

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARINALDO MAIA SILVA

PAULO AUGUSTO VASCONCELOS DE MATOS

**APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVAS EM
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

ANÁPOLIS / GO

2015

MARINALDO MAIA SILVA

PAULO AUGUSTO VASCONCELOS DE MATOS

**APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVAS EM
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA
UNIEVANGÉLICA.**

**ORIENTADOR: AGNALDO ANTÔNIO MOREIRA
TEODORO DA SILVA**

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, MARINALDO MAIA; MATOS, PAULO AUGUSTO VASCONCELOS

Estudo de aproveitamento das águas de chuvas em residências unifamiliares [Goiás] 2015
65P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Água potável

2. Reutilização

3. Água de chuva

4. Sustentabilidade

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, Marinaldo Maia; MATOS, Paulo Augusto Vasconcelos. Estudo de aproveitamento das águas de chuvas em residências unifamiliares. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 65p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marinaldo Maia Silva e Paulo Augusto Vasconcelos de Matos
Estudo de aproveitamento das águas de chuvas em residências unifamiliares

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2015

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Marinaldo Maia Silva

Rua D casa 08 Vila dos Sargentos.

75.096-686 – Anápolis/GO - Brasil

E-mail: marinaldoms@gmail.com

Paulo Augusto Vasconcelos de Matos

Alameda dos Eucaliptos, nº. 190.

75.083-405 – Anápolis/GO - Brasil

E-mail: p.augusto.engcivil@gmail.com

**MARINALDO MAIA SILVA
PAULO AUGUSTO VASCONCELOS DE MATOS**

**APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVAS EM
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**AGNALDO ANTÔNIO M. T. DA SILVA, Especialista, UniEvangélica
(ORIENTADOR)**

**MARCUS VINICIUS SILVA CAVALCANTI, Doutor, UniEvangélica
(EXAMINADOR INTERNO)**

**RICARDO WOBETO, Mestre, UniEvangélica
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, DIA 28 de MAIO de 2015.

AGRADECIMENTOS – Paulo Augusto

Primeiramente à Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, longo de minha vida, não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, João Manoel de Matos e Edenia Vasconcelos Bessa, heróis que me deram apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Pela simplicidade, exemplo, amizade e carinho, fundamentais na construção do meu caráter.

Ao meu irmão, João Paulo pela amizade e preocupação que contribuíram tanto para o meu crescimento pessoal quanto profissional.

A minha namorada Lethícia que me apoiou, incentivou e confiou no meu potencial para esta conquista.

Obrigado ao meu amigo de projeto Marinaldo, sem sua ajuda nada disso seria possível.

Ao professor Agnaldo, pela orientação, apoio, confiança e amizade.

Meus agradecimentos aos amigos, companheiros de trabalhos que fizeram parte da minha formação que com certeza vão continuar presentes em minha vida.

AGRADECIMENTOS - Marinaldo

Meu maior agradecimento é a Deus por me dar forças, saúde e o discernimento necessários para superar mais esta etapa de minha vida.

Aos meus pais “In Memoriam” que mesmo com suas ausências foram fundamentais em minha formação.

À minha esposa, Luciane, pelo amor e carinho dedicados, que foram essenciais para essa vitória alcançada.

Às minhas filhas Maria Eduarda e Giovanna, pelo apoio e compreensão nesse meu período de ausência e ansiedade.

Aos meus irmãos, irmãs, cunhados, cunhadas, concunhado, sobrinhos, sobrinhas, sogro e sogra, que souberam pacientemente entender minhas faltas em reuniões familiares, churrascos e demais festividades, sempre fizeram entender que futuro é feito partir da constante dedicação no presente!

Ao meu Primo Luiz Gonzaga, minhas tias Diva e Delurdes pela contribuição valiosa.

À minha amiga Aline Sena, que foi minha supervisora de estágio e contribuiu de maneira singular na minha vida profissional.

Aos amigos, companheiros de trabalhos irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Ao meu orientador Agnaldo, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Agradeço todos os professores por me proporcionar conhecimento, não apenas racional, mas manifestação do caráter afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Aos revisores da redação, Antonina e Renato que pacientemente colaboraram para conclusão deste trabalho.

Ao meu amigo Paulo Augusto, que fez parte da minha vida acadêmica e contribuiu de forma ímpar para realização deste projeto.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Os recursos naturais são à base do desenvolvimento das civilizações. Em virtude do sério problema da escassez de água de boa qualidade pela qual o planeta está passando, geraram-se estudos a respeito de novas formas de captação, armazenamento e aproveitamento da água de chuva. A captação de águas pluviais consiste em reaproveitar água da chuva para usos não potáveis ou potáveis. Dentro desse contexto, surge como uma alternativa promissora: o sistema de utilização de águas pluviais como uma das principais soluções para melhor gestão do uso da água, incluindo benefícios sociais e ambientais. A fim de avaliar a viabilidade da implantação desse sistema, foi feita a comparação entre os sistemas convencionais e o sistema de reaproveitamento dessas águas para uso em descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, limpeza da casa, lavagem de roupas, levando em consideração o ponto de vista econômico, a funcionalidade e preservação da natureza. Finalizada a pesquisa, tornou-se evidente através de estudos comparativos entre o valor do sistema implantado, o valor da tarifa por metro cúbico de água na cidade de Anápolis e a quantidade gasta de água mensalmente, a inviabilidade econômica de implantação desse sistema.

Palavras-chave: Recursos naturais, Águas pluviais, Reaproveitamento e Captação.

ABSTRACT

The natural resources are the base of development of civilizations. In virtue of serious matters of shortage of water of good quality that is why the planet is passing, bred studyings about new shape of raising, storage and employment of water of the rain. The raising of rainwaters consist in to reutilize water of the rain for customs undrinkable and drinkables. In light of this context, emerge like a promising alternative: the system of utilization of rainwaters how a major solutions for the best management of use of water, including social and environmental benefits. In order to measure the viability of the implantation of this system, it was made the comparison among conventional systems and system of reusable of that waters for use in flushing toilets, faucets of gardens, cleansing of the house, hushing clothes, taking into consideration the economic viewpoint, the functionality and nature conservation. Finished the research, became evident through of comparative studies among the value of implanted system, the value of the tariff by per cubic meter of water in the city of Anápolis and the wasted quantity of water monthly, the economic nonviability of implantation of this system.

Keywords: Natural resources, Rainwater, Reuse and Catchment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da água na Terra.....	15
Figura 2 - Distribuição da água doce no mundo.....	16
Figura 3 - Telhado novo	27
Figura 4 - Telhado com manutenção e limpeza periódica.....	28
Figura 5 - Realização da limpeza de um telhado.....	28
Figura 6 - Telhado sem manutenção de limpeza	28
Figura 7 - Filtro Auto-Limpante para Água de Chuva	29
Figura 8 - Filtro Ecohabitat VF1	31
Figura 9 – Ilustração técnica do funcionamento do Filtro Ecohabitat VF1.....	32
Figura 10 - Esquema de funcionamento do sistema.....	32
Figura 11 - Filtro tipo funil.....	33
Figura 12 - Peneira superior	33
Figura 13 - Peneira intermediária	34
Figura 14 - Peneira inferior	34
Figura 15 - Sistema de Aproveitamento de águas de chuva com reservatório enterrado.....	36
Figura 16 - Sistema de Aproveitamento de águas de chuva com reservatório sobre o solo	37
Figura 17 - Sistema de Aproveitamento de águas de chuva com reservatório elevado	38
Figura 18 - Bomba de água manual.....	38
Figura 19 - Válvulas de retenção.....	39
Figura 20 - Sistema puxa.....	40

Figura 21 Sistema empurra.....	40
Figura 22 - Esquema elétrico de um sistema automático que liga/desliga uma bomba de água elétrica usando boias de níveis	41
Figura 23 - Alimentação de água pluvial – sistema direto	43
Figura 24 - Alimentação de água pluvial – sistema misto.....	44
Figura 25 - Projeto de água fria em planta baixa com sistema de distribuição de água pluvial	49
Figura 26 - Projeto isométrico de água fria com sistema de distribuição de água pluvial	50
Figura 27 - Projeto de água fria em planta baixa sem sistema de distribuição de água pluvial	51
Figura 28 - Projeto isométrico de água fria sem sistema de distribuição de água pluvial.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil do uso da água na economia doméstica para quatro pessoas em um mês.....	19
Tabela 2 - Dados pluviiais da cidade de Anápolis nos meses de julho a dezembro de 2013.....	22
Tabela 3 - Dados pluviiais da cidade de Anápolis nos meses de janeiro a junho de 2014.....	23
Tabela 4 - Dados pluviiais da cidade de Anápolis meses de julho a dezembro de 2014	24
Tabela 5 - Dados pluviiais da cidade de Anápolis nos meses de janeiro e fevereiro de 2015 ..	24
Tabela 6 - Estrutura tarifária de água vigente na cidade de Anápolis	47
Tabela 7 - Tarifa de água em Anápolis.....	48
Tabela 8 - Comparação entre os sistemas.....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C – Grau Celsius

A.C. – Antes de Cristo

AF – Água fria

CH - Chuveiro

DH – Ducha higiênica

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

KM² - Quilometro quadrado

LV - Lavatório

M² - Metro quadrado

MLR – Máquina de lavar roupa

Mm - Milímetro

Mm/ano – Milímetro por ano

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PVC - Policloreto de vinil

RG – Registro de gaveta

RP – Registro de pressão

SANEAGO – Companhia de Saneamento de Goiás S/A

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TB – Torneira boia

TJ – Torneira de jardim

TLR – Tanque de lavar roupa

VD – Válvula de descarga

VR – Válvula de retenção

VS – Vaso Sanitário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 Geral	13
1.1.2 Específicos	13
1.2 METODOLOGIA.....	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA.....	15
2.2 ÁGUA PARA AS CIDADES BRASILEIRAS.....	16
2.3 USOS DA ÁGUA.....	18
2.4 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA.....	19
3 LEVANTAMENTO PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO	22
4 SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM FINS NÃO POTÁVEIS DENTRO DA RESIDÊNCIA	26
4.1 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	26
4.2 FILTRAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	29
4.2.1 Filtro de água de chuva de baixo custo (modelo auto-limpante).....	29
4.2.2 Filtro de água comercial (modelo: filtro VF1)	30
4.2.3 Filtro tipo funil.....	32
4.3 ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	34
4.3.1 Reservatório enterrado	35
4.3.2 Reservatório sobre o solo	36
4.3.3 Reservatório elevado	37
4.4 BOMBEAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	38
4.5 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS pluviais em uma residência	41
4.5.1 Cuidados na utilização do sistema	42
4.5.2 Projetos de instalação de água fria com utilização de águas pluviais.....	43
4.6 PROTÓTIPO	45

5 APLICAÇÃO DO PROJETO	47
5.1 PROJETOS DE ÁGUA FRIA COM E SEM APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	49
5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES	59
APÊNDICE A – Orçamento para execução do projeto de água fria com o aproveitamento de águas pluviais	60
APÊNDICE B – Orçamento para execução do projeto de água fria sem o aproveitamento de águas pluviais	64

1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial, presente na natureza, para todos os seres vivos na terra. Ela é fator determinante na identidade dos ambientes e paisagens. A presença de água define a estrutura e funções de um ambiente e é responsável pela sobrevivência de plantas e animais, assim como todas as substâncias em circulação no meio celular que constituem o ser vivo.

Como se sabe, 70% da superfície da terra é composta por água. Porém 97,3% dessas águas são salgadas, onde a dessalinização para adequá-la ao consumo humano é muito onerosa. Dos 2,7% restantes, 77,2% concentram-se em geleiras e neves eternas, 22,4% água subterrânea, 0,35% lagos e pântanos, 0,01% atmosfera, e somente 0,04% estão disponíveis em rios e lagos para consumo humano (VIEIRA, COSTA & BARRÊTO, 2006).

O grande aumento da população mundial, conseqüentemente o aumento contínuo das terras para ao plantio, a ocupação desordenada e indevida do leito dos rios e as explorações de jazidas entre outros, nos trouxe problemas significativos, tais como as enchentes, o assoreamento dos rios, a contaminação e a redução dos lençóis freáticos por metais pesados, a erosão, a diminuição dos níveis dos mananciais superficiais e subterrâneos, que nos leva a buscar recursos para suprir a necessidade deste elemento vital à vida.

Por esses e outros motivos observa-se, através dos meios de comunicação, que o mundo está ficando sem esse precioso líquido. É comum ouvir em um noticiário que bairros e até mesmo cidades ficaram ou estão sem ele em suas residências. Logo se faz necessário o racionamento e/ou outras formas para aproveitamento consciente de tal preciosidade.

A captação e armazenamento da água da chuva, vem sendo praticado há milênios em diversas regiões do mundo. No Brasil, o uso desse processo coletado em cisternas domésticas ocorre há séculos, mas no meio urbano, visando ao aproveitamento para fins não potáveis ainda é insipiente. Nas cidades brasileiras de médio e grande porte, têm-se desprezado o potencial da água da atmosfera, condensada nas nuvens, como manancial de água de boa qualidade; porém, há uma crescente tendência internacional de captar águas pluviais diretamente (GESTA, 2013).

Com todos os problemas demonstrados, aliados à má utilização da água potável que chega até nossas residências, é importante salientar a captação da água da chuva como meio imprescindível para fins não potáveis, como, lavagem de roupas, calçadas, irrigação de jardins e hortas, descargas em vasos sanitários entre outros.

A utilização de águas pluviais deveria ser uma prioridade na política nacional com incentivos tributários e outros a fim de criar uma sociedade mais sustentável.

Nessa ótica, o presente trabalho tem o intuito de demonstrar o potencial de aproveitamento da água da chuva para uso residencial na região urbana de Anápolis, levando em conta os dados disponíveis de índices pluviais. Este aproveitamento evita o uso inadequado da água potável e alerta sobre a possibilidade da redução de custos das companhias de abastecimento para garantir o suprimento e abastecimento de água.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral projetar um sistema de coleta e aproveitamento da água da chuva para uma edificação unifamiliar.

1.1.2 Específicos

- Realizar o levantamento de consumo de água em uma residência composta de 4 (quatro) membros, tendo como focos os seguintes objetivos:
- Realizar o levantamento pluviométrico da região;
- Elaborar o projeto de coleta, armazenamento e distribuição de água com fins não potáveis dentro da residência;
- Analisar a viabilidade técnica e econômica do projeto.

1.2 METODOLOGIA

Foram levantados os dados de incidência de chuvas na cidade de Anápolis, cujos índices mostram a quantidade de água da chuva que caiu nessa região no período de julho de 2013 a fevereiro de 2015.

Avaliou-se uma residência unifamiliar com sistema de captação e uso de água da chuva. Com os dados de precipitação de água das chuvas e a área do telhado, estima-se a quantidade de água que se pode colher e armazenar nessa residência.

O projeto é composto de sistema de captação, descarte das primeiras águas de chuvas, automação do sistema com bomba para fazer o recalque até o reservatório, automação do sistema de abastecimento da residência com água do reservatório de água potável e não potável.

Foi realizada na casa uma estimativa de consumo, onde foi mensurado a real economia utilizando as águas da chuva.

Para melhor demonstrar o funcionamento do sistema foi construído um protótipo para simular o sistema de captação, armazenamento, automação do sistema e distribuição da água na residência.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo apresenta uma introdução acerca do assunto, onde foram traçados os objetivos e a metodologia que será utilizada no trabalho.

