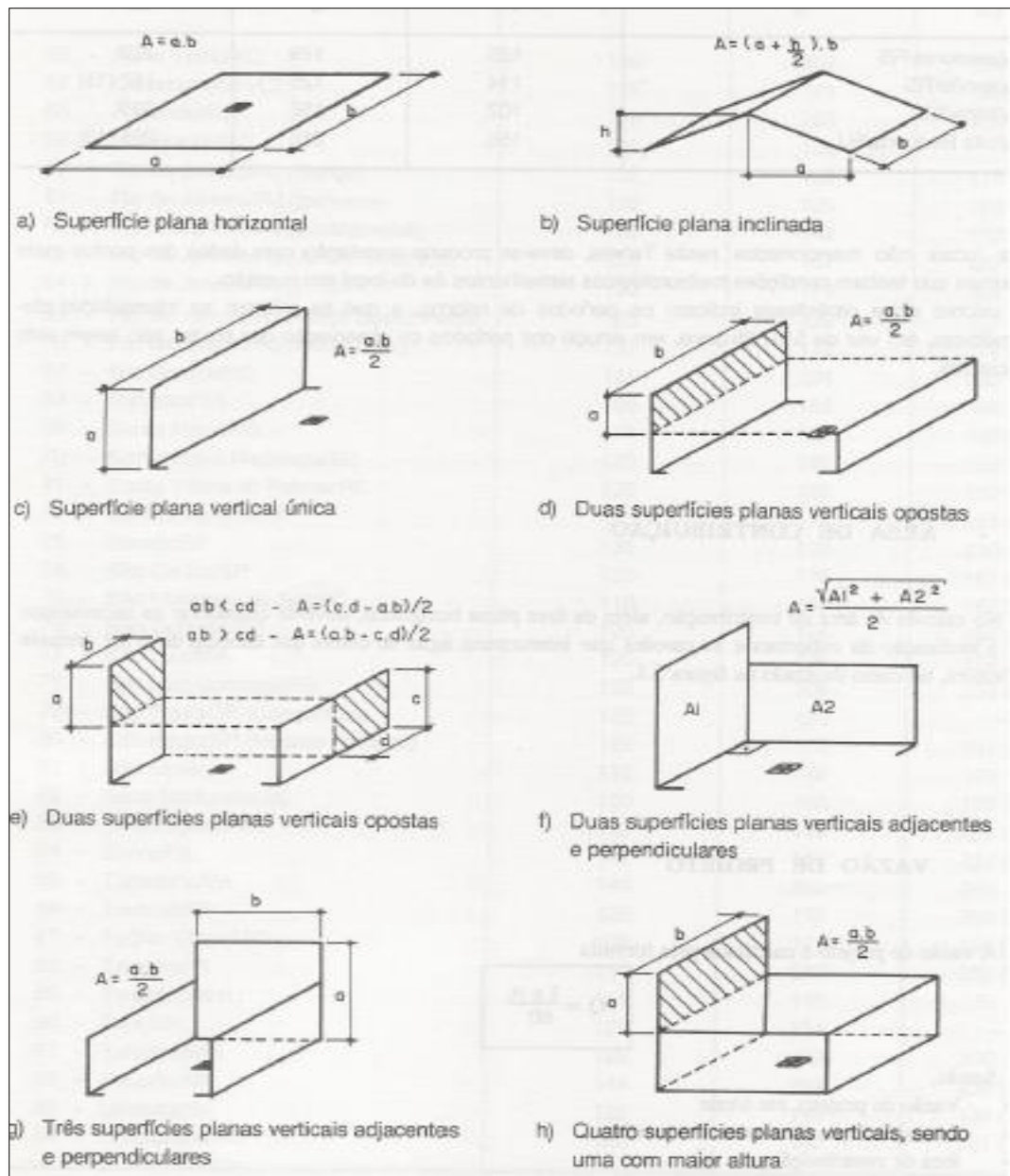
2.6 Área de captação da Água de Chuva

Um importante fator a ser considerado na implementação do projeto, é a área de contribuição para captação da água, através dessa área, conseguimos descobrir os volumes e as vazões para o aproveitamento dessa água.

A norma NBR 10844/89, para o cálculo da área de contribuição da região de captação, além da área, plana horizontal, devem ser considerados alguns incrementos devido à inclinação da cobertura, assim como, as paredes e a ação dos ventos.

Na figura abaixo, temos uma esquematização dos cálculos das áreas de contribuição mencionadas acima, levando em consideração as paredes horizontais, verticais e a angulação do telhado, já levando em consideração as ações dos ventos e de acordo com a norma brasileira desenvolvida pela NBR.

Figura 8: Indicação para as áreas de captação.



Fonte: NBR 10844/89

Segundo (CREDER, 1991), as lajes horizontais devem evitar empoçamentos de água e ter um declive mínimo de 0,5 % para garantir o escoamento até os pontos de drenagem previstos. Deve-ser feito a drenagem por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução.

2.7 Vazão do Projeto

O volume máximo de água pluvial que poderá ser coletado no intervalo de um mês. De acordo com Tomaz (1998) apud May (2005), o volume máximo de chuva mensal que pode ser armazenado é calculado pela **equação 1**:

$$V = P \times A \times C \quad (1)$$

onde:

V = Volume anual de água da chuva (m^3);

P = Precipitação média mensal (mm);

A = Área de coleta (m^2);

C = Coeficiente de *runoff*.

