

**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS  
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

Ney Moreira Júnior  
MATRÍCULA: 20919837

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE  
REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

Brasília  
2013

Ney Moreira Júnior

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE  
REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

Trabalho de Curso (TC) apresentado  
como um dos requisitos para a  
conclusão do curso de Engenharia  
Civil do UniCEUB - Centro  
Universitário de Brasília

Orientador: Ana Paula Abi-faiçal  
Castanheira

Brasília  
2013

Ney Moreira Júnior

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE  
REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR**

Trabalho de Curso (TC) apresentado  
como um dos requisitos para a  
conclusão do curso de Engenharia Civil  
do UniCEUB - Centro Universitário de  
Brasília

Orientador: Ana Paula Abi-faiçal  
Castanheira

Brasília, 06 de dezembro de 2013.

**Banca Examinadora**

---

Eng<sup>a</sup>.Civil: Ana Paula Abi-faiçal Castanheira  
Orientadora

---

Eng<sup>a</sup>. Civil:Julio Cesar Sebastini Kunzler  
Examinador Interno

---

Eng<sup>o</sup>. Mecânico: Sergio Rochadel Lima  
Examinador Externo

## SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABELAS .....	6
RESUMO .....	7
ABSTRACT.....	8
1.0 - INTRODUÇÃO.....	9
1.1 - OBJETIVOS.....	10
1.1.1 - Objetivo geral.....	10
1.1.2 - Objetivo Específico .....	10
2.0 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 - A importância da água e sua previsão de escassez.....	11
2.2 - Consumo da água .....	13
2.3 - Sistema de Abastecimento e distribuição .....	17
2.4 - A importância do reuso da água e seu conceito.....	18
2.5 - Água da chuva e seu reaproveitamento.....	21
2.5.1 -Dimensionamento do sistema de aproveitamento da água pluvial .....	24
2.5.2 - Armazenamento .....	25
2.6 - Instalação predial de água fria .....	26
2.7 - projeto de água pluviais.....	27
2.8 - Sistema de recalque .....	27
2.9 - Análise econômica pelo método custo benefício .....	28
3.0 - Metodologia .....	29
3.1 - Área de estudo .....	29
3.2 - Objeto de estudo .....	29
3.3 - Dados pluviométricos.....	33

3.4 - Levantamento do consumo residencial .....	33
3.5 - Parâmetros de projetos para Instalação predial de água fria.....	33
3.5.1 - Consumo predial .....	34
3.5.2 - Ramal de alimentação .....	36
3.5.3 - Capacidade dos reservatórios .....	37
3.5.4 - Vazão das peças de utilização.....	37
3.6.5 - Dimensionamento dos encanamentos .....	38
3.7 - Parâmetros de projeto para água pluviais .....	39
3.7.1 - Dimensionamento das calhas .....	39
3.7.2 - Condutores verticais .....	41
3.8 - Parâmetros de projetos para Instalação predial de água fria com aproveitamento de água pluvial.....	42
3.9 - Armazenamento .....	42
3.10 - Sistema de recalque .....	43
3.11 - Análise econômica .....	45
3.11.1 - Custos da água potável.....	45
3.11.2 - Custo de energia elétrica.....	46
3.11.3 - Custo da implantação do sistema.....	47
3.11.4 - Viabilidade econômica.....	51
4.0 - Resultados .....	51
4.1 - Dados pluviométricos.....	52
4.2 - Projeto Residencial água fria.....	53
4.3 - Projeto Residencial água fria com aproveitamento .....	56
4.4 - Bomba de recalque .....	58
4.5 - Volume reservatório inferior .....	59
4.6 - Orçamento .....	59
4.7 - Custo de luz .....	63