O segundo capítulo expõe uma breve revisão bibliográfica sobre a distribuição de água no planeta e no Brasil, a questão do uso racional de água, entre outros assuntos pertinentes a este estudo julgados como necessários para realização do mesmo.

O terceiro capítulo apresenta o levantamento pluviométrico da cidade de Anápolis discorrendo sobre clima, além de apresentar uma tabela com dados pluviiais da cidade em um determinado intervalo de tempo.

O quarto capítulo traz as informações sobre o sistema, detalhando cada um de seus componentes necessários para o perfeito funcionamento desde o sistema de captação até a distribuição da água para fins não potáveis.

O quinto capítulo apresenta a aplicação deste projeto no dia a dia, abordando o custo para implantação do sistema em residências unifamiliares, com o intuito de demonstrar se o investimento é viável ou não.

Por fim no sexto capítulo são apresentadas as considerações finais do presente estudo, além de sugestões para futuros trabalhos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

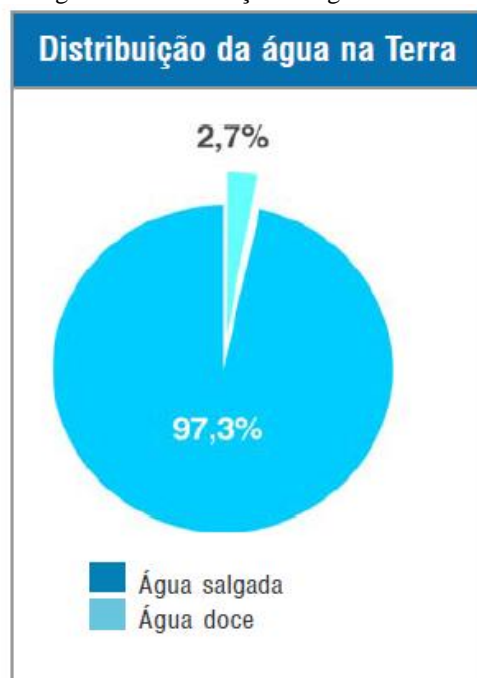
2.1 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA

Fala-se de um elemento natural, cuja falta impede a vida na Terra; de um bem universal e de direito de todos; de um elemento sem cor, sem cheiro e sem sabor, mas que pode inspirar artistas, músicos e poetas; de um meio de purificação e renovação da alma como acreditam os índios e os sacerdotes; do fluido do útero materno que germina as sementes de nossas vidas e de um bem econômico que garante o desenvolvimento e o progresso

A superfície da Terra é dominada, em 70%, pelas águas. Os 30% restantes são terras emersas, ou seja, acima da água.

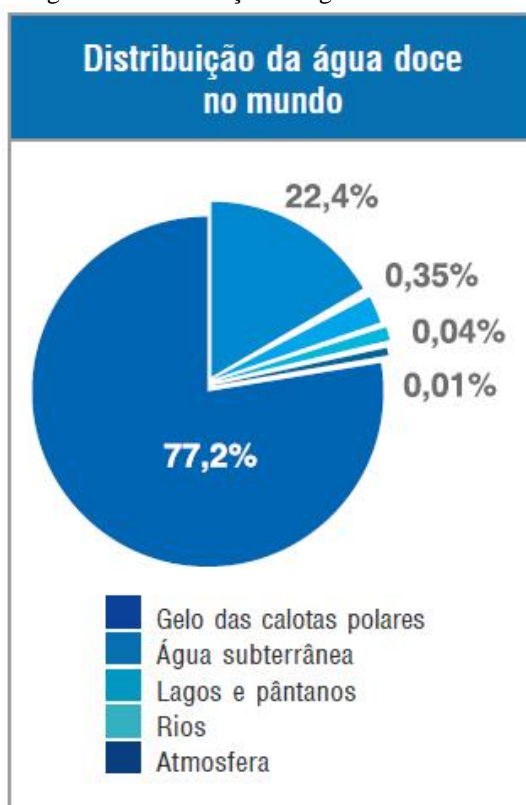
Quem pensa que tanta água está disponível para o consumo humano está enganado, pois somente 2,7% (Figura 1), é de água doce e grande parte está congelada ou embaixo da superfície do solo. Como podemos ver na Figura 2 a água doce está distribuída no mundo de forma que dificulta o seu uso, apenas 0,4% da água doce tem seu acesso de forma mais simples o restante ou está debaixo da terra ou está congelada nas calotas polares.

Figura 1 - Distribuição da água na Terra



Fonte: sosma/2014

Figura 2 - Distribuição da água doce no mundo



Fonte: sosma/2014

A água de fácil acesso dos rios, lagos e represas representa muito pouco do total de água doce disponível. Mas água doce também não significa água potável. Para isso a água precisa ser de boa qualidade, estar livre de contaminação e de qualquer substância tóxica. Acredita-se que menos de 1% de toda a água doce do Planeta está em condições potáveis.

2.2 ÁGUA PARA AS CIDADES BRASILEIRAS

Segundo Andreu (2012), com base em dados das Nações Unidas todos os meses, as cidades dos países em desenvolvimento recebem cinco milhões de novos residentes. Logo, torna-se difícil garantir o acesso a água para todos, além da necessidade de ampliação constante das infraestruturas de abastecimento. Batalha-se com a pressão por novos mananciais, com conflitos já existentes ou potenciais entre usuários de fontes comuns de água, com as fragilidades técnicas ou operacionais das prestadoras de serviços de saneamento e com o comprometimento da qualidade das águas, devido à poluição urbana. As incertezas climáticas e a sucessão de eventos críticos extremos realçam ainda mais a gravidade do problema.

Um estudo coordenado pela Agência Nacional de Águas (2012), revela que 3.059, ou seja, 55% dos municípios brasileiros que respondem por 73% da demanda por água no País, precisa receber, até 2015, investimentos em seus sistemas de produção de água ou mananciais que somam R\$ 22 bilhões, para evitar problemas no abastecimento

O Brasil tem características geográficas e históricas que ajudam a explicitar a contradição entre abrigar uma das maiores reservas hídrica do planeta e, ainda assim enfrentar problemas de escassez de água. A ocupação urbana aconteceu de forma acelerada e desordenada, acumulando grandes déficits na prestação desses serviços, que atingem especialmente as populações de baixa renda em pequenos municípios ou nas periferias dos grandes centros urbanos. Hoje, as regiões onde há maior concentração da população são as regiões onde a oferta de água é mais desfavorável sendo um grande óbice o abastecimento de água potável para a população.

O Brasil possui em torno de 12% da água doce superficial disponível na Terra, porém a distribuição desses recursos no território nacional é muito desigual. A região Amazônica abriga a maior bacia hidrográfica do Brasil com 81% da disponibilidade de água ocupando 45% da extensão territorial do País, ou seja, 55% do Brasil dispõe de apenas 19% dos recursos hídricos. Na maior extensão territorial do País, tem-se um grande desafio: boa parte da população urbana está nas áreas litorâneas, como nas Regiões Hidrográficas do Atlântico (Sul, Sudeste, Leste, Nordeste Ocidental e Oriental), onde está 45% da população que divide apenas 3% da água disponível. A Região Hidrográfica do Paraná, por exemplo, onde estão 36% dos brasileiros, possui apenas 6% dos recursos hídricos superficiais (ANDREU, 2012).

Numa área de aproximadamente um milhão de km², no Semiárido, há 20 milhões de habitantes, são em torno de 12% da população brasileira distribuídas por 1.133 municípios em nove estados, do norte de Minas Gerais ao Piauí, sendo que 44% dos seus habitantes encontram-se na zona rural. Essa sensível região apresenta reservas insuficientes de água em seus mananciais, temperaturas elevadas durante todo o ano, baixas amplitudes térmicas, com forte insolação. Os totais pluviométricos são irregulares e inferiores a 900 mm/ano e normalmente superados pelos elevados índices de evapotranspiração, resultando em taxas negativas no balanço hídrico. É, portanto, um território vulnerável onde a irregularidade interanual das chuvas pode chegar a condições extremas, representadas por frequentes e longos períodos de estiagem. Somos, em síntese, um País complexo, diverso e de contrastes naturais e construídos, revelados também na prestação dos serviços de saneamento.

No Brasil, os serviços de abastecimento de água, incluindo produção e distribuição, são prestados predominantemente (69%) por companhias estaduais de saneamento. Em 27% dos municípios, a responsabilidade pelos serviços é de entidades municipais e em 4%, os serviços estão ao encargo de empresas privadas. O conjunto de sedes urbanas atendidas diretamente pelas prefeituras é significativo: são 1.091 municípios de pequeno porte, com capacidade institucional limitada, apesar da simplicidade operacional dos sistemas de água utilizados, o que representa um grande desafio para a garantia hídrica no País. Há um recente movimento pela formação de consórcios intermunicipais, o que é estimulante para a superação conjunta de carências técnicas e operacionais em pequenos e médios municípios, porém ainda em número praticamente inexpressivos (ANDREU, 2012).

2.3 USOS DA ÁGUA

O uso da água é muito diversificado, ou seja, usa-se em quase tudo. Nesse caso podemos citar: a agricultura, abastecimento público, usos industriais diversificados, transporte e navegação, recreação, turismo, mineração, hidroeletricidade, pesca e agricultura.

Dentre os usos da água, a agricultura e a criação de animais são as atividades que mais consomem água, representando algo em torno de 70% de toda a água utilizada no mundo (HAYDEN, 2007).

A agricultura no Brasil é responsável pelo índice mais alto, sendo 69% do consumo de água destinado a essa finalidade. O uso para abastecimento urbano representa 11%, o consumo animal 11%, o consumo industrial 7% e o abastecimento rural 2% (BRAGA; 2008).

O uso para consumo residencial (residências unifamiliares e edifícios multifamiliares) pode constituir mais que a metade do consumo total de água nas áreas urbanas. (GONÇALVES, 2006).

A água para uso doméstico pode ser utilizada em diferentes situações: para bebida, preparo de alimentos, lavagem de roupas, higiene pessoal, limpeza em geral, rega de jardins, piscinas, lavagem de carros etc. (TSUTIYA, 2006).

O consumo doméstico de água varia muito conforme o país em estudo. O padrão típico em um país industrializado no ano de 2003 é o seguinte: 30% descarga em vaso sanitário, 5% limpeza, 10% cozinha e água de beber, 20% lavagem de roupa e 35% higiene pessoal (CLARKE; KING, 2005).

Vários estudos foram feitos para se estimar o consumo da água de acordo com suas utilizações. Em um deles o consumo de água se distribui de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Perfil do uso da água na economia doméstica para quatro pessoas em um mês

Uso	Consumo para 1 mês (litros)	Porcentagem
Escovar os dentes (3vezes por dia cada pessoa)	120	1%
Banho de chuveiro elétrico (5 minutos, 1 vez ao dia para cada pessoa)	2.400	24%
Descarga do vaso sanitário (8vezes por dia)	2.400	24%
Lavar louça (3vezes por dia)	1.800	18%
Lavar roupa/tanque (15 minutos 3 vezes por semana)	1.920	19%
Água para ingestão	240	2%
Preparo de alimento	600	6%
Limpeza de casa (1 balde por dia)	600	6%
Total	10.080	100%

Fonte: sanepar/2014

2.4 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

O aproveitamento da água da chuva refere-se a um sistema relativamente simples, que consiste na captação, filtragem, armazenamento e distribuição da água que cai no telhado da edificação.

Segundo o Jornal Ambiente Brasil, a água da chuva é uma das formas de ocorrência de água na natureza e faz parte do processo de trocas do ciclo hidrológico. As chuvas são fundamentais para a recarga dos rios, dos aquíferos, para o desenvolvimento das espécies vegetais e também para carregar partículas de poeira e poluição existentes na atmosfera. A qualidade das águas pluviais pode variar em relação ao grau de poluição do ambiente. Os requisitos de qualidade e segurança sanitária das águas pluviais estão diretamente relacionados com o fim a que se destinam. O aproveitamento da água da chuva caracteriza-se por ser um processo milenar, adotado por civilizações como Astecas, Maias e Incas. Tomaz (2003) relata que um dos registros mais antigos do aproveitamento da água da chuva data de 850 a.C., referindo-se as inscrições na Pedra Moabita, no Oriente Médio, onde o rei Meshu sugere a construção de reservatórios de água da chuva em cada residência. O autor faz referência ainda ao palácio de Knossos na Ilha de Creta, onde a aproximadamente 2000 A.C., a água da chuva era aproveitada na descarga das bacias sanitárias. Assim sendo, o aproveitamento da água da chuva refere-se a um sistema relativamente simples. Segundo

Fendrich (2009), a tecnologia para o uso da água de chuva nas edificações é a soma das seguintes técnicas:

- a) coletar a água que precipita no telhado;
- b) eliminar a água do início da chuva (descarte inicial);
- c) construir unidades de sedimentação, filtração, tratamento e melhoria da qualidade da água;
- d) armazenar a água da chuva em reservatórios;
- e) abastecer os locais de uso;
- f) drenar o excesso da água da chuva, em caso de chuvas intensas;
- g) completar a falta de água em caso de estiagem prolongada.

Em se tratando de sistemas de aproveitamento da água da chuva, a manutenção e higienização dos equipamentos componentes de tal sistema são fundamentais para a preservação da qualidade da água. Não obstante, ressalta-se que a superfície de coleta da água da chuva pode influenciar na qualidade da mesma, seja pelo material da superfície ou devido a substâncias presentes em tais superfícies, como: fezes de aves e roedores, artrópodes e outros animais mortos em decomposição, poeira, folhas e galhos de árvores, revestimento do telhado, fibras de amianto, resíduos de tintas, entre outros que ocasionam tanto a contaminação por compostos químicos quanto por agentes patogênicos.

Outro fator de elevada significância diz respeito ao dimensionamento dos reservatórios de água da chuva. A NBR 15.527/07 sugere em seu Anexo A, alguns métodos para este fim, entretanto, fica a critério do projetista a escolha do método que melhor se aplica a cada situação. Vale ressaltar que uma análise holística dos fatores que envolvem o aproveitamento da água da chuva nesse processo é muito relevante. Devem ser considerados os aspectos hidrológicos locais, o atendimento ao consumo, os aspectos sanitários e também a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica. Armazenar grandes volumes de água da chuva nas edificações, por longos períodos de tempo, pode comprometer a segurança sanitária da água armazenada e, ainda interferir no processo do ciclo do uso da água da bacia em questão.

Destacam-se algumas recomendações de suma importância na implantação de sistemas de aproveitamento da água da chuva nas edificações:

- a) a desinfecção da água armazenada antecipadamente ao uso;
- b) a higienização frequente do reservatório de água da chuva;
- c) a análise da concepção do método de dimensionamento, a fim de subsidiar a escolha mais adequada a cada situação, preferencialmente aqueles que contemplem a

abordagem holística do aproveitamento da água da chuva contextualizada na sustentabilidade hídrica;

d) a construção de sistemas independentes para água de chuva e água potável a fim de evitar o risco de contaminação.