Obs: O valor do coeficiente de runoff deve ser retirado da tabela 1, já mencionada anteriormente.

- **Volume acumulado (m^3):** é o **somatório** do volume de chuva mensal nos meses de janeiro a dezembro.
- **Volume de chuva - demanda (m^3):** é a diferença entre o volume de água da chuva disponível e o volume da demanda a ser atendida.
- **Volume do reservatório de água da chuva (m^3):** é o volume adquirido no somatório da diferença negativa do volume de chuva e da demanda.
- **Número de dias que haverá suprimento com água de chuva:** é o número de dias e que o volume do reservatório sustenta a demanda do sistema sem utilizar água de outra de alimentação em períodos de estiagem. Segundo Tomaz (1998) apud May (2005), o número de dias de seca que será suprido com água da chuva é calculado da seguinte maneira: volume do reservatório / volume demanda.

2.8 Dimensionamento das Calhas

Deve ser calculada através da equação de Manning descrita abaixo:

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R \cdot h^2 \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Sendo:

Q = Vazão de projeto, em l/min;

S = área da seção molhada da calha, em m² ;

n = coeficiente de rugosidade Manning conforme tabela2;

Rh = raio hidráulico, em m;

I = declividade da calha, em m/m.

K = 60.000

Tabela 4: Coeficiente de rugosidade de Manning

Material	Coeficiente de rugosidade (n)
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Fonte: NBR 10844, (1989, p. 6)

Calculando o raio hidráulico:

$$Rh = \frac{ab}{2a+b} \quad (3)$$

A lâmina de água é a altura máxima de escoamento dentro de calha e n é o coeficiente de atrito de Manning. A tabela 5, nos mostra a capacidade de calhas semicirculares, com lamina d'água igual a 0,5 do diâmetro interno, n=0,011.

Tabela 5 – Capacidade de calhas semicirculares, com lâmina d'água igual a ½ diâmetro interno, n=0,011

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,50%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: NBR 10844, (1989, p. 6)

2.9 Dimensionamento dos Condutores Verticais

Os condutores verticais sempre que possível, devem ser projetados em uma só prumada. Nos desvios, temos que usar curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°; devem ser previstas peças de inspeção. O diâmetro interno mínimo dos tubos verticais é de 70 mm. (CREDER, 1991)

Para o dimensionamento dos condutores verticais, ainda utilizamos a Norma NBR10844/89 e seus gráficos.

Sendo que:

Q = vazão do projeto, em litros/min

H = altura da lâmina d'água da calha, em mm

L = comprimento do condutor vertical, em m

2.10 Dimensionamento dos Condutores Horizontais

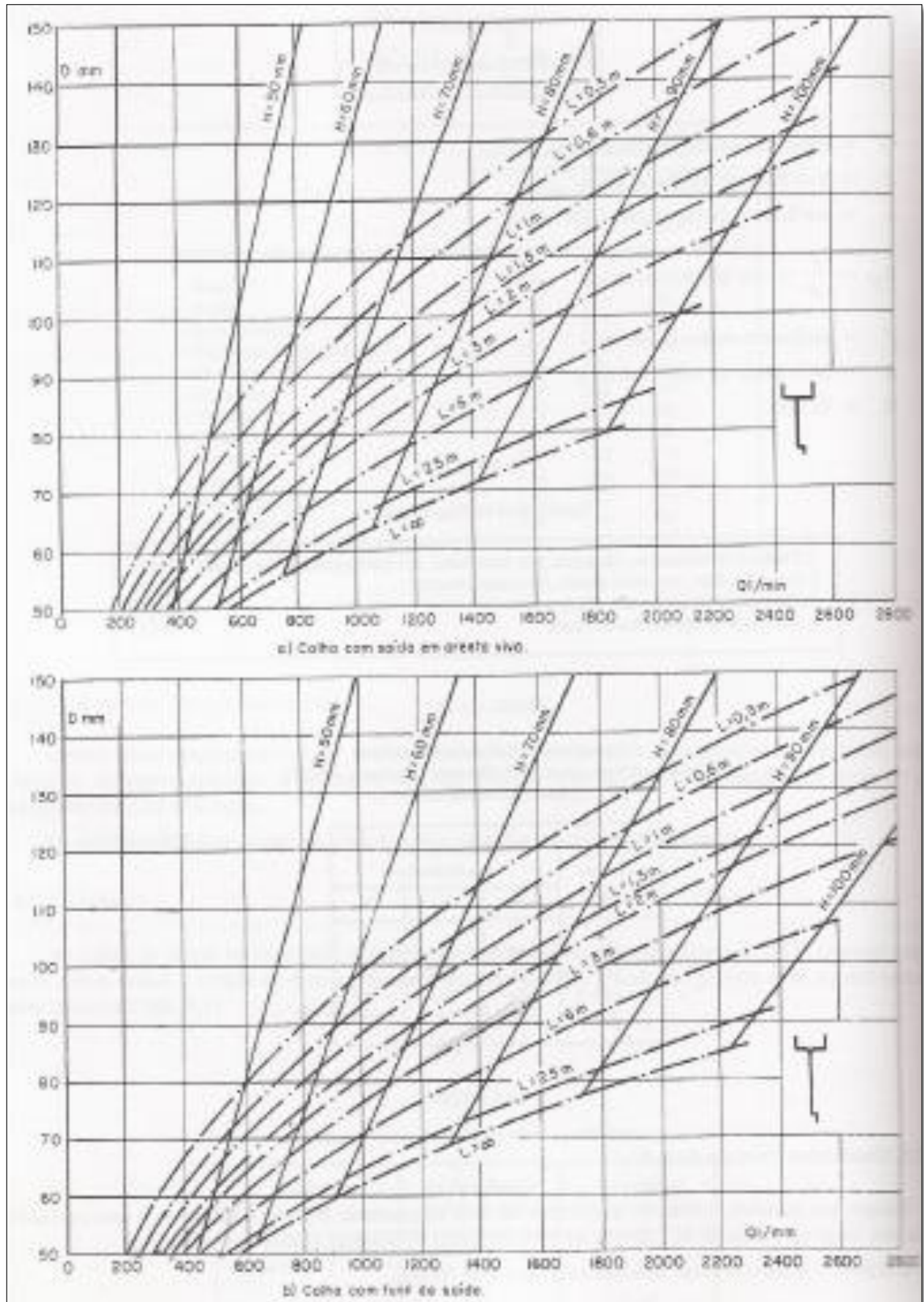
Para o dimensionamento dos condutores horizontais utiliza-se uma tabela da Norma NBR 10844/89, fornecendo o diâmetro interno dos condutores, que foram calculados através da equação de Manning-Strickler. De acordo com a NBR 10844/89 os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%, utilizando a tabela 6.