4.8 - Custo de água .....	64
4.9 - Análise econômica .....	65
5.0 - CONCLUSÃO .....	66
5.1 - Conclusões gerais .....	66
5.2 - Sugestões para trabalhos futuros .....	67
Referências bibliográficas .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de água pelo mundo. ....	13
Figura 2 - Planta baixa 1º pavimento da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho.....	30
Figura 3 - Planta baixa pavimento térreo da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho.....	30
Figura 4 - Corte B da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho. ....	31
Figura 5 - Corte A da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho. ....	31
Figura 6 - Corte C da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho .....	32
Figura 7 - Ábaco.....	36
Figura 8 - Ábaco.....	39
Figura 9 - Formas das seções das calhas.....	40
Figura 10 - Dados pluviométricos.....	53

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre a disponibilidade de água e a população nos diversos continentes em porcentagem. ....	11
Tabela 2 - Distribuição dos recursos hídricos, da área superficial e da população (em % em relação ao total do país). ....	12
Tabela 3 - Consumo médio de água por região. ....	15
Tabela 4 - Consumo de água nas cidades do distrito federal. ....	15
Tabela 5 - Consumo residencial. ....	17
Tabela 6 - Indicação de ocupação. ....	34
Tabela 7 - Consumo prédios. ....	35
Tabela 8 - Vazão mínima. ....	37
Tabela 9 - Vazão mínima. ....	40
Tabela 10 - Vazão mínima. ....	41
Tabela 11 - Custo de água Brasília. ....	46
Tabela 12 - Orçamento implantação projeto convencional. ....	47
Tabela 13 - Orçamento implantação projeto com aproveitamento água pluvial. ....	49
Tabela 14 - Dados pluviométricos. ....	52
Tabela 15 - Diâmetros obtidos AF1. ....	53
Tabela 16 - Diâmetros obtidos AF2. ....	54
Tabela 17 - Diâmetros obtidos AF3. ....	54
Tabela 18 - Diâmetros obtidos AF4. ....	55
Tabela 19 - Diâmetros obtidos Barrilete. ....	55
Tabela 20 - Diâmetros obtidos AF1. ....	56
Tabela 21 - Diâmetros obtidos AF2. ....	56
Tabela 22 - Diâmetros obtidos AF3. ....	57
Tabela 23 - Diâmetros obtidos AF4. ....	57
Tabela 24 - Diâmetros obtidos AF1/1. ....	57
Tabela 25 - Diâmetros obtidos AF2/2. ....	58
Tabela 26 - Diâmetros obtidos AF4/4. ....	58
Tabela 27 - Orçamento projeto sem aproveitamento água pluvial. ....	59
Tabela 28 - Orçamento projeto com aproveitamento água pluvial. ....	61
Tabela 29 - Aumento da luz mensal. ....	63
Tabela 30 - Consumo de água. ....	64
Tabela 31 - Distribuição na residência. ....	64
Tabela 32 - Custo de água mensal. ....	65

## RESUMO

A água já é a causa de conflitos internacionais em razão de sua escassez. Com sua má distribuição, as perdas e aumento populacional da terra, cresce o número de pessoas e lugares com falta de água potável. O seu reuso aparece como uma das maneiras de minimizar o consumo excessivo de água, sendo uma delas o reaproveitamento da água pluvial. O presente trabalho teve como principal objetivo verificar a viabilidade econômica de um sistema de aproveitamento de água pluvial para consumo humano. Este sistema tem como objetivo armazenar a água da chuva e depois utilizá-la em vasos sanitários e torneira de jardim. A metodologia aplicada consistiu em levantar o consumo de água de uma residência unifamiliar, com dois moradores, na cidade de Planaltina-DF sem o sistema de aproveitamento de água pluvial implantado. Além desta informação, foram necessários o recolhimento de dados pluviométricos da região, confecção de projetos hidrossanitários, um de água fria convencional e outro considerando o reaproveitamento de água pluvial. Ao realizarem os projetos, foram elaborados orçamentos para execução dos mesmos. Com este estudo, constatou-se que o retorno financeiro ocorrerá aproximadamente em 100 anos, a partir de sua instalação, tornando o sistema inviável economicamente para uma residência unifamiliar de dois moradores.