3 LEVANTAMENTO PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO

O clima de Goiás é tropical semiúmido, basicamente há duas estações bem definidas: a chuvosa, que vai de outubro a abril, e a seca, que vai de maio a setembro. A média térmica é de 26°C, e tende a subir nas regiões oeste e norte, e a diminuir nas regiões sudoeste, sul e leste. As temperaturas mais altas são registradas entre setembro e outubro, e as máximas podem chegar a até 40°C. As temperaturas mais baixas, por sua vez, são registradas entre maio e julho, quando as mínimas, dependendo da região, podem chegar a até 9°C. A tipologia climática tropical se faz presente na maior parte do estado, apresentando invernos secos e verões chuvosos. As temperaturas variam de região para região; no Sul giram em torno dos 20°C aumentando ao norte para 25°C. O índice de chuvas segue o regime das temperaturas. A oeste do estado, o índice atinge 1.800mm anuais diminuindo no sentido leste para 1.500mm/ano. Em parte do estado, mais precisamente nos planaltos de Anápolis e Luziânia ocorre o clima tropical de altitude com temperaturas médias anuais baixas, porém, a precipitação ocorre da mesma forma que no restante do estado.

Em 2013, dentre os meses observados, de julho a dezembro choveu 551mm de água e não houve precipitações de chuvas no mês de agosto

Como pode ser sentido pela população no ano de 2014 de janeiro a dezembro choveu menos que o habitual. Em Anápolis caíram apenas 1.337,80mm de água, quando o normal varia entre 1.500 a 1.800mm sendo que nos meses de maio, junho e agosto não houve precipitações de chuvas.

Nas tabelas 2, 3, 4 e 5 é abordado um levantamento de precipitações pluviais em Anápolis a partir de julho de 2013 a fevereiro de 2015, onde pode-se observar exatamente a quantidade de água que foi precipitada nesta região.

Nas tabelas abaixo as colunas A apresentam o dia do mês e as colunas B, a quantidade em mm de precipitação de chuva naquele dia.

Na Tabela 2 não consta o mês de agosto, uma vez que não ocorreu chuva em nenhum dia daquele mês.

Na Tabela 3 não consta os meses de maio e junho pelo mesmo motivo de não ter chuva em nenhum dia desses meses.

Na Tabela 4 não consta o mês agosto devido à falta de chuva no mês.

Tabela 2 - Dados pluviométricos da cidade de Anápolis nos meses de julho a dezembro de 2013

JUL/2013		SET /2013		OUT /2013		NOV /2013		DEZ /2013	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
17	1,2	18	11,5	01	11,5	01	1,2	02	1,9
		29	1,0	02	0,1	04	11,4	06	2,2
-	-	30	0,2	03	0,4	05	32,5	07	1,4
-	-	-	-	04	32,8	06	33,2	08	0,5
-	-	-	-	05	6,5	07	0,6	09	15,5
-	-	-	-	06	0,5	08	0,3	10	0,8
-	-	-	-	07	206,5	09	7,3	11	9,9
-	-	-	-	08	11,1	12	1,4	12	4,5
-	-	-	-	17	2,0	13	0,8	13	0,5
-	-	-	-	18	1,1	15	3,6	14	0,1
-	-	-	-	23	0,4	17	0,5	15	4,8
-	-	-	-	28	0,6	22	4,3	16	14,7
-	-	-	-	30	1,2	24	2,9	17	3,3
-	-	-	-	31	1,8	25	0,9	18	4,7
-	-	-	-	-	-	26	1,1	19	0,7
-	-	-	-	-	-	29	10,2	20	5,6
-	-	-	-	-	-	30	26,6	21	19,2
-	-	-	-	-	-	-	-	22	0,2
-	-	-	-	-	-	-	-	23	13,2
-	-	-	-	-	-	-	-	24	5,7
-	-	-	-	-	-	-	-	27	11,2
-	-	-	-	-	-	-	-	30	1,0
-	-	-	-	-	-	-	-	31	1,0
Total	1,2	-	12,7	-	276,5	-	138,8		122,6

Fonte: inmet/2015

Tabela 3 - Dados pluviométricos da cidade de Anápolis nos meses de janeiro a junho de 2014

JAN/2014		FEV/2014		MAR/2014		ABR/2014	
A	B	A	B	A	B	A	B
01	4,1	08	2,3	01	10,3	01	5,9
02	6,1	09	1,1	02	2,8	02	0,1
06	8,4	11	0,5	03	1,3	03	13,6
10	8,0	12	6,3	04	2,8	04	0,1
11	15,1	13	12,2	05	0,7	05	0,2
12	4,3	15	19,3	06	10,6	06	2,0
13	0,1	16	48,4	07	49,4	08	6,7
16	0,4	17	2	08	14,8	09	1,6
17	10,1	18	44,1	10	0,1	10	15,5
18	2,2	19	7,7	12	7,5	11	15,1
20	25,6	20	1,6	15	1,6	12	4,2
21	5,6	21	4,6	17	1,7	13	31,6
22	16,9	22	12,4	18	10,5	14	12,8
23	0,3	23	0,5	19	1,8	15	9,1
24	19,2	24	50,4	20	0,5	16	15,4
-	-	25	11,1	22	7,4	17	21,0
-	-	-	-	24	32,6	23	10,9
-	-	-	-	25	25,6	24	2,8
-	-	-	-	26	15,2	25	0,2
-	-	-	-	27	29,9	27	1,2
-	-	-	-	29	21,2	-	-
-	-	-	-	30	0,2	-	-
-	-	-	-	31	3,8	-	-
Total	126,4	-	224,5	-	252,3	-	170,0

Fonte: inmet/2015

Tabela 4 - Dados pluviométricos da cidade de Anápolis meses de julho a dezembro de 2014

JUL/2014		SET/2014		OUT/2014		NOV/2014		DEZ/2014	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
26	1,7	02	0,3	09	88,6	02	20,7	01	6,4
27	2,9	03	26,9	19	1,1	05	0,6	03	18,0
-	-	16	1,9	22	25,6	08	2,5	05	1,2
-	-	22	3,0	23	7,0	10	6,4	06	1,5
-	-	23	3,0	25	1,7	12	7,4	07	18,7
-	-	24	16,1	26	5,8	13	1,0	08	11,4
-	-	25	6,1	28	43,2	14	1,1	09	8,4
-	-	26	5,1	31	42,4	18	1,4	10	5,1
-	-	27	14,9	-	-	19	26,9	11	8,6
-	-	30	3,0	-	-	21	3,5	12	1,7
-	-	-	-	-	-	22	1,7	13	1,4
-	-	-	-	-	-	23	27,9	14	0,8
-	-	-	-	-	-	24	1,1	16	17,7
-	-	-	-	-	-	26	2,2	17	12,6
-	-	-	-	-	-	27	7,3	18	5,3
-	-	-	-	-	-	28	13,9	19	0,4
-	-	-	-	-	-	30	2,2	20	5,4
-	-	-	-	-	-	-	-	21	2,2
-	-	-	-	-	-	-	-	22	5,9
-	-	-	-	-	-	-	-	23	3,2
-	-	-	-	-	-	-	-	31	0,6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (mm)	4,6	-	80,3	-	215,4	-	127,8	-	136,5

Fonte: inmet/2015

Tabela 5 - Dados pluviométricos da cidade de Anápolis nos meses de janeiro e fevereiro de 2015

JAN/2015		FEV/2015	
A	B	A	B
01	0,4	03	0,6
02	23,1	04	1,5
03	2,8	05	0,3
04	0,4	06	10,9
13	1,6	07	61,4
22	1,4	08	34,3
23	6,5	10	0,2
24	24,7	11	0,1
25	3,7	12	1
26	0,8	18	1,7
27	5,8	-	-
28	1,2	-	-
Total (mm)	72,4	-	112

Fonte: inmet/2015

Em 2015, nota-se que nos meses de janeiro e fevereiro caiu bem menos água que o habitual na região de Anápolis. Caíram apenas 182,40mm de água, quando no ano passado somente em fevereiro houve precipitação de 224,50mm de águas das chuvas.

Com a variação climática tão intensa, há menos águas nos reservatórios que abastecem de água potável as cidades. Há regiões do sudeste do Brasil que já são obrigadas a fazerem racionamentos severos aplicando multas altas para evitar os desperdícios de água potável, realizando investimentos bilionários para tentar tirar da crise de falta de água muitos municípios. Fato que nos leva a refletir que a água neste século é reconhecidamente um recurso vulnerável, finito e já escasso em quantidade e qualidade em muitas regiões do planeta. Portanto, e como tal, é um bem econômico. Nesse contexto, a água vai se constituir numa perspectiva de negócios pelos séculos que advirão.

4 SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM FINS NÃO POTÁVEIS DENTRO DA RESIDÊNCIA

Para realizar um sistema de captação, armazenamento e distribuição de água das chuvas para fins não potáveis foi preciso percorrer várias etapas. Neste projeto, elas foram divididas em: projeto de coleta, filtragem, armazenamento, bombeamento e distribuição de águas pluviais e projeto completo.

4.1 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de captação é definido pelas áreas impermeáveis que contribuem com a interceptação da água da chuva que será conduzida para um reservatório de armazenamento. Estas áreas são constituídas, geralmente, pelos telhados e lajes de cobertura por serem, teoricamente, superfícies mais limpas. A água proveniente do escoamento superficial de pisos impermeáveis no nível térreo, na maioria dos casos não é conduzida para o sistema de aproveitamento, pois são consideradas águas que transportam maior volume de sólidos e carga poluidora e, desta forma, podem contaminar e assorear o sistema de aproveitamento de água da chuva.

Existe mais de uma maneira de se construir um sistema de coleta de águas pluviais, ele pode ser executado usando paredes envidraçadas de edifícios, onde as águas podem ser coletadas a partir de construção de beirais no primeiro andar, pode-se usar apenas uma piscina plástica montada para receber as águas das chuvas. A maneira mais fácil e prática de se fazer a captação de águas pluviais é através dos telhados das residências e ou edifícios.

O tipo e a condição do material do telhado irão afetar diretamente na qualidade da água. Os telhados podem ser feitos de vários materiais como: de folhas de ferro galvanizado, telhas de cerâmica de barro, de palha, folhas de amianto, folhas de material reciclável e às vezes usam-se folhas de plástico corrugado.

Os telhados de palha são os menos indicados para captação de águas pluviais, uma vez que pode produzir água com uma grande quantidade de material orgânico e a cor seria menos adequada para uso doméstico; os telhados de folhas de ferro galvanizado são os preferidos e é comum para casas novas; as folhas de ferro galvanizado têm a vantagem de esquentar bastante ao sol e irão esterilizar a contaminação microbiana de água durante o processo, porém a tinta no telhado pode oxidar através do intemperismo. No processo de degradação, a tinta pode ser levada para a cisterna, dependendo do material usado. Isto não

será um problema se for deixada a assentar no fundo da cisterna. As águas com tintas contendo chumbo não devem ser usadas.

Enquanto o escoamento a partir de folhas de ferro galvanizado é melhor do que 90% se não estiver enferrujado, telhas de cerâmica e telhas de amianto velhas têm os menores coeficientes de escoamento. A taxa de escoamento também vai depender da intensidade das chuvas: durante uma chuva fina, a evaporação será mais importante, mas com uma chuva forte, o escoamento será bom, se a cobertura for de amianto/fibrocimento, deve ser deixado em repouso. Manusear amianto é perigoso para a saúde por causa da inalação de fibras. Na maioria dos países, o uso do amianto como um material de telhado é proibido. No entanto, numerosas casas antigas ainda têm telhas de amianto. O risco apresentado, a longo prazo do consumo de água potável contaminada com amianto tem sido estudado extensivamente. A evidência indica que a água coletada dos telhados de amianto é improvável ser associada com efeitos negativos para a saúde ao decorrer do tempo.

A qualidade das águas captadas nos telhados está diretamente ligada com a manutenção e limpeza periódica dos telhados e calhas, com remoção de galhos de árvores e outros objetos, que possam estar na área de captação de águas de chuvas, a fim de reduzir a poluição das águas. Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 pode-se observar um telhado novo, outro com manutenção e limpeza periódica, a realização da limpeza de um telhado e outro que não é limpo com frequência, respectivamente.

Figura 3 - Telhado novo



Fonte:telhao/2015

Figura 4 - Telhado com manutenção e limpeza periódica



Fonte:cemporcentomanutencao/2015

Figura 5 - Realização da limpeza de um telhado



Fonte:imperiodastelhasblumenau/2015

Figura 6 - Telhado sem manutenção de limpeza



Fonte:deco.fr/2015

4.2 FILTRAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

A coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora certo grau de filtragem, muitas vezes, seja necessário. É de grande importância que o fluxo inicial captado de águas pluviais seja inutilizado, pois contém poeira, folhas, insetos, fezes de animais, além de outros resíduos e poluentes transportados por via aérea faz com que a água se torne imprópria para o armazenamento. O dispensor de água da chuva é o responsável por este processo. Assim só vai para o reservatório as águas de chuvas que vão estar bem mais limpas, pois o fluxo inicial que foi descartado já fez a lavagem no telhado, calhas e tubulações.

Segundo Brown et al. (2005), o volume do primeiro fluxo de água da chuva a ser descartado varia conforme a quantidade de poeira acumulada na superfície do telhado, que é uma função do número de dias secos, da quantidade e tipo de resíduos, e da estação do ano. Outras variáveis a serem consideradas são a inclinação e as superfícies dos telhados, a intensidade das chuvas e o período de tempo que ocorrem. Além disso, salienta-se que não há nenhum cálculo exato para definir o volume inicial de água pluvial que necessita ser desviado, devido às muitas variáveis que determinam a eficácia da lavagem das áreas de captação.

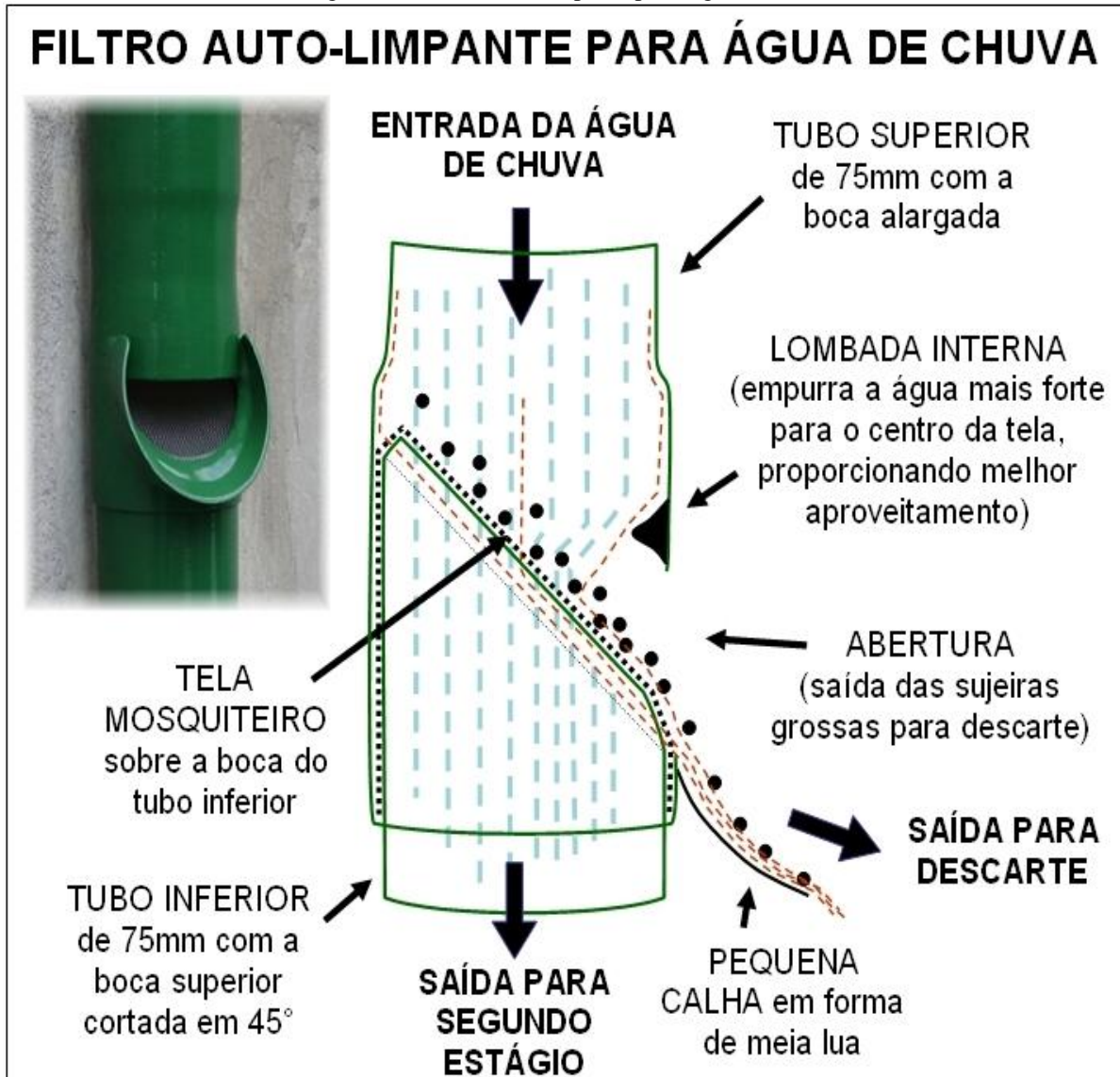
O filtro de água da chuva tem a finalidade de separar a água da chuva das impurezas presentes impedindo que elas cheguem até o reservatório.