Tabela 6: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (Vazão em l/min)

Diâmetro interno (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
50	32	43	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	243	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1530	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3630	1190	1670	2360	3330	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4500	6420	9110

Fonte: NBR 10844, (1989, p. 9)

Figura 9: Ábacos para determinação de diâmetros de condutores verticais



Fonte: NBR 10844, (1989,p.8)

2.11 Dimensionamento do Reservatório

Utilizando o método prático Inglês, podemos calcular a dimensão do recipiente de armazenamento de água captada.

É um método que utiliza-se um percentual de aproveitamento da precipitação média anual em relação à área de coleta da água.

Conforme a NBR 15527 (ABNT, 2007), o volume do reservatório de água pluvial é obtido por meio da equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

onde:

P = precipitação média anual (mm)

A = área de coleta em projeção (m²)

V = volume de água da cisterna (litros)

Por sua vez, o coeficiente de segurança corresponde à fração mensal referente ao aproveitamento de 60% da precipitação anual, ou seja:

$$60\% \times P \text{ anual} / 12 \text{ meses} = 0,05 P \text{ anual}$$

2.12 Tubulações de Distribuição da Água de Chuva

As tubulações de distribuição da água de chuva podem ser de PVC, aço galvanizado, ou cobre. Devem atender a ABNT NBR 5626/1998, sendo observadas as mesmas condições de dimensionamento adotadas para as tubulações de água fria potável, ou seja, devem ser concebidas e projetadas como condutos forçados em escoamento permanente e uniforme, através de um balanceamento entre o diâmetro da tubulação, a vazão de projeto e as pressões necessárias, tendo em vista a carga disponível.

Os seguintes parâmetros hidráulicos devem ser bem definidos: pressão; velocidade; perda de carga e a vazão.

3 Análise da Implementação do Projeto

3.1 O Índice Pluviométrico da região

O primeiro passo para uma análise de viabilidade da implementação do projeto em questão, é a precipitação acumulada na região do projeto.

O condomínio onde o projeto seria implementado fica na cidade de Potim no estado de São Paulo. A figura abaixo nos mostra a precipitação observada acumulada em um período de 90 dias no país.