## **ABSTRACT**

Water is already the cause of international conflicts due to their scarcity . With their poor distribution , losses and population increase of the earth , growing numbers of people and places with lack of clean water . Your reuse appears as one of the ways to minimize excessive water consumption , one of the reuse of rainwater . This study aimed to verify the economic feasibility of a system of harnessing rainwater for human consumption . This system aims to store rain water and then use it to flush toilets and garden tap . The methodology consisted in raising the water consumption of a single family residence , with two residents in the city of Planaltina - DF system without the use of implanted rainwater . Besides this information , the collection of rainfall data for the region , making hydrosanitary projects a conventional cold water and another considering the reuse of rainwater were needed . In carrying out the projects , budgets for implementation of the same were made. With this study , it was found that the payback will occur in about 100 years, from its installation , making the system economically unfeasible for a single family residence two residents .

## 1.0 - INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água define a estrutura e funções de um ambiente responsável pela sobrevivência de plantas e animais, assim como todas as substâncias em circulação no meio celular que constituem o ser vivo. (Branco, 1999).

A grande problemática de escassez da água está relacionada com a má distribuição de recursos naturais no espaço e no tempo, em relação à concentração populacional.

Em termos globais, a quantidade de água disponível é superior ao total consumido pela população. No entanto, a distribuição deste recurso é desigual nas diversas regiões do planeta e em geral não é diretamente proporcional às necessidades. Estudos demonstram que, na maior parte da terra, há déficit de recursos hídricos e isso ocorre porque há predominância da evaporação potencial sobre a precipitação (ARAÚJO, 1998).

O problema de escassez de água não é exclusividade das regiões áridas e semi-áridas. Em muitos locais, onde há recursos hídricos em abundância, o consumo excessivo e mau uso da água faz com que seja necessária a restrição ao consumo, afetando o desenvolvimento da região e a qualidade de vida da população (Sulayre, 2005).

A água da chuva é um recurso disponível para toda população em determinado meses do ano e uma fonte de água doce. A reutilização da água da chuva é uma questão sustentável e muitas vezes econômica.

## **1.1 - OBJETIVOS**

### **1.1.1 - OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo principal estudar a viabilidade econômica de implantação de um sistema com aproveitamento da água pluvial, em uma residência unifamiliar situada em Planaltina-DF. Este sistema armazenará a água da chuva e depois utilizará nos vasos sanitários e torneiras de jardim.

### **1.1.2 - OBJETIVO ESPECÍFICO**

Neste trabalho, têm-se ainda os seguintes objetivos específicos:

- Estimar o consumo médio dos moradores na residência estudada, através de dados coletados da CAESB;
- Projetar as instalações de água fria convencional e fazer o orçamento para implantação do mesmo;
- Projetar as instalações de água fria com aproveitamento de água pluvial e fazer o orçamento para implantação do mesmo;
- Determinar o aumento da conta de luz gerada pelo conjunto motor bomba;
- Estimar a economia gerada pelo sistema com aproveitamento de água pluvial;  
e
- Estimar a viabilidade econômica do sistema de aproveitamento de água da chuva para a residência estudada.

## 2.0 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E SUA PREVISÃO DE ESCASSEZ

A água é uma substância essencial presente na natureza e constitui parte importante de todas as matérias do ambiente natural ou antrópico (Regina Helena, 2007). Do total da água da terra, 97,5% é salgada. Dos 2,5% do total de água doce, 68,9% estão nas calotas polares e nas geleiras que existem em várias partes do mundo. A quantidade realmente disponível fora das geleiras é muito pequena, pois 29,9% são subterrâneas, 0,3% em rios e lagos e 0,9% em outros reservatórios.(SULAYRE).

A disponibilidade de água nos continentes em relação ao percentual populacional torna-se cada vez menor. Pode-se reparar a insuficiência no continente asiático que possui mais da metade da população mundial e apenas 36% da água do planeta como mostrada na tabela 1.