Vendo a importância do reaproveitamento de águas pluviais, a execução do sistema de captação vem sendo muito procurada e já se encontram no mercado diversos tipos de filtros, desde aqueles produzidos de maneira mais simples e com baixo custo até dispositivos que apresentam maior complexidade e eficiência, porém com um custo maior produzidos por empresas que atuam neste ramo.

4.2.1 Filtro de água de chuva de baixo custo (modelo auto-limpante)

O Filtro de Água de Chuva Auto-limpante e de Baixo Custo (Figura 7) foi desenvolvido para ser instalado na tubulação de descida de água da calha do telhado. Ele é feito com tubo de 75mm e serve para telhados de até 50m². Para projetos maiores use um filtro para cada 50m² de telhado, ou seja, para cada 50m² de telhado faça uma descida com tubo de 75mm e instale um filtro.

Figura 7 - Filtro Auto-Limpante para Água de Chuva



Fonte:sempresustentavel/2015

Esse Filtro vai colher as sujeiras mais grossas como folhas secas de árvores, pequenos insetos (geralmente mortos e secos), penas de pássaros, fezes de bichos, entre outros.

A montagem desse Filtro é feita com dois pedaços de tubo de PVC, um encaixado dentro do outro, com uma tela (tela mosquiteiro) entre os dois tubos, inclinada (+/- 45°) e uma abertura (lateral) para o descarte das sujeiras mais finas, que passarão pela tela e vão para o segundo estágio do sistema de Aproveitamento da Água da Chuva, que é o Separador das águas. Esse Filtro além de ser auto-limpante, também vai descartar uma parte da água da chuva fraca e uma pequena porção das chuvas fortes para fazer a limpeza da tela.

4.2.2 Filtro de água comercial (modelo: filtro VF1)

De forma centralizada e simples o Filtro VF1 (Figura 8), proporciona a filtragem de água de chuva oriunda de telhados com até 200 m² com uma vazão de 9 litros por segundo, sem causar qualquer transtorno à drenagem pluvial da edificação. O filtro VF foi desenvolvido para ser instalado diretamente sob o solo, não exigindo a construção de nenhuma proteção em alvenaria, recomendando-se apenas que seja preservado o acesso a sua tampa superior, de maneira que possa ser feita uma inspeção esporádica em seu interior. As entradas e saídas do filtro são facilmente conectadas aos tubos de PVC comuns usados nestes tipos de instalação.

Figura 8 - Filtro Ecohabitat VF1



Fonte:aecweb/2015

O princípio básico de funcionamento deste filtro é feito da seguinte maneira: a água de chuva, ao chegar no filtro, é “freada” na represa superior, sendo então conduzida para descer nas cascatas por força do desenho especial das mesmas. Seguindo este processo se dá a limpeza pelo princípio das cascatas. A sujeira mais grossa desce pela cascata e vai direto para a galeria pluvial. A água da chuva, já livre das impurezas maiores, passa pela malha situada abaixo da cascata. Esta tela por suas características especiais, força a sujeira fina a ir para a canalização. Assim os intervalos entre uma manutenção e outra são maiores. E para finalizar,

a água limpa se encaminha para o reservatório. Na Figura 9, é possível observar a estrutura interna do filtro VF1 e compreender o seu funcionamento básico.

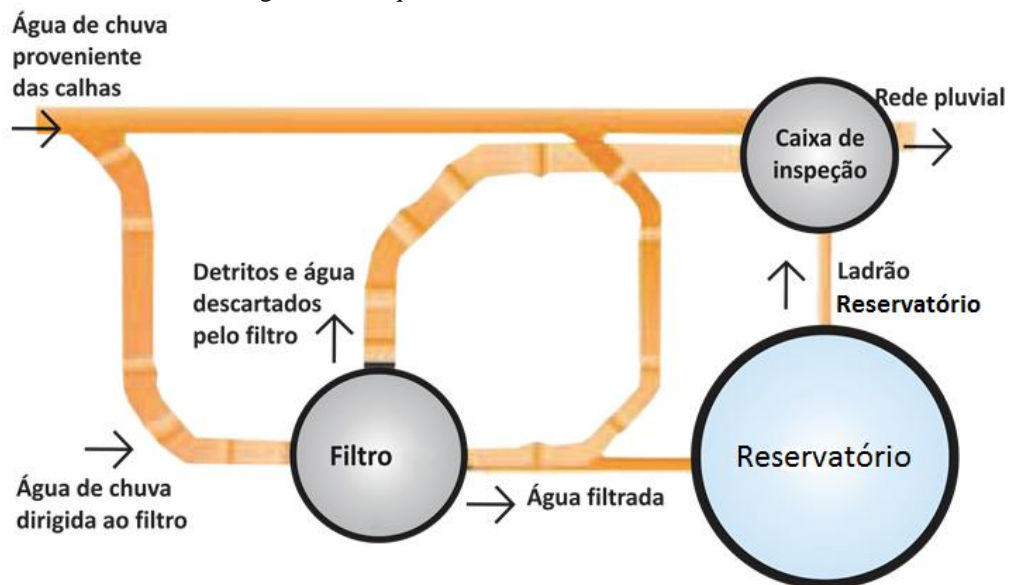
Figura 9 – Ilustração técnica do funcionamento do Filtro Ecohabitat VF1



Fonte: aecweb/2015

Já na Figura 10, temos um sistema de captação completo demonstrando todo o processo, desde a captação das águas pluvial pelas calhas até o armazenamento ou eliminação da água descartada pelo filtro na rede em voga.

Figura 10 - Esquema de funcionamento do sistema



Fonte: acquasave/2015

4.2.3 Filtro tipo funil

Este é um dispositivo de baixo custo, feito com um funil em fibra de vidro (Figura 11) onde são inseridas três peneiras que tem como função, reter os materiais sólidos presentes na água da chuva. A peneira superior (Figura 12) é confeccionada com tela inox tipo moeda, com furos de 18 mm de diâmetro e espessura da chapa de 1,6 mm. Esta peneira é levemente côncava. Já a peneira intermediária (Figura 13) é confeccionada com tela inox soldada, malha 4 com abertura de 6,35 x 6,35 mm e diâmetro do fio de 0,63 mm. E, por fim a peneira inferior (Figura 14) feita em tela de aço inox, malha 14 com abertura da malha de 1,31 x 1,31 mm e diâmetro do fio de 0,50 mm. A peneira intermediária e a inferior possuem concavidade acentuada. O funil, feito em fibra de vidro, forma um ângulo de 72° com a superfície plana horizontal e possui uma capacidade para 100L.

Através das Figuras 11, 12, 13 e 14, observa-se que se trata de um filtro bem simples, eficiente e de baixo custo, porém é necessário que seja feita limpeza regularmente, pois o filtro não possui nenhum mecanismo para retirar a sujeira retida nas peneiras durante a chuva.

Figura 11 - Filtro tipo funil



Fonte: Acervo dos autores

Figura 12 - Peneira superior



Fonte: Acervo dos autores

Figura 13 - Peneira intermediária



Fonte: Acervo dos autores

Figura 14 - Peneira inferior



Fonte: Acervo dos autores

4.3 ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Após a realização do processo de filtragem da água da chuva, a mesma é direcionada ao reservatório de armazenamento final. O reservatório é uma parte do sistema que deve ser bastante estudada, pois é o componente com maior valor do projeto e para evitar prejuízos deve ser feito um dimensionamento minucioso para que atenda a demanda solicitada com o menor custo possível. Para execução ou instalação do reservatório deve ser levado em consideração a área disponível, pois o reservatório pode ser enterrado, sobre o solo ou até mesmo elevado, podendo assim saber se será necessário o bombeamento. Além de todos os quesitos citados a construção do reservatório deverá atender a NBR 12217:1994 - Projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.

Segundo Andrade et al. (2009), os reservatórios de armazenamento requerem cuidados que possibilitem a segurança sanitária, com a manutenção da qualidade da água armazenada, ou mesmo melhoria da qualidade desta água. Eles devem ser periodicamente limpos, para remoção de depósitos de sedimentos. A tampa de inspeção destes reservatórios deve ser mantida fechada, para evitar contaminação da água por pássaros, insetos e outros animais. Também se deve evitar a entrada de luz do sol no reservatório, para diminuir a proliferação de algas e outros microrganismos. Os reservatórios deverão, portanto, ser dotados de visitas com portas para inspeção e manutenção, suspiro com tela para evitar a entrada de insetos, tubulação de esgotamento para esvaziamento e limpeza do reservatório. Preferencialmente, eles devem ser dispostos sobre o solo para evitar vazamentos de difícil detecção.

Embora o aproveitamento da água da chuva seja muito útil, recomenda-se que a água da chuva não seja considerada como única fonte de suprimento de água. O ideal é que a água da chuva seja uma fonte alternativa, suplementando o sistema de abastecimento de água potável, sendo direcionada para os fins não potáveis.

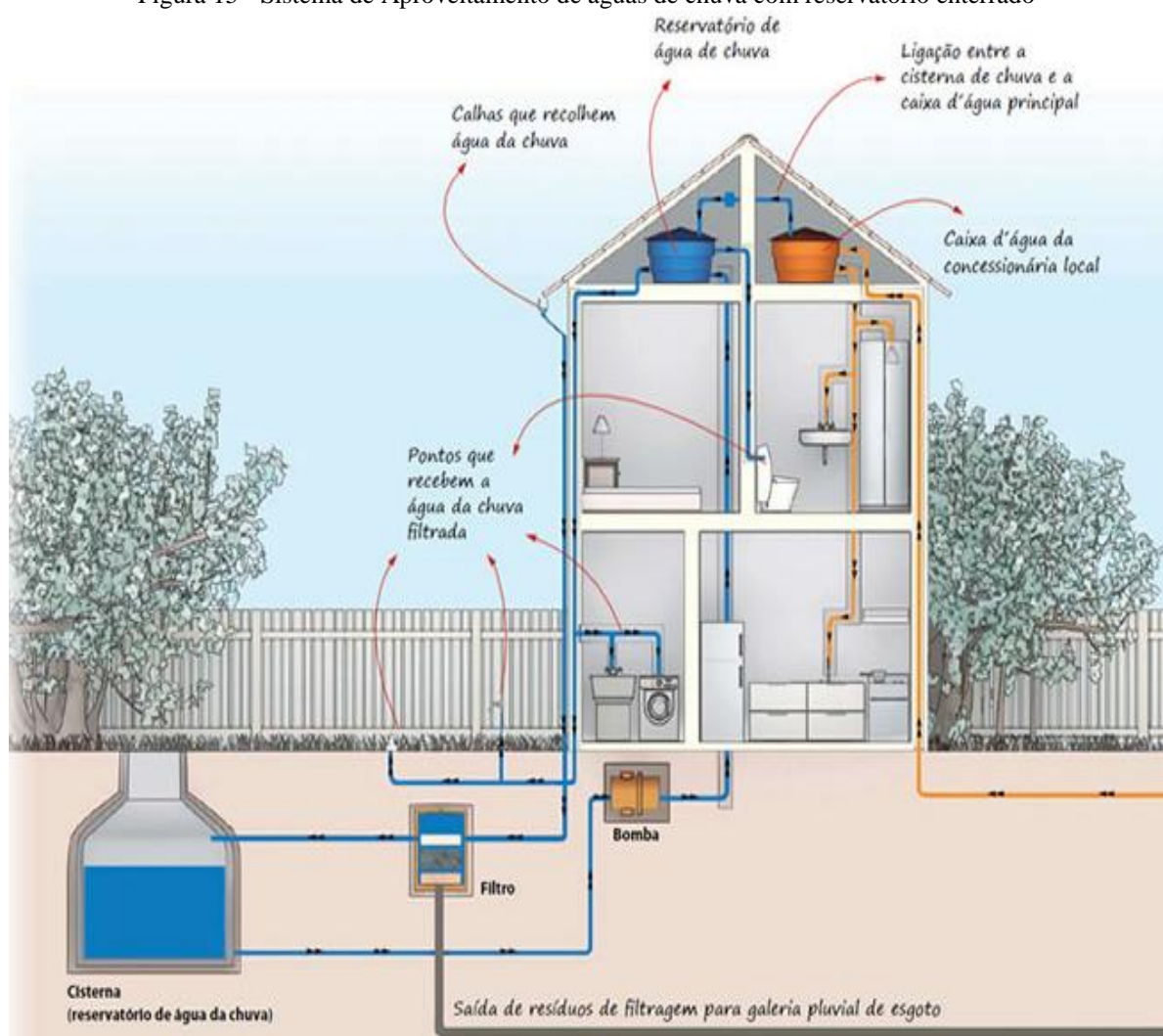
4.3.1 Reservatório enterrado

Reservatórios enterrados são aqueles construídos sob a cota do terreno. O reservatório enterrado é o mais utilizado pelo principal fato de não ocupar espaço podendo aproveitar toda a área do terreno. O que deve ser levado em consideração neste tipo de reservatório é no dimensionamento de sua superestrutura e nas questões de bombeamento. Por existir uma ação do solo nas paredes do reservatório, estas deverão ser consideradas nos

carregamentos atuantes para dimensionamento estrutural. Com reservatórios enterrados o bombeamento se torna necessário, o que gera um gasto a mais. Para o bombeamento a um reservatório superior para o abastecimento, o mesmo deve atender a norma NBR 12214:1992 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público – Procedimento.

A Figura 15 ilustra uma residência onde a água de chuva captada através das calhas, passa pelo processo de filtragem e posteriormente é armazenada em um reservatório enterrado que para abastecer o reservatório de água de chuva superior necessita de um bombeamento.