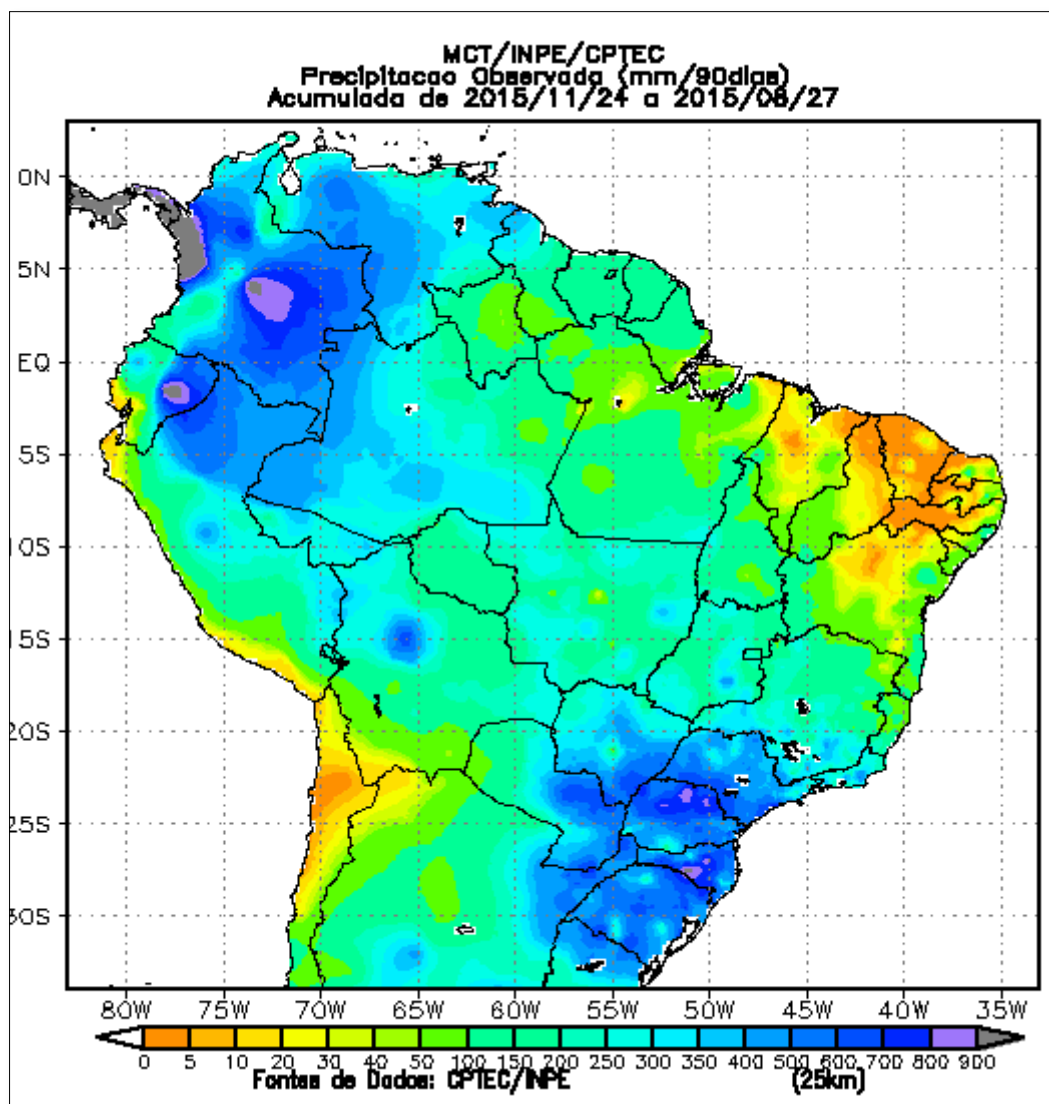


Figura 10: Precipitação Observada Acumulada

Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/secas/>; Acesso: 25/11/2015 às 17:50

Mas para um cálculo mais preciso necessitamos dos dados de precipitação mensal ou médio da região em questão, na tabela abaixo podemos observar esses dados ao longo dos meses e o dado médio dessa precipitação.

Tabela 7: Dados Meteorológicos Médios Mensais

DADOS METEOROLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS (1962-1991)	
REGIÃO ORIENTAL PAULISTA – GUARATINGUETÁ	
ALTITUDE DE 540m	
<i>MESES</i>	<i>PRECIPITAÇÃO</i>
Janeiro	197,7
Fevereiro	152,1
Março	214,2
Abril	81,7
Maio	60,6
Junho	35,2
Julho	24,4
Agosto	22,8
Setembro	65,8
Outubro	91,4
Novembro	144,9
Dezembro	212,9
MÉDIA	188,6

Fonte: INPE. Climanálise Especial. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC, 1996. 235p.

Assim observamos que na região a média de precipitação é de 188,6 mm.

3.2 Definindo a Área de Captação de Água

A área de captação do projeto em questão é apenas as áreas dos telhados de cada residência do condomínio, essa área é de 95,55m².

Nesse estudo de caso, não levaremos em consideração a captação de água de chuva em outras áreas do residencial.

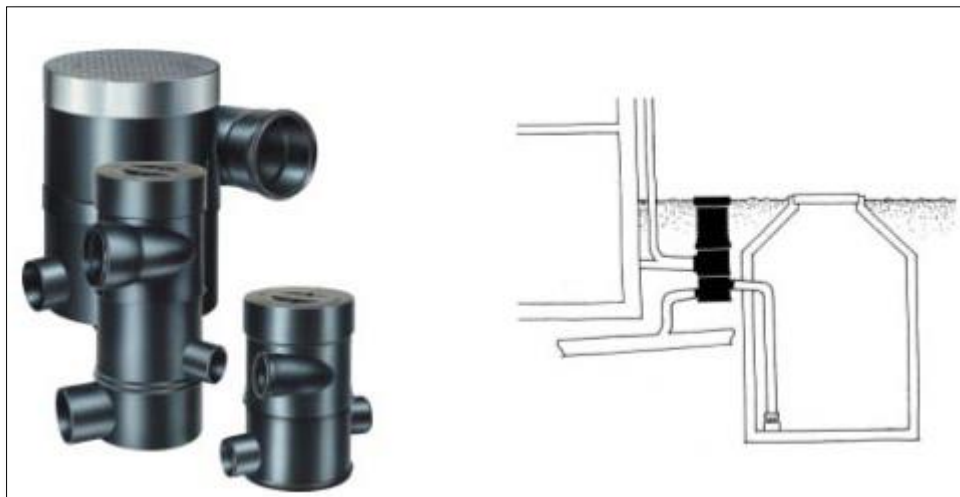
3.3 Eficiência de Filtragem da Água

A eficiência de filtragem da água depende exclusivamente do filtro que utilizaremos no projeto, nesse projeto utilizaremos um filtro do fabricante AquaStoke, que em boas condições pode nos garantir uma eficiência de cerca de 90%.