Tabela 1 - Relação entre a disponibilidade de água e a população nos diversos continentes em porcentagem.

<b>Continentes</b>	<b>Água (%)</b>	<b>População (%)</b>
América do norte e central	15	8
América do sul	26	6
Europa	8	13
África	11	13
Ásia	36	60
Austrália e Oceania	5	1

(Fonte: UNESCO, 2004)

Tendo como origem principalmente a chuva, na maioria dos rios não se extingue o fluxo nos períodos de seca, existem rios temporários apenas no sertão nordestino, nas regiões semiáridas.

O Brasil sofre com a escassez de água, devido à má distribuição da densidade populacional, que cresce exageradamente e concentra-se em áreas de pouca disponibilidade hídrica, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição dos recursos hídricos, da área superficial e da população (em % em relação ao total do país).

<b>Região</b>	<b>Recursos hídricos</b>	<b>Superfície</b>	<b>População</b>
Norte	68,5	45,3	6,98
Centro-Oeste	15,7	18,8	6,41
Sul	6,5	6,8	15,05
Sudeste	6	10,8	42,65
Nordeste	3,3	18,3	28,91
Soma	100	100	100

(Fonte: UNIÁGUA, 2006)

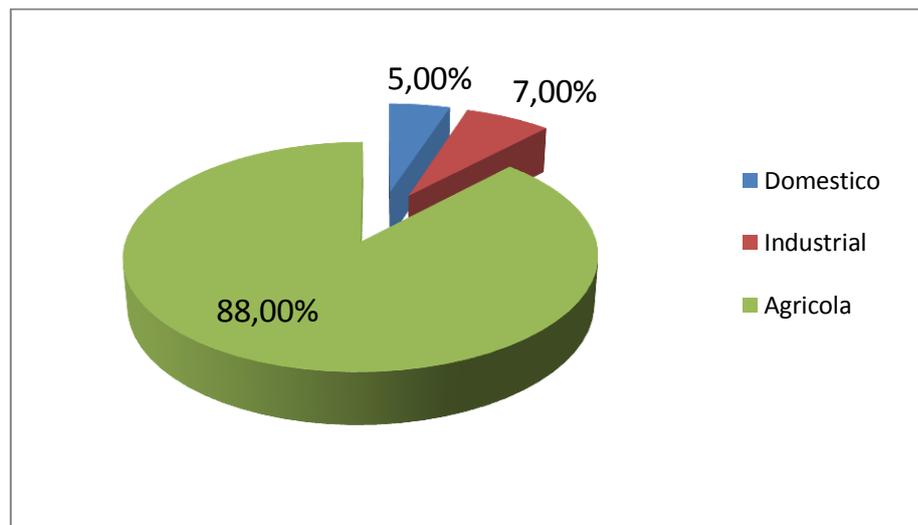
Existem projeções que antecipam a escassez progressiva de água em diversos países do mundo, com base na disponibilidade de menos de 1000m<sup>3</sup> de água renovável por pessoa por ano, no intervalo 1955-2025(MANCUSO e SANTOS, 2004).

## 2.2 - CONSUMO DA ÁGUA

Como recurso natural dotado de valor econômico, estratégico, social, essencial à existência e bem-estar humano e à manutenção do meio ambiente, água é um bem que todos têm direito e necessidade.

A água serve tanto para suprir as necessidades biológicas, como para geração de energia, saneamento básico, agricultura, pecuária, transporte, entre outros. O consumo de água pode ser dividido em três áreas, a agricultura, considerada a mais dispendiosa como pode se observar pelo gráfico 1, seguida pela indústria e atividades urbanas domésticas, respectivamente.

Figura 1 - Consumo de água pelo mundo.



(Fonte: UNESCO, 2003)

A grande demanda de água para agricultura no Brasil está relacionada com as variações climáticas nas regiões. Com isso, torna-se essencial utilizara irrigação em áreas onde o solo é seco, e também se utiliza em plantações de arroz onde se faz necessário o solo está inundado.