Figura 15 - Sistema de Aproveitamento de águas de chuva com reservatório enterrado



Fonte: pinterest/2015

4.3.2 Reservatório sobre o solo

Reservatórios sobre o solo (Figura 16) são menos utilizados devido sua grande ocupação de área no terreno. Para este tipo de reservatório pode-se optar pelo uso do

bombeamento. Caso não seja utilizado, este é um sistema que poderá ser usado somente para molhar jardins e lavagem de áreas externas. Devido a opção de não utilizar o bombeamento, o sistema se torna menos eficiente e como consequência pode não compensar a implantação devido ao custo elevado.

Se for optado pela utilização de bombeamento, o que deverá ser levado em conta é o custo para implantação pois, além de um reservatório sobre o solo, será instalado outro elevado para atender bacias sanitárias e demais peças que não necessitem de água potável.

A Figura 16 mostra o princípio básico de funcionamento deste sistema que consiste na captação das águas de chuva através das calhas. Parte dessa água é descartada pelo dispersor. A água que será reaproveitada passa por filtragem e segue para o reservatório, onde já estará pronta para ser utilizada.

Para que tenha uma boa pressão é necessário que o reservatório trabalhe com uma quantidade mínima de água, pois neste sistema a pressão é obtida somente pelo peso da água.

Figura 16 - Sistema de Aproveitamento de águas de chuva com reservatório sobre o solo

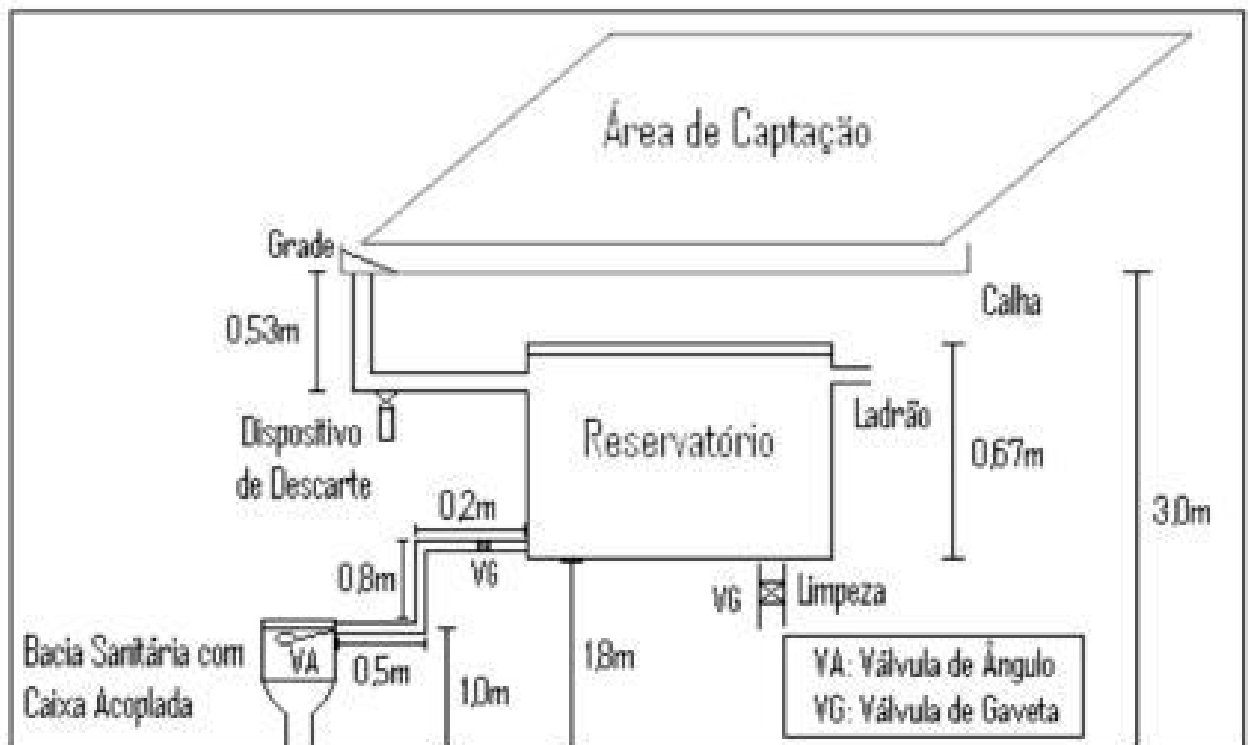


Fonte: vicentemanera /2015

4.3.3 Reservatório elevado

O sistema com reservatório elevado (Figura 17) consiste na captação das águas de chuva através das calhas e devido a arquitetura do telhado é possível instalar o reservatório logo abaixo do mesmo, evitando assim os gastos com o bombeamento da água.

Figura 17 - Sistema de Aproveitamento de águas de chuva com reservatório elevado



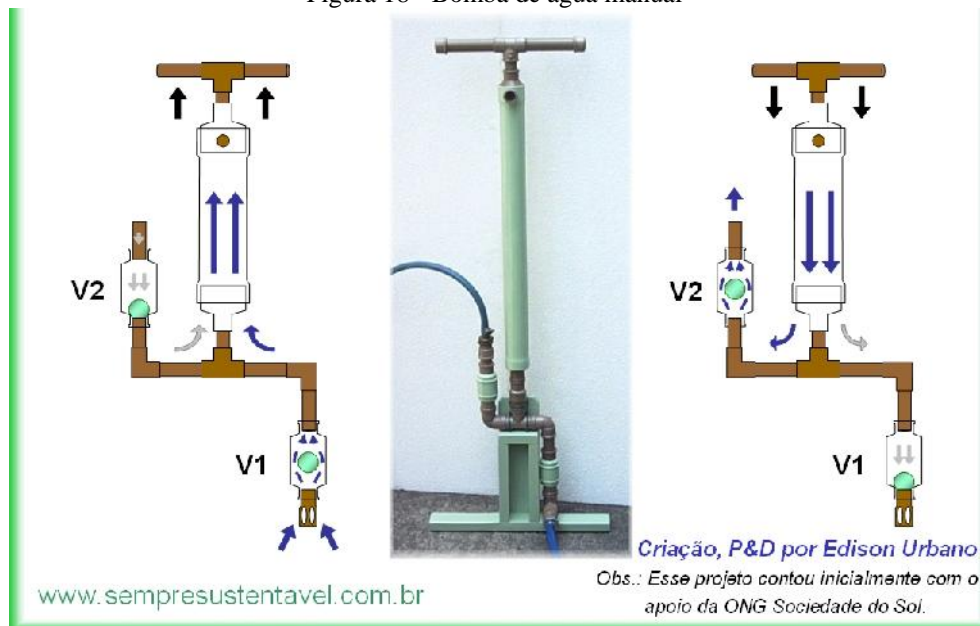
Fonte: amazonaws/2015

4.4 BOMBEAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de bombeamento de águas pluviais pode ser constituído por um conjunto de motores e bombas que são utilizados para transportar a água do reservatório de armazenamento de água de chuva, quando situado abaixo do nível de utilização, para um reservatório elevado que distribuirá a água por gravidade para os pontos de uso de água não potável.

Além do bombeamento elétrico existem outros tipos de sistemas. Alguns deles são as bombas de água manuais, que podem ser usadas, caso não queira ou não possa usar um reservatório elevado. O uso do aproveitamento de água com esse sistema deve ser para pequenos afazeres, como molhar plantas e outros de mesma significância. Na Figura 18 podemos observar uma bomba manual.

Figura 18 - Bomba de água manual

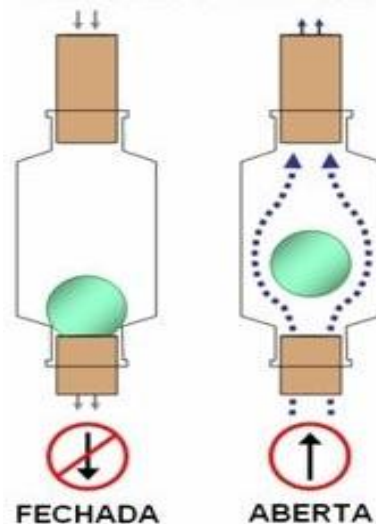


Fonte: sempresustentavel/2015

O princípio de funcionamento dessa bomba é bem simples. Funciona como uma seringa gigante, sugando a água vindo por um tubo para dentro do cilindro e depois empurrando-a para fora por outro tubo.

As duas válvulas de retenção (Figura 19), servirão para direcionar o fluxo da água enquanto é feito o vai-e-vem do êmbolo da seringa. Assim a água entra por uma válvula e sai por outra, sendo forçada a seguir uma única direção.

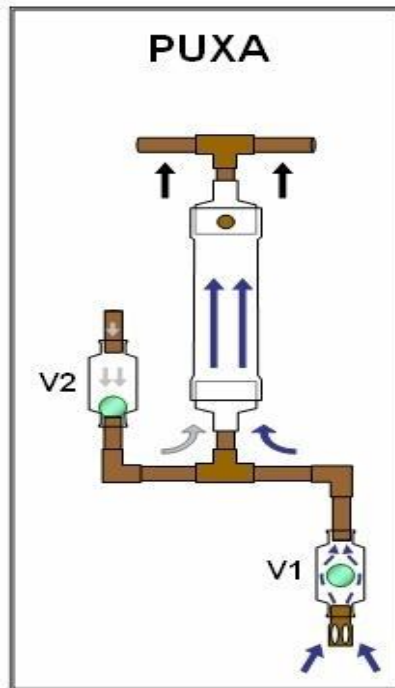
Figura 19 - Válvulas de retenção



Fonte: sempresustentavel/2015

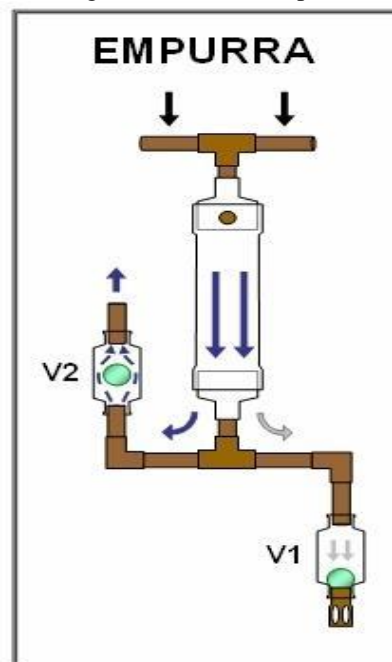
As Figuras a seguir (Figura 20 e Figura 21) ilustram o esquema de funcionamento da bomba de água manual, puxa e empurra.

Figura 20 - Sistema puxa



Fonte: sempresustentavel/2015

Figura 21 Sistema empurra



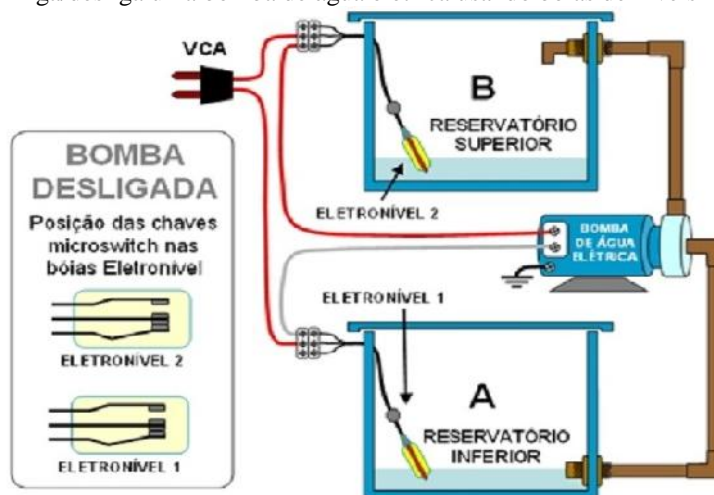
Fonte: sempresustentavel/2015

A Figura 20 mostra que primeiro a alavanca do êmbolo é puxada sugando a água pela válvula "V1" (enchendo o cilindro). Nessa situação a válvula "V1" é aberta permitindo a passagem da água, enquanto a válvula "V2" é fechada pela sucção. Enquanto que a Figura 21 mostra que depois a alavanca do êmbolo é pressionada, empurrando a água para fora do cilindro. Nessa situação a válvula "V2" é aberta, liberando a passagem da água que será empurrada para cima enquanto a válvula "V1" é fechada (pela pressão), impedindo o retorno da água. É sugerido que tenha como limite máximo de altura para sucção os 6m para evitar a cavitação.

O sistema de bombeamento otimizado com o uso de boias elétricas inferiores e superiores é o mais recomendado ao se tratar de automação de coleta e distribuição de águas pluviais, onde a bomba só é acionada quando há água no reservatório inferior e o superior está abaixo do nível máximo estabelecido na instalação.

As boias elétricas são instrumentos para controle e indicação de nível em líquidos que, por ação da flutuação assumem posições que podem ligar ou desligar um circuito elétrico. De fácil instalação, ele pode ser utilizado em poços, tanques, caixas, efluentes industriais e bombas de porão, seja uma residência, empresa ou qualquer construção civil. Permitem ao mesmo tempo um controle do nível de água no reservatório superior e do nível do reservatório inferior com um comando automático de bomba, sua função, além do controle de nível é a proteção da bomba, a qual esteja ligada, desligando-a quando não houver água para ser bombeada, na Figura 22 podemos ver o esquema elétrico de um sistema automático que liga/desliga uma bomba de água elétrica usando boias de níveis.

Figura 22 - Esquema elétrico de um sistema automático que liga/desliga uma bomba de água elétrica usando boias de níveis



Fonte: portaleletricista /2015

4.5 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA RESIDÊNCIA

Sistema de distribuição: constituído por um conjunto de ramais que distribuem a água de chuva para os pontos de utilização. Por se tratar de um sistema de distribuição de água não potável recomenda-se a identificação e a restrição de acesso a todos os pontos de utilização de água deste sistema.

Sistema de sinalização e informação: A sinalização do sistema de aproveitamento de água de chuva é de extrema importância para que não haja utilização inadequada do sistema e nem contaminação do sistema público de distribuição de água. É constituído de avisos de alerta em todas as unidades do sistema (tubulações, reservatórios, unidades de tratamento, pontos de utilização etc.).

A distribuição das águas pluviais em uma residência pode ser executada através de dois sistemas denominados: direto e misto. No primeiro a água do reservatório superior é ligada diretamente à sua peça de utilização (vaso sanitário, torneira de jardim e outros). O registro é usado apenas para possíveis manutenções.

O sistema direto é o mais simples, porém não tem muita aplicação em algumas regiões do nosso país, devido à escassez de chuva, além da exigência de uma peça de utilização exclusiva para o uso das águas pluviais. Tendo em vista que só sairá água na peça de utilização se houver água no reservatório superior de águas pluviais, logo torna-se inviável o uso em bacias sanitárias, uma das peças mais importantes para se usar águas não potáveis.

O outro sistema, o misto tem vantagens significativas em relação ao direto, possibilitando o uso de águas de chuva na bacia sanitária, pois as peças não ficam desabastecidas nos períodos de estiagem, uma vez que o sistema de águas pluviais é interligado com o de águas potáveis da residência.

Para a execução deste sistema alguns cuidados devem ser tomados para garantir a qualidade da água potável e a priorização do uso das águas pluviais nas peças alimentadas pelo o sistema.