3.3.1 O Filtro Vortex (WFF)

Os filtros Vortex da WISY são instalados no ponto de união da tubulação que drena a água de chuva de diversos condutores verticais, sendo então mais eficientes.

Figura11 : Filtro Vortex (WFF)



Fonte: AQUASTOCK – Equipamentos necessários para a reutilização da água da chuva.

Utilizam um princípio original de filtragem que garante grande eficiência, separando a água de chuva de impurezas como folhas, galhos, insetos e musgo, com mínima perda de água e exigência de manutenção mínima.

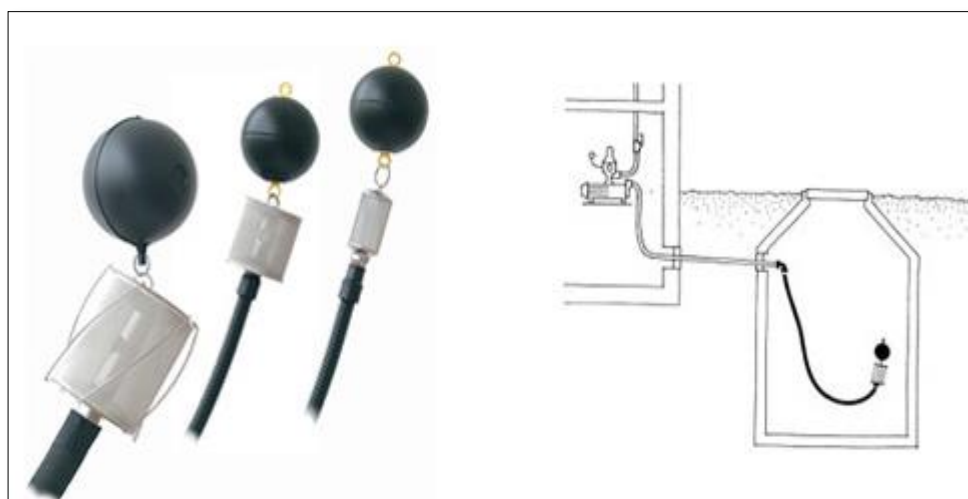
- Para áreas de telhado de até 200 m² (WFF 100), até 500 m² (WFF 150) e até 3.000 m² (WFF 300).
- Captam cerca de 90% da água.
- Filtram partículas de até 0,28 mm.

- Qualidade superior, com fabricação em aço inox (elemento filtrante) e carcaça de polipropileno.
- Não há redução da seção da tubulação, evitando entupimentos.
- 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.
- Dispõem de inserção cega para interromper filtragem

3.3.2 O Filtro Flutuante de Sucção

Os filtros Flutuantes de Sucção WISY são instalados na tomada de água da bomba que faz a captação da água do reservatório para alimentar os pontos de consumo.

Figura12: Filtros Flutuantes de Sucção



Fonte: AQUASTOCK – Equipamentos necessários para a reutilização da água da chuva.

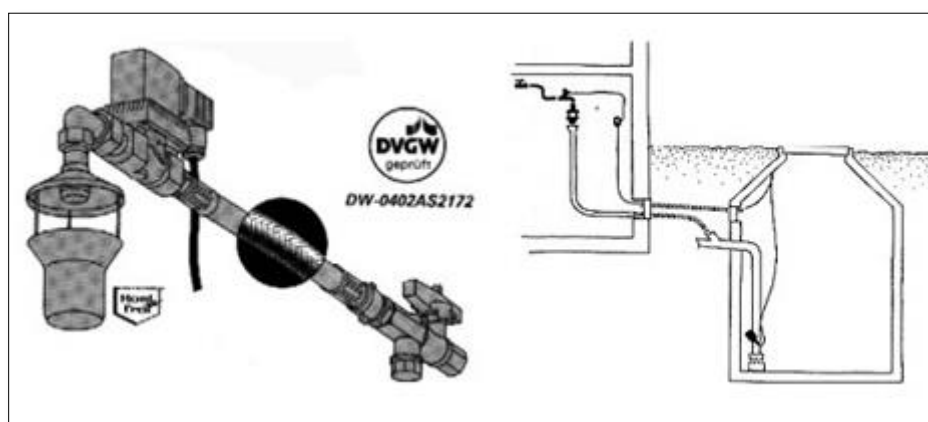
Filtram impurezas que porventura ainda estejam no reservatório, garantindo a qualidade da água e evitando problemas com a bomba. Podem ser usados independentemente do pré-filtro e também para água de reuso ou de poços.

- Podem ser adaptados a qualquer bomba.
- A grande área de superfície do filtro fino evita qualquer resistência extra de sucção. Isso significa que a bomba pode desenvolver sua melhor eficácia.
- Filtram partículas de até 0,3 mm.
- O flutuador esférico permite que o ponto da sucção acompanhe o nível de água e assegura que a água seja captada onde está mais limpa: logo abaixo da superfície.
- Acompanham válvula de retenção.
- Acompanham mangueira flexível em diversos comprimentos.
- Filtro em aço inox, boia em polietileno.
- Disponíveis em diversas bitolas, para diferentes vazões.
- Diversos tipos de conectores.