Por sua grande extensão territorial, a irrigação no Brasil se diferencia de região para região. Enquanto no nordeste para atender à agricultura torna-se quase inviável sem a irrigação, no sul, por exemplo, favorecido por reservas hídricas pode-se implementar outras soluções mais adequadas. O desperdício de água na irrigação provém da falta de projetos adequados para cada cultura. Muitos agricultores ainda confundem excesso de água com qualidade e produtividade.

Grande parcela do consumo de água doce é direcionada para as indústrias, onde é utilizado como matéria prima, solvente, resfriamento, fonte de energia, entre outros. O grande volume utilizado pelas indústrias vem chamando a atenção da economia mundial. Desta forma buscam opções para o melhor controle da demanda de acordo com sua aplicação.

Há estimativas de que o consumo industrial duplicará até 2015 e que haverá um aumento de até quatro vezes na emissão de poluentes industriais nos corpos hídricos (SOECO/MG, 2004).

A qualidade da água destinada ao abastecimento público deve obedecer, rigorosamente, às normas de potabilidade da regulamentação nacional.

Segundo a Organização das Nações Unidas, a quantidade de água que o ser humano necessita, por dia, para atender suas necessidades é de 20 litros por pessoa por dia (Oliveira, 2004 apud VIDAL, 2002). A companhia de Saneamento ambiental do Distrito federal diz, que a quantidade é de 50 litros (Departamento comercial CAESB, 2013). Na prática o consumo por habitante varia de região para região. Em países europeus, o consumo por pessoa está situado entre 150 e 250 litros, enquanto que nos Estados Unidos este consumo é superior a 300 litros/dia por pessoa (OLIVEIRA, 2004 apud VIDAL, 2002).

No Brasil, em residências de porte médio, o consumo chega a 200 litros por habitante por dia, podendo se elevar até 400 litros em bairros de nível econômico mais elevado e reduzir-se para valores de 120 litros por habitante por dia em cidades

de menor porte. Na tabela 3 abaixo apresenta o consumo médio de água por região do Brasil.

Tabela 3 - Consumo médio de água por região.

<b>REGIÃO</b>	<b>CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (L/HAB.DIA)</b>
NORTE	111,7
NORDESTE	107,3
SUDESTE	147
SUL	124,6
CENTRO- OSTE	133,6
BRASIL	141

(Fonte: SNIS, 2004)

Em Brasília, o consumo médio por habitante é de 190 litros de água/dia, o que resulta em um consumo mensal de 6m<sup>3</sup> por habitante(Caesb).abaixo na tabela 5 apresenta as demais cidades do distrito federal.

Tabela 4 - Consumo de água nas cidades do distrito federal.

Localidade	Populações atendidas habitantes	Consumo de água (volume utilizado) (m <sup>3</sup> / mês)	Consumo por habitante (m <sup>3</sup> / mês)
Brasília	199743	2757890	13,81
Gama	145516	651216	4,48
Taguatinga	270741	2369665	8,75

Brasilândia	59625	190797	3,20
Sobradinho	202244	626377	3,10
Planaltina	224855	615936	2,74
Paranoá	68815	302871	4,40
Núcleo Bandeirante	45987	332984	7,24
Ceilândia	353286	1602646	4,54
Guará	135609	992374	7,32
Cruzeiro	78739	715468	9,09
Samambaia	182523	822726	4,51
Santa Maria	117286	420889	3,59
São Sebastião	115663	368553	3,19
Recanto das Emas	144147	410425	2,85
Lago Sul	27060	577304	21,33
Riacho Fundo	65247	311466	4,77
Lago Norte	34158	361670	10,59
Candangolândia	18544	74043	3,99

(Fonte: Caesb 2013)

O consumo de cada residência está dividido entre chuveiros, torneiras, vasos sanitários, máquinas de lavar roupa, entre outros (DECA, 2004). Essa informação pode ser observada na tabela 6.