4.5.1 Cuidados na utilização do sistema

No uso de águas pluviais devemos evitar a entrada de luz do sol nos reservatórios para diminuir a proliferação de micro-organismos;

A tampa de inspeção deverá ficar fechada;

A saída do extravasor deverá conter grade para evitar a entrada de pequenos animais;

Pelo menos uma vez por ano deverá ser feita a limpeza nos reservatórios, removendo a lama que se acumula no fundo;

Os reservatórios deverão conter uma pequena declividade no fundo para facilitar a limpeza e retirada da lama;

É interessante localizar o reservatório inferior próximo ao condutor vertical;

A água coletada deverá ser utilizada somente para consumo não potável;

Deverão ser tomados os devidos cuidados para que a água de chuva não contamine o reservatório de água potável, caso os dois reservatórios estejam interligados.

Se o reservatório de água de chuva for abastecido também por água potável, esta alimentação deverá estar acima da entrada de água de chuva, para não retornar água da chuva ao reservatório de água potável;

No fundo do reservatório deverá existir um dispositivo para evitar turbulência na água e não agitar o material sedimentado no fundo;

A tubulação de água de chuva poderá ser de outra cor para realçar o uso não potável, além disso, poderão ser utilizadas roscas e torneiras diferentes para evitar uma possível interconexão com o sistema de água potável;

Próximo à mangueira do jardim ou quintal deverá existir uma placa de aviso “Água Não Potável”;

Deverá ser verificada a necessidade de filtração e cloração da água de chuva armazenada;

O sistema deve possuir um dispositivo que possibilite o abastecimento das peças de utilização com água potável em caso de longas estiagens;

No sistema que há interligação com a água potável, este deve garantir que a água de chuva não se misture com a água potável;

O reservatório superior de água pluvial deverá estar em determinada disposição, de maneira a garantir a exclusividade nas peças de utilização nele ligado.

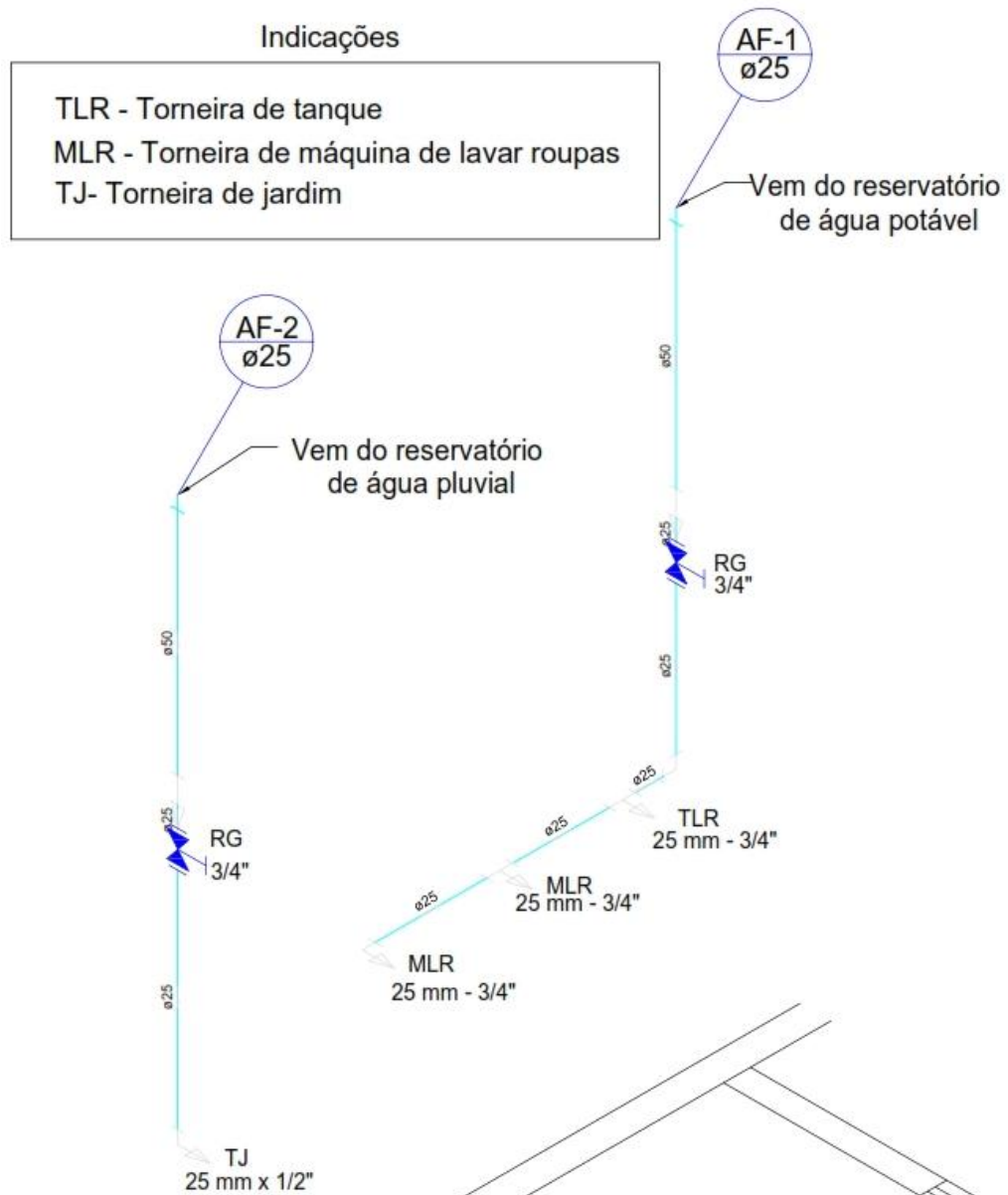
4.5.2 Projetos de instalação de água fria com utilização de águas pluviais

Para se realizar um serviço de engenharia é necessário a elaboração de projetos para melhor aplicação dos métodos construtivos.

Na Figura 23 é demonstrado o projeto de alimentação direto onde a bacia sanitária é alimentada diretamente pelo reservatório de águas pluviais, como podemos ver este sistema só

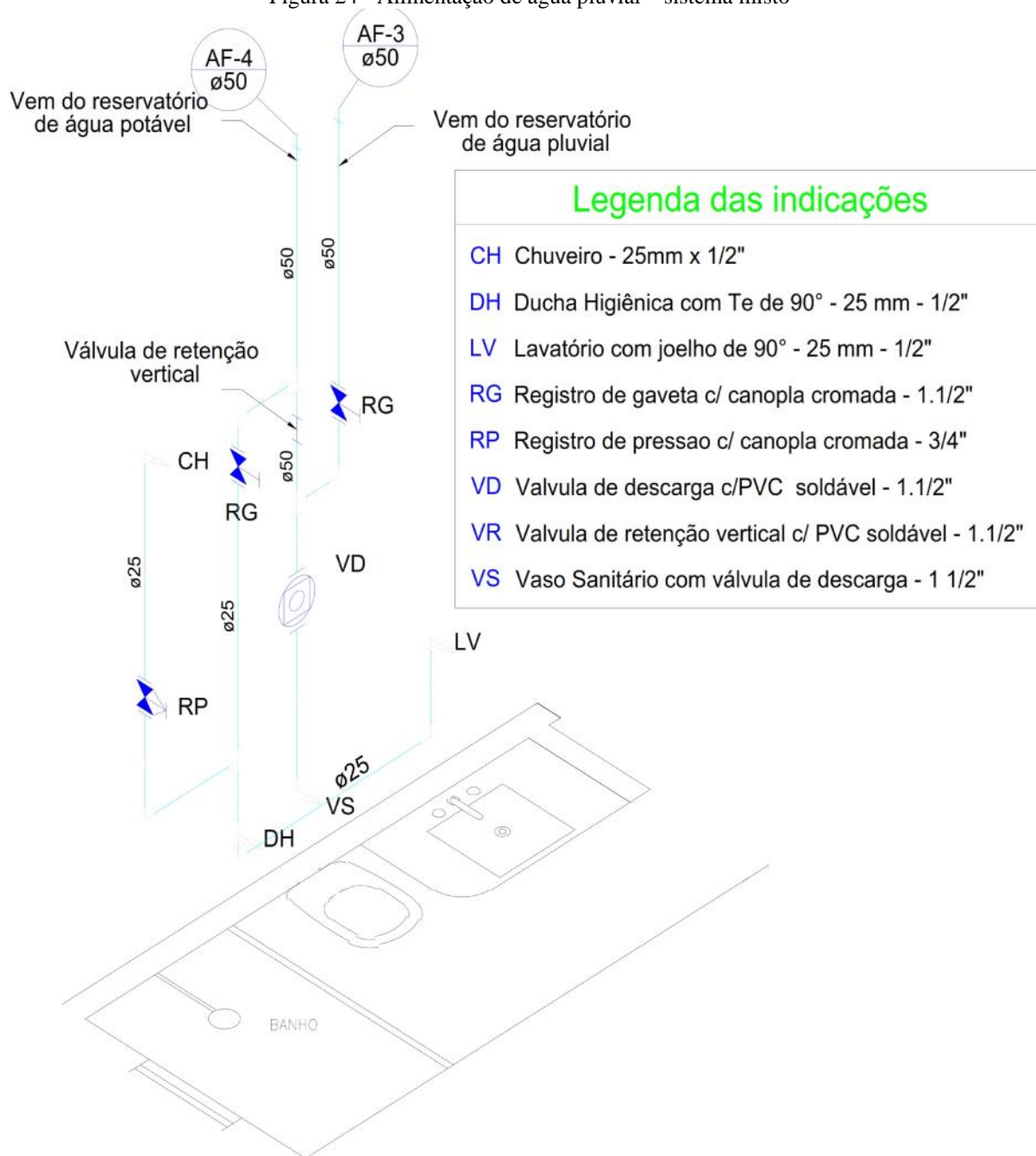
poderá ser usado se for em torneiras de jardim e para uso geral, uma vez que a bacia sanitária não pode ficar sem abastecimento de água em nenhum período do ano.

Figura 23 - Alimentação de água pluvial – sistema direto



Na Figura 24 é demonstrado o projeto de alimentação mista onde a bacia sanitária é alimentada diretamente pelo reservatório de águas pluviais e também por água potável, logo a peça não fica sem funcionalidade com a falta de chuva.

Figura 24 - Alimentação de água pluvial – sistema misto



Fonte: Projeto dos autores

4.6 PROTÓTIPO

O protótipo foi desenvolvido para demonstrar o funcionamento automatizado de um sistema de aproveitamento de água de chuva por meio composto pela maquete de uma residência unifamiliar, confeccionada em madeira, juntamente com três reservatórios em acrílico. Esse cenário representa o sistema de distribuição de água de chuva dentro de uma residência e destina-se à utilização em descarga sanitária onde na falta da água pluvial o

sistema é abastecido pela água potável. O sistema é controlado por sistemas de boias e válvula de retenção. O seu funcionamento compreende a detecção de chuva por meio da boia inferior, que aciona automaticamente a bomba, que faz o recalque até o reservatório superior onde existe outra boia que libera o acionamento ou não da bomba de acordo com a sua capacidade de armazenamento de água.

O protótipo simula o funcionamento do sistema efetuando a captação da água por meio de uma calha e controla a coleta desta água por meio de ladrão localizado na parte superior do reservatório, alternando entre a armazenagem e o descarte para a rede de águas pluviais. Essa água armazenada é bombeada com o auxílio de uma bomba d'água do limpador do parabrisa automotivo para o reservatório superior de distribuição, estando disponível para utilização, sendo previsto também o abastecimento da peça por água potável na falta de águas pluviais. Decorrente disso, pode-se observar uma riqueza de aplicações pertencentes ao campo técnico da automação, sobretudo da utilização das águas pluviais.

5 APLICAÇÃO DO PROJETO

Para melhor demonstrar o investimento necessário para instalar um sistema de aproveitamento de águas pluviais fizemos um projeto de água fria e pluviais com planilha de quantitativos e valores, baseado na tabela do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), mês de referência fevereiro de 2015 e outro projeto e planilha sem o sistema de aproveitamento de águas pluviais, a fim de se demonstrar o investimento necessário e a economia alcançada para uma residência unifamiliar de 4 pessoas e o tempo necessário para recuperar o valor investido com economia na conta de água.

Na Tabela 6 mostra-se a estrutura tarifária de água na cidade de Anápolis discriminando os valores por metro cúbico, tanto para o fornecimento de água potável quanto para a coleta, afastamento e tratamento do esgoto

Tabela 6 - Estrutura tarifária de água vigente na cidade de Anápolis

Categoria	Consumo (m ³ /mês)	Tarifas		
		Água (R\$/m ³)	Esgoto (R\$/m ³)	
			Coleta e afastamento	Tratamento
Residencial Normal (sem Fonte alternativa de água)	1 a 10	2,65	1,94	0,53
	11 a 15	3,00	2,20	0,60
	16 a 20	3,43	2,50	0,69
	21 a 25	3,89	2,84	0,78
	26 a 30	4,40	3,22	0,88
	31 a 40	5,01	3,67	1,00
	41 a 50	5,66	4,14	1,13
Acima de 50	6,46	4,72	1,29	

Fonte: <https://www.saneago.com.br/site/agencia/tabela.php?servicos=0>

Na Tabela 7 foi feita uma simulação de valores cobrados pelo fornecimento de água potável, coleta, afastamento e tratamento de esgoto com base nos valores praticados pela concessionária local. Após esta demonstração é mostrado na tabela 8 a economia feita com o reaproveitamento das águas de chuvas para fins não potáveis, como o uso em descarga do vaso sanitário, rega de jardins e limpeza em geral.