3.4 O Kit de Interligação

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.

Figura13: Kit de Interligação



Fonte: AQUASTOCK – Equipamentos necessários para a reutilização da água da chuva.

Uma boia de nível detecta o baixo nível de água no reservatório e aciona uma válvula magnética, que se abre permitindo a entrada de água da rede pública.

- Os Kits são compostos de torneira, mangueira, acionador de descarga (válvula solenoide), conector e boia de nível.
- Bocal separador para evitar contato de água de chuva e água de rede opcional.
- Podem ser instalados tanto dentro como fora do reservatório.
- De fácil instalação, requerem apenas ponto de água da rede e ponto de elétrica (para acionamento da boia e da válvula solenoide).
- Boia de nível eletrônica, sem risco de contaminação.
- Disponíveis em diversas bitolas para vazões de 2,64 m³/h até 34,92 m³/h.
- Qualidade WISY e funcionamento absolutamente seguro.

3.5 Recipiente de Armazenamento d'Água

O recipiente utilizado para a implementação do projeto será o Barril Stabilix Plus –750L, a largura permite passar sob uma porta comum a capacidade de armazenamento pode ser aumentada conectando-se unidades adicionais. A cor verde opaca evita a formação de algas e a tampa com fecho seguro veda a entrada de mosquitos no reservatório.

Figura14: Barril Stabilix Plus –750L



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Cálculo da Captação de Água no Projeto

A área do telhado da residência (95,55 m²), e o índice de precipitação média anual da cidade de Potim (188,6 mm) e a eficiência do filtro (90%), podemos calcular a quantidade de água coletada em média de 16,22 m³ mês⁻¹, conforme cálculo, apresentado a seguir.

$V = A \cdot \epsilon \cdot IP$; fórmula considerada pela Aquastock para cálculo de captação de água.

Onde:

V = volume em metros cúbicos por mês (m³/mês);

A = área de telhado em metros quadrados (m²);

ϵ = eficiência do filtro;

IP = índice pluviométrico mensal em milímetros por mês (mm/m).

Captação média de água mensal

$$95,55 \text{ m}^2 \times 0,1886 \text{ m/mês} \times 90\% = 16,22 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Captação de água no mês de maior precipitação

$$95,55 \text{ m}^2 \times 214,2 \text{ m/mês} \times 90\% = 18,42 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Captação de água no mês de menor precipitação

$$95,55 \text{ m}^2 \times 22,8 \text{ m/mês} \times 90\% = 1,96 \text{ m}^3/\text{mês}$$

4.2 Viabilidade de Implementação do Projeto

Partindo do princípio que o projeto poderia captar a média de 16,22 m³ (16.220 L) de água de chuva, e como vimos anteriormente na tabela 3, uma pessoa necessita de 10L de água por dia para utilização de um vaso sanitário. Assim sendo, em uma casa residencial dimensionada para 4 habitantes, teríamos uma demanda diária de 40L para utilização do vaso sanitário. Ou seja, o projeto supre a necessidade dessa residência.

4.3 “Pay Back” do projeto

A tabela abaixo evidencia os gastos com as tarifas de água da região de implementação do projeto, os dados de água e esgoto estão em reais.

Tabela 8: Tarifas aplicadas a cada faixa de consumo de água na região de São Paulo.

Consumo	Água	Esgoto
00 a 10 m ³	15,077	12,062
11 a 20 m ³	2,067	1,654
21 a 50 m ³	3,467	2,773
51 a 500 m ³	5,673	4,539
Acima de 501 m ³	Grande Consumidor	

Fonte: SAEG. Acesso: 01/12/2015

De acordo com dados mundiais o gasto médio de água, tratada e encanada, é em torno de 5,4 m³ (metros cúbicos) por pessoa/mês. Por exemplo, uma residência com quatro moradores terá seu consumo estimado em 22m³.

< <http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=681>>, Acesso em:01/12/2015

Assim sendo, em uma residência como a mencionada acima o gasto mensal de água seria de :

$$\text{Gasto com água} = 22\text{m}^3 \times 3,467 \text{ R\$/m}^3 = 76,274$$

$$\text{Gasto com esgoto} = 22\text{m}^3 \times 2,773 \text{ R\$/m}^3 = 61,006$$

$$\text{Total de gastos} = 76,274 + 61,006 = 137,28$$

Como após a implementação teremos uma redução de consumo de cerca de 6m^3 de água potável por mês. Reduzindo assim o consumo mensal para 16m^3 . Gerando uma conta de R\$ 59,539, é importante ressaltar que essa economia na conta mensal se dá devido a redução da faixa de preço cobrada pela empresa de distribuição e pela redução no consumo geral de água.

Assim, teremos uma redução mensal de R\$ 77,741.

Ou seja, em um ano teremos uma redução de R\$ 932,9.

Segundo o fornecedor Aquastoke, os quites de instalação para residências como a do projeto, podem variar de R\$2000,00 até R\$10000,00.

O kit escolhido para essa implementação nos custou R\$4780,00.

Assim, o “pay-back” é de aproximadamente 62 meses. Levando em conta que a manutenção do projeto seja quase nula. Pode-se considerar uma ideia muito viável essa instalação.

4.4 Atendimentos aos Objetivos

Foi possível observar neste trabalho a importância dos conceitos de reuso da água nos dias de hoje no nosso planeta e o bem para comunidade que o mesmo nos traz.