Tabela 5 - Consumo residencial.

<b>Aparelhos</b>	<b>Consumo (%)</b>
Vaso sanitário	29
Chuveiro	28
Lavatório	6
Pia (cozinha)	17
Maquina de lavar louças	5
Tanque	6
Máquina de lavar roupas	9

(Fonte: Deca 2004)

### **2.3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO**

O sistema de abastecimento mais utilizado no Brasil é o de distribuição pública, porém existem residências que utilizam de fonte particular como nascentes, poços, rios etc. desde que garantida a sua potabilidade.

Basicamente contamos com 4 sistemas de distribuição regular, de água para abastecimento público que são:

- Sistema direto de distribuição: Quando a pressão da rede pública é suficiente para distribuição de forma contínua da edificação, sem a necessidade de reservatório.
- Sistema indireto de distribuição, sem bombeamento: Há necessidade de prevermos um reservatório superior pela descontinuidade do abastecimento. Neste a alimentação será descendente. É o caso mais comum em residências de até dois pavimentos.
- Sistema indireto de distribuição, com bombeamento: Além da pressão da rede de abastecimento de água ser insuficiente, há descontinuidade no fornecimento de água. Precisa-se de dois reservatórios, um inferior e outro superior e do conseqüente o bombeamento. A distribuição acontece de forma descendente. É o sistema mais utilizado nos grandes edifícios.
- Sistema Hidropneumático de distribuição: Sistema que dispensa reservatório superior. Possui um reservatório inferior e um sistema hidropneumático que envia a água sob pressão para os pontos de utilização. Por ser um sistema caro, normalmente é pouco utilizado.

## **2.4 - A IMPORTÂNCIA DO REUSO DA ÁGUA E SEU CONCEITO**

As tecnologias de tratamento permitem a reutilização da água como uma alternativa para suprir sua escassez em várias partes do mundo. Em vários países, observam-se muitos grupos de estudos determinados a solucionar o problema da escassez da água, insuficiente para atender um número sempre maior de consumidores.

O National Center for Sustainablewatersupply(NCSWS) tem como objetivo propor soluções para os problemas fundamentais de gerenciamento sustentável do reuso da água, no presente e no futuro, afirmando (Center'sMissionStatement):

- Com o crescimento populacional de 80% nas áreas urbanas, por volta de 2025, a escassez de água será dez vezes maior do que a atual;
- O reuso e a recirculação da água são os únicos métodos de aumentar o suprimento após o esgotamento da água superficial e do aquífero subterrâneo;
- O desenvolvimento sustentável de áreas urbanas depende de soluções que garantam mananciais sustentáveis de água sem impactos negativos ao meio ambiente;
- O reuso de água não potável para irrigação é limitado pela possibilidade do sistema de distribuição ser duplo (água potável e não potável) e pela disponibilidade de terra para agricultura;

No Brasil, a Associação brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), entre outras entidades, se destacar nesse campo, já bem desenvolvido em outros países. Reforçando essa afirmação, o capítulo primeiro da recente obra *Waste water reclamation and Reuse* (ASANO E LEVINE, 1998), num resumo da história humana sobre o reuso de água, divide o tempo em três segmentos, mostrado nos três seguintes parágrafos.

O primeiro, compreendido entre 3000 a.C. e o ano de 1850, refere-se às primeiras notícias sobre o reaproveitamento dos esgotos e encerra-se com o famoso Relatório Chadwick, que propunha “ a chuva para o rios e os esgotos para o solo”.

O segundo segmento começa com os trabalhos do Dr. Snow, na Inglaterra. Encerra-se em 1950 após um fato notável, ocorrido por volta de 1930 na Califórnia, que foi a regulamentação do uso de esgotos na agricultura. Esse segmento foi denominado por ASANO e LEVINE como “despertar sanitário”.