Tabela 7 - Tarifa de água em Anápolis

Consumo (m ³)	Valor Água (R\$)	Valor Esgoto (R\$)	Valor Total (R\$)
5	2,65	2,47	25,60
6	2,65	2,47	30,72
7	2,65	2,47	35,84
8	2,65	2,47	40,96
9	2,65	2,47	46,08
10	2,65	2,47	51,20
11	3,00	2,80	63,80
12	3,00	2,80	69,60
13	3,00	2,80	75,40
14	3,00	2,80	81,20
15	3,00	2,80	87,00
16	3,43	3,19	105,92
17	3,43	3,19	112,54
18	3,43	3,19	119,16
19	3,43	3,19	125,78
20	3,43	3,19	132,40

Fonte: Calculado pelos autores

Tabela 8 - Comparação entre os sistemas

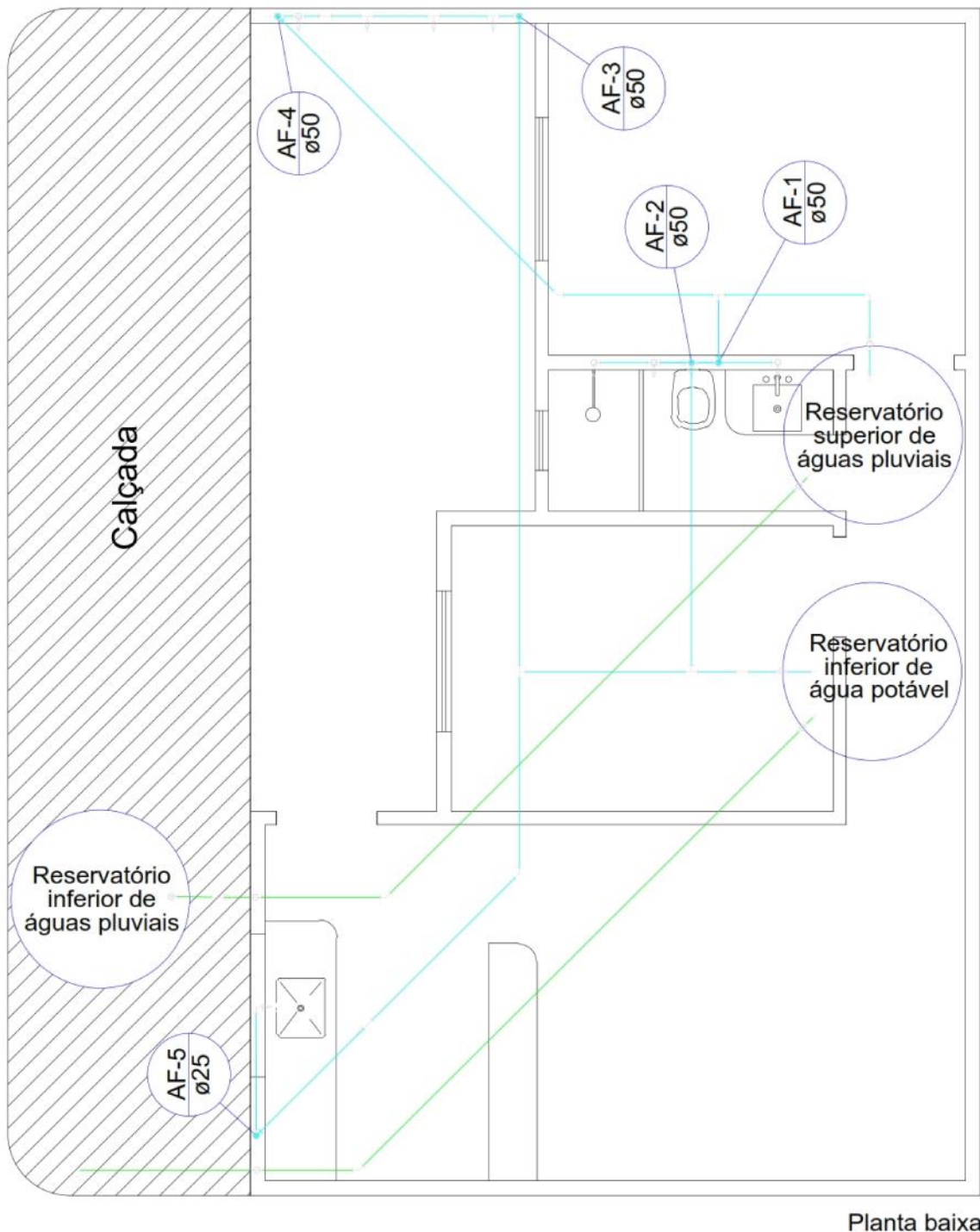
Residência	Consumo	Reaproveitamento	Valor Total	Valor Economizado
Sem Sistema de Reaproveitamento	10,08 m ³	-	R\$ 58,46	-
Com Sistema de Reaproveitamento	10,08 m ³	3 m ³	R\$ 36,25	R\$ 22,21

Fonte: Calculado pelos autores

5.1 PROJETOS DE ÁGUA FRIA COM E SEM APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para melhor exemplificar estão sendo mostrados nas Figuras 25 (planta baixa) e 26 (isométrico) o projeto de água fria com sistema de aproveitamento da água de chuva,

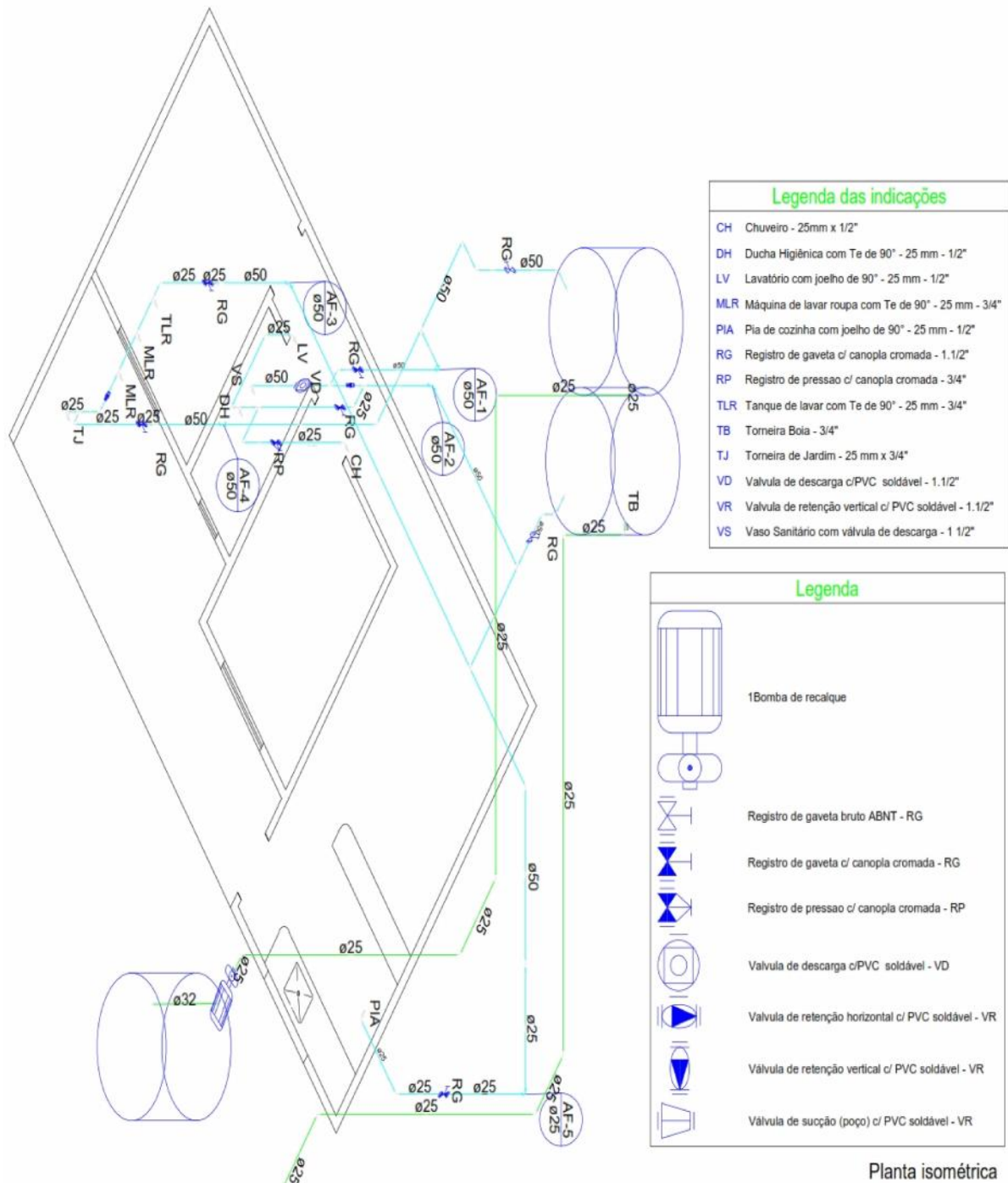
Figura 25 - Projeto de água fria em planta baixa com sistema de distribuição de água pluvial



Fonte: Projeto dos autores

Planta baixa

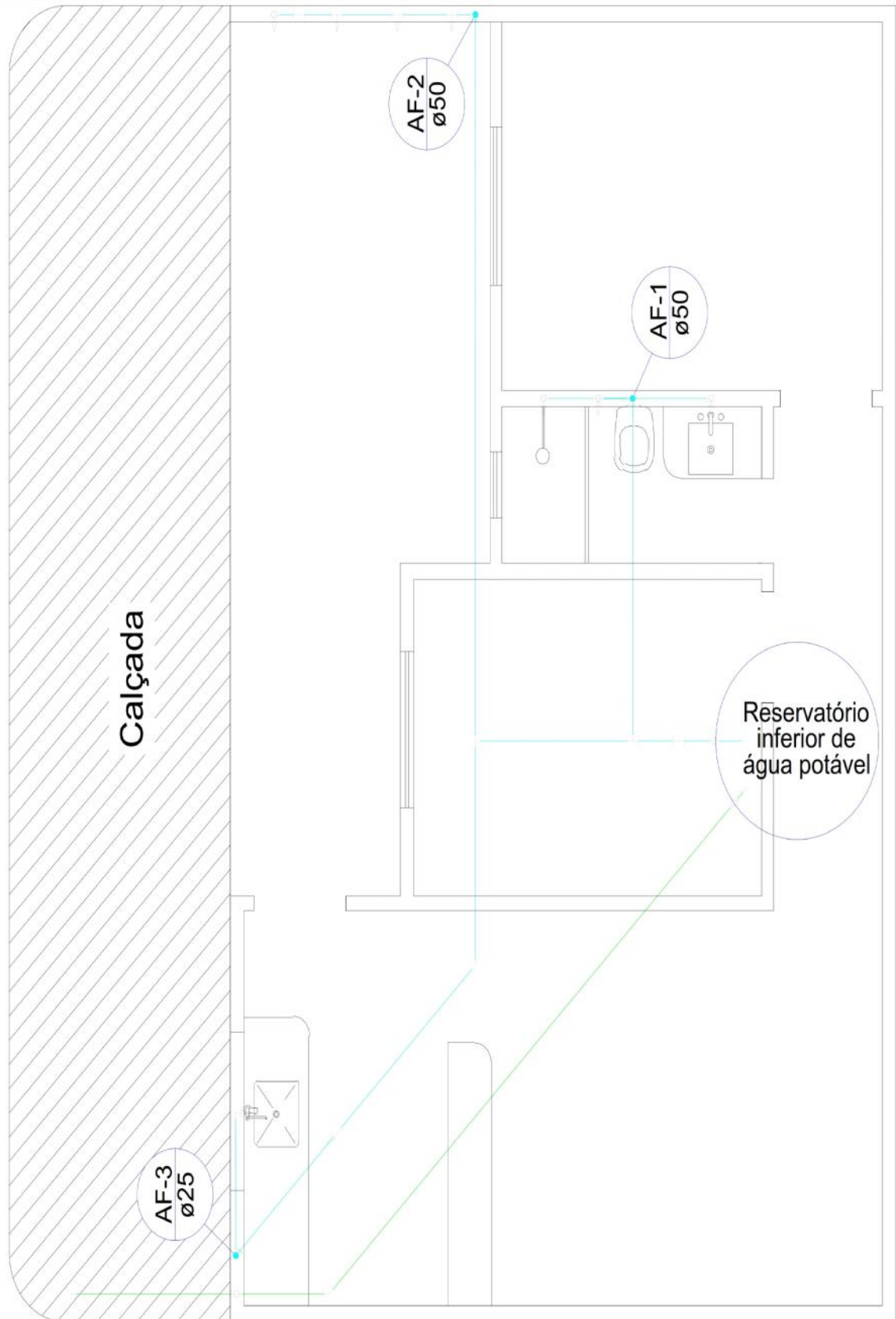
Figura 26 - Projeto isométrico de água fria com sistema de distribuição de água pluvial



Fonte: Projeto dos autores

Já nas Figuras 27 (planta baixa) e 28 (isométrico) mostra-se o projeto de água fria sem um sistema sem aproveitamento de água pluvial.

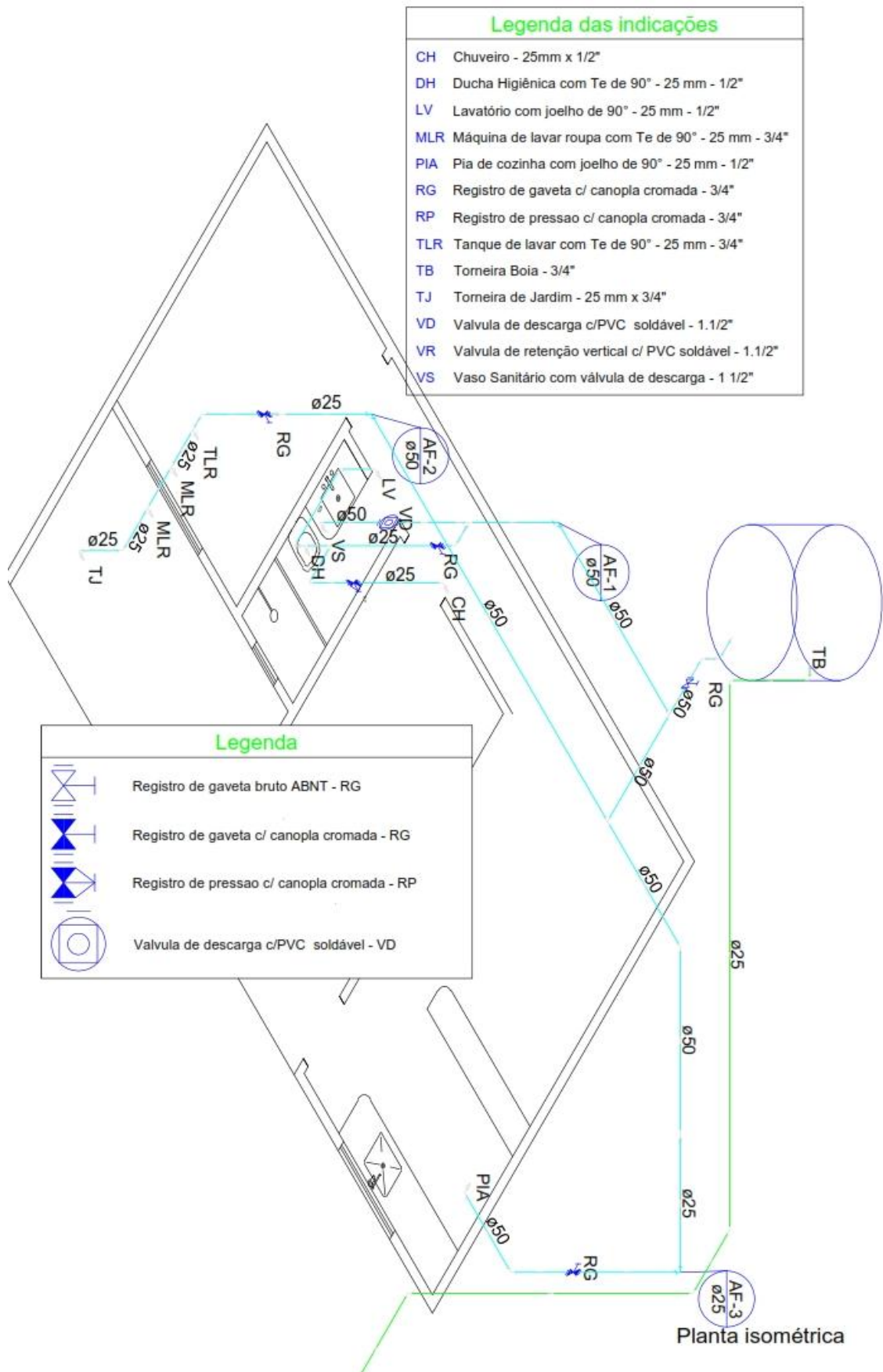
Figura 27 - Projeto de água fria em planta baixa sem sistema de distribuição de água pluvial



Planta baixa

Fonte: Projeto dos autores

Figura 28 - Projeto isométrico de água fria sem sistema de distribuição de água pluvial



Fonte: Projeto dos autores

Para se executar uma instalação de água fria com ou sem aproveitamento de águas pluviais haverá um investimento para se as instalações em pleno funcionamento, logo foi realizado um orçamento, com base na tabela SINAPI, para execução do projeto de água fria com aproveitamento de águas pluviais e outro sem o sistema, para assim ser demonstrado o investimento necessário para se executar o sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Com o levantamento de valores que consta no apêndice 1, com base na tabela da SINAPI do mês de fevereiro do ano de 2015, chegou-se à conclusão que o custo a investir para a execução do projeto de água fria com o sistema de aproveitamento de águas pluviais será de R\$ 4.923,02 (quatro mil novecentos e vinte e três reais e dois centavos). Já para se executar o mesmo projeto sem o sistema de aproveitamento de águas pluviais o investimento será de R\$ 1.929,65 (um mil novecentos e vinte e nove reais e sessenta e centavos).