O trabalho também nos mostrou algumas teorias de suma importância para a aplicação do projeto de implementação de captação de água de chuva em uma residência. O estudo de caso realizado no condomínio Shauer, nos permite observar a redução do consumo de água fornecida pela empresa de distribuição, nos demonstrando que a médio prazo o investimento necessário para a implementação do projeto se paga.

Essas implementações, afim de, se obter uma redução no consumo de água de distribuição, hoje em dia, já é uma realidade nas novas construções civis, sendo mais comum em residências como a especificada neste trabalho.

Ficou evidenciado nesse trabalho que os objetivos iniciais abordados neste trabalho foram alcançados com êxito, conforme segue abaixo:

- Realizar um estudo de caso em um condomínio localizado na cidade de Potim.
- Analisar a viabilidade financeira para a proposta.
- Levantar os dados hidrológicos da região em estudo;
- Estimar a demanda de água potável em uma casa;
- Encontrar o volume de água de chuva captada na área de captação;
- Dimensionar os principais componentes do projeto;
- Dimensionar o reservatório por meio da aplicação do método prático Inglês.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo de caso foi possível observar que o motivo que inviabiliza a implementação do projeto de implementação de captação de água de chuva é o alto custo da instalação e dos equipamentos necessários para o projeto. Vale ressaltar ainda, que o custo de manutenção desses equipamentos é quase nulo. O retorno dessa implementação vem a médio-longo prazo.

Mas devemos lembrar que a água é um recurso extremamente necessário para a vida no planeta, e um recurso que cada vez mais tem se tornado escasso no nosso planeta. Ainda analisando o mérito de reutilização da água, um fator importante mas quase nunca observado, é o fato que captando a água da chuva nos telhados, estamos desobstruindo as tubulações de captação pluvial de água de chuva das cidades, reduzindo assim, as chances de enchentes.

O estudo de caso desse trabalho de graduação nos mostrou que a demanda de água para uma casa de 95m² de área de captação de água de chuva, supre a demanda de uma residência de 4 habitantes, e o retorno financeiro do projeto é alcançado em aproximadamente 62 meses, demonstrando assim a viabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). *Instalação predial de água fria*. NBR 5626 de setembro de 1999.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 15527: **Água de Chuva – Aproveitamento em áreas urbanas para fins não-potáveis** Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

AQUASTOCK – **Equipamentos necessários para a reutilização da água da chuva**. Disponível em: <http://www.aquastock.com.br/equipamentos.htm>; Acesso:25/11/2015.

BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1999. **Anais**. Vitória ABRH, 1999. p.7.1 CD-ROM.

BREGA FILHO. **Reuso de Água**. Barueri-SP. USP - Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações de Saúde Ambiental. 2003. 579p.

Chain Editora, 2002. (**Tradução do original Rainwater & You 100 Ways to Use Rainwater, 1995**).

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1991. 460 p.

DACACH, N. G.. **Saneamento básico**. 3 ed. Rio de Janeiro: Didática e Científica, 1990.

FENDRICH, R., OLIYNIK, R., **Manual de Utilização das Águas Pluviais – 100 Maneiras Práticas** / Roberto Fendrich, Rogério Oliynik. 1ª Ed. – Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002. (**Tradução do original Rainwater & You 100 Ways to Use Rainwater, 1995**).

GARCEZ, L. N.; ALVARES, G. A.. **Hidrologia**, 2 ed., São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro, ABES, 2006. 352p.

INPE. **Climanálise Especial. Cachoeira Paulista**, SP: CPTEC, 1996. 235p.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reuso de Água**. Barueri-SP. USP - Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações de Saúde Ambiental. 2003. 579p.

MAY, S., Dissertação de Mestrado “**Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**”, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2004.

PALMIER, L. R.. **A necessidade das bacias experimentais para a avaliação da eficiência de técnicas alternativas de captação de água na região semiárida do Brasil**. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO SEMIÁRIDO, Paraíba 2001. **Anais**. Paraíba: ABRH, 2001. p.8. 1 CD-ROM.

PAULA, H. M. **Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório**. 215 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2005.

PETRY, B. ; BOERIU, P .. **Environmental Impact Assessment Water Quality Management Strategies for Sustainable Use Water Resources** 2000. International Institute for infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering. 2000

PORTAL VITAL: Disponível em:
<<https://www.portalvital.com/saude/saude/a-agua-no-brasil> >
Acessado em: 18 de Agosto de 2015

PROCON SP- **Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania do Estado de São Paulo** , <<http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=681>>, Acesso em: 01/12/2015

ROGGIA, M.N., **Estruturação de uma metodologia para projeto de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edificações**, Dissertação de Mestrado em Engenharia – Universidade de Passo Fundo, 2007.

SABESP – **Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. Disponível em:
<www.sabesp.com.br>. Acesso em: 28/09/2015

SAEG – **Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá**
Disponível em: <<http://www.saeg.net.br/atendimento/tarifas>>. Acesso em: 01/12/2015

SOARES, D. A. F; GONÇALVES, O. M., **Fuzzy sets applied to the building reuse systems design**. In: CIB W62 Seminar, Rio de Janeiro. **Proceedings**. CIB W62 Seminar, Rio de Janeiro, v.1,p. B3-1B1-8, 2001.

SOARES, D. A. F. et al.. **Considerações a respeito de reutilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações.** In: SIMPÓSIO

SOBIOLOGIA: Disponível em:
<<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua>>
Acessado em: 18 de Agosto de 2015

TOMAZ, P.. **Conservação da água.** 1. Ed. São Paulo: Parma, 1998.

TOMAZ, P.. **Economia de água: Para empresas e residências.** São Paulo: Navegar, 2001. 112p

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis,** 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia – Ciência e Aplicação.** Rio Grande do Sul: Editora da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993.

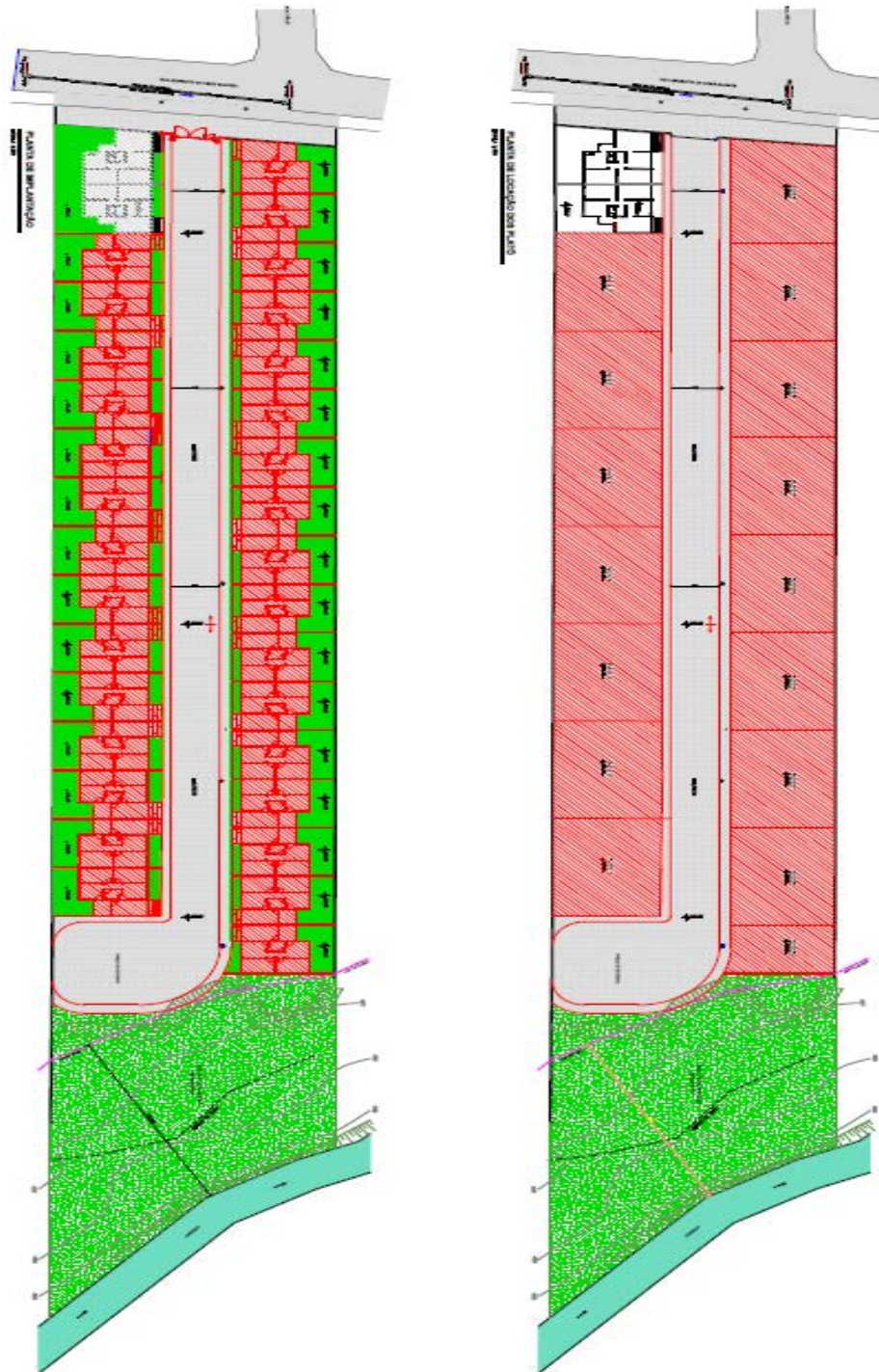
VILLIERS, M.. **Água: Como o uso desse precioso recurso natural poderá a mais séria crise do século XXI.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

VYAS, V.. **Modeling temporal variability in natural resources – Rainwater harvesting systems as example.** RWH. Conference, IITD, New Delhi, Abril de 2011.

WAWERU, D. W.. **Influence of rainfall amount and distribution on rainwater catchment system design.** In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., Petrolina, 1999. Proceedings. Petrolina: ABRH, 1999. P4.

WESTERHOFF, G. P. **Un update of research needs for water reuse.** In: WATER REUSE SYMPOSIUM, 3º Proceedings. San Diego, Califórnia, 1984.

ANEXO A Condomínio Shauer – Dimensão do Jardim



ANEXO B

Planta Baixa do Térreo da Residência do Condomínio Shauer