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o levantamento dos quantitativos das instalações hidráulicas com e sem o sistema de aproveitamento de águas pluviais chegamos a diferença entre eles de 2.993,37 (dois mil novecentos e noventa e três reais e trinta e sete centavos). Sabendo-se que a economia mensal da fatura de consumo de água para esta residência é de R\$ 22,21 (vinte e dois reais e vinte e um centavo) (Tabela 8) chega-se à conclusão que para recuperar o investimento no sistema de aproveitamento de águas pluviais serão necessários aproximadamente 11 anos o que é inviável economicamente, além de se ter a possibilidade de cobranças, por parte da concessionária local, de tarifas de esgoto referentes ao uso da água pluvial aproveitada.

Vale ressaltar que a economia financeira, que o sistema oferece, é apenas um ponto de relevância, deve-se pensar principalmente nos aspectos ambientais. Como as chuvas, a quantidade de lixo jogado nas ruas, a falta de infraestrutura na drenagem pluvial, o solo cada vez mais impermeável devido a criação de novos conjuntos habitacionais e melhorias de tráfego, com o asfaltamento de vias, muitos problemas como enchentes, alagamentos, entre outros são gerados. Na Figura 29 mostra a triste situação que fica a Avenida Universitária desta cidade durante as precipitações de chuvas.

Figura 29 – Enxurrada Avenida Universitária Anápolis



Fonte: Acervo dos autores

Portanto a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, seria ambientalmente viável para diminuição do caos gerado devido à grande quantidade de água descartada durante as chuvas, mas principalmente para a economia de água de boa qualidade e preservação dos recursos naturais que trariam benefícios para todos inclusive as futuras gerações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste trabalho foram atingidos ao implementar a automatização de um sistema de aproveitamento de água de chuva, controlado por sistemas de boias, possibilitando a captação, armazenamento e distribuição da água de chuva dentro de uma residência. Vale ressaltar que, outro ponto também importante foi alcançado, a possibilidade de abastecimento das peças atendidas pelas águas de chuva com água potável nos períodos de seca em que não haja reserva de água de aproveitamento. Diante desses resultados, é possível contribuir com o meio ambiente ao se reduzir a utilização de água tratada para fins não potáveis, como descargas sanitárias, rega de jardim e limpeza em geral. Assim, consequentemente contribuir para uma sensível economia na conta de água e para a diminuição no acúmulo de água nas áreas urbanas, evitando inundações e enchentes. Portanto o sistema demonstrou que aplicando os conhecimentos da engenharia de civil, pode-se desenvolver sistemas mais eficientes, precisos e acima de tudo, seguros.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe que seja escolhida uma residência que atenda o perfil do projeto e nela seja instalado o sistema de aproveitamento de águas pluviais da maneira que foi explanada neste trabalho, a fim de se ter dados mais fiéis da precipitação de água na região além de se possibilitar a mensuração correta do consumo de água daquela região mostrando a economia real do consumo de água potável em todo decorrer do ano. Desta maneira a UniEvangélica poderia publicar um trabalho com dados obtidos através de experiências reais e, talvez, expandir o projeto para programas do governo na finalidade de economia de água de nossos mananciais, consequentemente preservação da natureza e diminuir a quantidade de água dispersada nas ruas impermeáveis, diminuindo de forma considerável as enchentes, tão comum em grandes centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. 7

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 12.217 – Projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, 1994.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15.527 – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, 2007.

Acquasave. **Filtro VF1**. Disponível em: <<http://www.acquasave.com.br/index.php/sistemas-residenciais-tecnico>> Acesso em 25/02/2015.

Agência Nacional de Águas. **Importância da Água**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/rede-das-aguas/questao-da-agua/importancia-para-vida-e-distribuicao-planeta/>> Acesso em 10/01/2014.

Agência Nacional de águas. **Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=9209> Acesso em 10/01/2014.

Amazonaws. **Sistema de Captação Elevado**. Disponível em: <<http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAEiqgAK-0.jpg>> Acesso em 10/02/2015.

ANDRADE, M.; MARINOSKI, A. K.; BECKER, R. H. **Casa Eficiente: Uso Racional da Água**. v.3, Florianópolis-SC, 2009.

BRAGA, Benedito P. F. **Gestão de águas no Brasil**. Scientific American Brasil, São Paulo-SP, n. 70. P, 38-41, mar. 2008.

BROWN, C.; JAN G.; COLLEY, S.; KRISHNA, H. J. **The Texas Manual on Rainwater Harvesting**. Texas Water Development Board. Third Edition. Austin, Texas, 2005

Cem Por cento Manutenção. **Telhado Limpo**. Disponível em: <<http://cemporcentomanutencao.blogspot.com.br/>> Acesso em 30/03/2015.

CLARK, Robin; KING, Jannet. **O Atlas da água**. São Paulo: publifolha, 2005.

COIMBRA, R. M.; ROCHA, L. C.; BEEKMAN, G. B. **Recursos hídricos: conceitos, desafios e capacitação**. Brasília, ANEEL, 1999.

Deco. **Telhado Sujo**. Disponível em: <<http://www.deco.fr/bricolage-travaux/charpente-couverture/qr/570377-que-sont-les-tuiles-en-fibrociment.html>> Acesso em 30/03/2015.

Ecocasa. **Kit VF1 para Captação de Água de Chuva**. Disponível em: <<http://www.hidrolan.com.br/Produtos/Detalhes.asp?op=99>> Acesso em 25/02/2015.

Ecocasa. **Solução econômica para fins não potáveis.** Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/kit-para-captacao-de-agua-de-chuva-solucao-economica-para-fins-nao-potaveis_22358_6704> Acesso em 25/02/2015.

FENDRICH, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais (100 Maneiras Práticas).** 2. ed. Curitiba: Roberto Fendrich, 2009, 190 p.

GONÇALVES, R. F. et al. **Uso Racional da Água em Edificações.** Vitória: ABES, 2006. 352p.

HAYDEN, Thomas, **Dossiê Terra: o guia indispensável sobre tendências globais/** Thomas Hayden; imagens por satélite cortesia de Geo Eye: (tradução Cláudio Marcondes). São Paulo: Editora Abril, 2007.

Império das Telhas. **Limpeza de Telhados, Manutenção e Reforma.** Disponível em: <<http://www.imperiodastelhasblumenau.com.br/loja/produto/Limpeza-de-Telhados,-Manuten%E7%E3o-e-Reforma.html>> Acesso em 30/03/2015.

NBR 12.214 – **Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público –** Procedimento, 1992.

Pinterest. **Casa e Construção.** Disponível em: <<https://www.pinterest.com/pin/248190629438404905/>> Acesso em 25/02/2015.

Portal Eletricista. **Comando De Motobomba Por Chave De Nível Boia.** Disponível em: <<http://www.portaleletricista.com.br/comando-de-motobomba/>> Acesso em: 06/04/2015.

Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)

SANEAGO. **Tarifas de Água e Esgoto.** Disponível em: <<https://www.saneago.com.br/site/agencia/tabela.php?servicos=0>> Acesso em: 15/05/2015.

Sanepar. **Economia.** Disponível em: <[http://site.sanepar.com.br/informacoes/economia%](http://site.sanepar.com.br/informacoes/economia%>)> Acesso em 10/01/2014.

Sempre sustentável. **Bomba D'água.** Disponível em: <<http://permaculturabr.ning.com/photo/bomba-de-agua-model01p>> Acesso em 06/04/2015.

Sempre Sustentável. **Projeto Experimental Do Filtro de Água de Chuva de Baixo Custo Modelo Auto-Limpante.** Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/filtro-de-agua-de-chuva.htm>> Acesso em 25/02/2015.

Sempre Sustentável. **Bomba de Água Manual.** Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/bombasdeagua/bomba-de-agua-model1.htm>> Acesso em 06/04/2015.

Telhão. **Telha Cerâmica Italiana.** Disponível em: <<http://www.telhao.com/telha-ceramica/telha-ceramica-italiana.php#>> Acesso em 30/03/2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva – para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar, 2003.

TSUTIYA, M. T., **Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água.** ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo, 2006.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água. 3ª edição** – São Paulo – Dep. De Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. XIII – 643p.

VicenteManera. **Reservatório sobre o solo.** Disponível em: <<https://vicentemanera.files.wordpress.com/2015/02/sistema-coleta-agua-chuva.jpg>> Acesso em 10/02/2015.

VIEIRA André de Ridder, **Cadernos de Educação Ambiental Água para Vida, Água para Todos:** Livro das Águas/André de Ridder Vieira texto: Larissa Costa e Samuel Roiphe Barrêto coordenação – Brasília: WWF-Brasil, 2006.

APÊNDICE A – Orçamento para execução do projeto de água fria com o aproveitamento de águas pluviais

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	QTD	PREÇO UNIT. R\$	PREÇO TOTAL R\$
1.1	74058/002	TORNEIRA DE BOIA VAZAO TOTAL 3/4 COM BALAO PLASTICO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	2	69,28	138,56
1.2	73796/002	VÁLVULA DE PÉ COM CRIVO Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	54,92	54,92
1.3	89391	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 1, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	5,53	5,53
1.4	89363	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	2	5,52	11,04
1.5	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	8	5,10	40,80
1.6	89367	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	6,70	6,70
1.7	89528	LUVA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	2,31	2,31
1.8	89427	LUVA COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 3/4, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	7,79	7,79
1.9	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	23	13,01	299,23
1.10	89357	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	2	18,19	36,38
1.11	74182/001	REGISTRO GAVETA 1.1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	2	73,20	146,40

1.12	74174/001	REGISTRO GAVETA 1.1/2" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	105,60	105,60
1.13	00006005	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES, BITOLA 3/4 " (REF1509)	UN	4	44,45	177,80
1.14	89985	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4, COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	UN	1	49,40	49,40
1.15	73795/005	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 50MM (2") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	118,18	118,18
1.16	40729	VALVULA DESCARGA 1.1/2" COM REGISTRO, ACABAMENTO EM METAL CROMADO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	185,70	185,70
1.17	73795/009	VALVULA DE RETENCAO HORIZONTAL Ø 25MM (1) - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	92,72	92,72
1.18	00006140	BOLSA DE LIGACAO EM PVC FLEXIVEL PARA VASO SANITARIO 1.1/2 " (40 MM)	UN	1	2,01	2,01
1.19	86884	ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 30CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1	5,23	5,23
1.20	00012613	TUBO DE DESCARGA PVC, PARA LIGACAO CAIXA DE DESCARGA - EMBUTIR, 40 MM X 150 CM	UN	1	9,78	9,78
1.21	72792	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL COM FLANGES LIVRES PARA CAIXA D'AGUA 50MMX1.1/2" - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	2	26,58	53,16
1.22	89429	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 3/4, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	2	2,98	5,96
1.23	89596	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 1.1/2, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	3	6,77	20,31
1.24	00000813	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDAVEL, LONGA, COM 50 X 25 MM, PARA AGUA FRIAPREDIAL	UN	3	2,79	8,37

1.25	89502	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	2	8,13	16,26
1.26	89481	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	9	2,61	23,49
1.27	89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	10	7,18	71,80
1.28	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	14	13,01	182,14
1.29	89449	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	28	11,73	328,44
1.30	89440	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	3	5,18	15,54
1.31	89625	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	4	14,07	56,28
1.32	89627	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	14,20	14,20
1.33	89366	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 3/4 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	3	8,61	25,83
1.34	89397	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	9,03	9,03
1.35	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	3	639,67	1919,01
1.36	00000731	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO MONOFASICO 0,49 HP BOCAIS 1" X 3/4", DIAMETRO DO ROTOR 110 MM, HM/Q: 6 M / 8,3 M3/H A 20 M / 1,2 M3/H	UN	1	476,47	476,47

1.37	73860/008	CABO DE COBRE ISOLADO PVC 450/750V 2,5MM2 RESISTENTE A CHAMA - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	28	2,66	74,48
1.38	74130/001	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 10 A 30A 240V, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	10,89	10,89
1.39	88547	CHAVE DE BOIA AUTOMÁTICA SUPERIOR 10A/250V - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	2	57,64	115,28
VALOR TOTAL R\$						4.923,02

Fonte: Orçamento dos autores

APÊNDICE B – Orçamento para execução do projeto de água fria sem o aproveitamento de águas pluviais

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	QTD	PREÇO UNIT. R\$	PREÇO TOTAL R\$
1.1	74058/002	TORNEIRA DE BOIA VAZAO TOTAL 3/4 COM BALAO PLASTICO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	69,28	69,28
1.2	89363	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	5,52	5,52
1.3	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	4	5,1	20,4
1.4	89528	LUVA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	2,31	2,31
1.5	89427	LUVA COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 3/4, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	7,79	7,79
1.6	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	12	13,01	156,12
1.7	74182/001	REGISTRO GAVETA 1.1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	73,2	73,2
1.8	00006005	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES, BITOLA 3/4 " (REF1509)	UN	3	44,45	133,35
1.9	89985	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4, COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	UN	1	49,4	49,4

1.10	40729	VALVULA DESCARGA 1.1/2" COM REGISTRO, ACABAMENTO EM METAL CROMADO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	185,7	185,7
1.11	00006140	BOLSA DE LIGACAO EM PVC FLEXIVEL PARA VASO SANITARIO 1.1/2 " (40 MM)	UN	1	2,01	2,01
1.12	86884	ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 30CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1	5,23	5,23
1.13	00012613	TUBO DE DESCARGA PVC, PARA LIGACAO CAIXA DE DESCARGA - EMBUTIR, 40 MM X 150 CM	UN	1	9,78	9,78
1.14	72792	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL COM FLANGES LIVRES PARA CAIXA D'AGUA 50MMX1.1/2" - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1	26,58	26,58
1.15	89429	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 3/4, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FORNECIMENTO EINSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	2	2,98	5,96
1.16	89596	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 1.1/2, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.AF_12/2014_P	UN	3	6,77	20,31
1.17	00000813	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDÁVEL, LONGA, COM 50 X 25 MM, PARA AGUA FRIAPREDIAL	UN	2	2,79	5,58
1.18	89502	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUAFORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	8,13	8,13
1.19	89481	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUAFORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	8	2,61	20,88
1.20	89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUAFORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	4	7,18	28,72

1.21	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	12	13,01	156,12
1.22	89449	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	M	17	11,73	199,41
1.23	89440	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	3	5,18	15,54
1.24	89625	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	3	14,07	42,21
1.25	89627	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	14,2	14,2
1.26	89366	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 3/4 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	2	8,61	17,22
1.27	89397	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	UN	1	9,03	9,03
1.28	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	1	639,67	639,67
VALOR TOTAL R\$						1.929,65