A terceira e ultima época, denominada por esses autores como a “era da recuperação, reciclagem e reuso”, é a que estamos vivendo. Corresponde à

formação de grupos de estudos como mencionado anteriormente, como resposta à má distribuição da água no planeta.

De maneira geral, o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (1973), considera-se

- Reúso indireto: quando a água já utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, de forma diluída;
- Reúso direto: quando faz-se o uso planejado e deliberado de efluentes tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem interna: quando faz-se reuso da água internamente a instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

De acordo com a “Ambiental Brasil” (2005), as águas recicladas podem ser utilizadas nas seguintes situações:

- Irrigação paisagística: Parque, cemitérios, campos de golfe, faixas de domínio de autoestradas, campos universitários, cinturões verdes e gramados residenciais.
- Irrigação de campos para cultivos: plantio de forrageiras, plantas fibrosas e de grãos, plantas alimentícias, viveiros de plantas ornamentais e proteção contra geadas, ainda não regulamentada.
- Usos industriais: refrigeração, alimentação de caldeiras e água de processamento.

- Recarga de aquíferos: recarga de aquíferos potáveis, controle de cunho salino e controle de recalques de subsolo.
- Usos urbanos não-potáveis: irrigação paisagística, combate ao fogo, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, lavagem de ruas e pontos de ônibus etc.
- Finalidades ambientais: aumento de vazão em cursos de água, aplicação em pântanos, terras alagadas e indústrias de pesca; e.
- Usos diversos: aquicultura, construções e controle de poeira.

## **2.5 - ÁGUA DA CHUVA E SEU REAPROVEITAMENTO**

As águas das chuvas não podem ser negligenciadas nas discussões sobre a falta de água, tanto para o consumo humano, quanto para o desenvolvimento de outras atividades. Na região Nordeste do Brasil ela é fundamental para suprir as necessidades de uso doméstico e das atividades na agricultura. Nesta região, os rios são temporários e efêmeros, grande parte da água subterrânea disponível possui altos teores de sais (HANSEN, 1996).

A água contém diversas substâncias dissolvidas e em suspensão. A contaminação da água da chuva pode ocorrer por algumas maneiras. Em áreas urbanas, por exemplo, componentes suspensos no ar, prejudiciais ao homem, tais como o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio emitidos pelos automóveis e pelas indústrias podem estar presentes. A contaminação da água da chuva também pode ocorrer através de impurezas localizadas nos telhados tais como folhas, fuligem, dejetos de animais e outros. A maior contaminação se dá na primeira chuva, após um longo período de estiagem. Por esta razão a primeira chuva sempre deve ser descartada.

O aproveitamento da água pluvial tem importante destaque para usos não potáveis nas áreas urbanas, tais como rega de jardins públicos, lavagem de passeios, descarga de vasos sanitários, além das aplicações industriais.

O reaproveitamento da água servida de residências (greywater) e a captação de água de chuva já são muito aplicados na Califórnia. A utilização de água da chuva traz varias vantagens (AQUASTOCK, 2005), como as expostas a seguir:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos etc.;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância em todos os telhados;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios e;
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Algumas cidades brasileiras já transformaram em lei a captação de água pluvial. A lei municipal de Curitiba-Paraná nº. 10785 de 18 de setembro de 2003 diz que:

*"Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE."*

*Art. 1º. O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.*

*Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:*

- Rega de jardins e hortas,*
- Lavagem de roupa;*
- Lavagem de veículos;*
- Lavagem de vidros, calçadas e pisos.*

*Art. 8º. As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos."*

Na determinação da quantidade de água de chuva a ser coletada, deve-se levar em consideração as perdas durante o processo e destinação do uso. Isto porque uma parte da água é utilizada para a limpeza dos telhados, calhas e tubulações e por isso é desprezada. (NETTO, 1991) sugere que esta perda pode chegar a 50% do volume da água da chuva. Para fins de projeto, (GroupRaindrops, 2002) recomenda o valor da perda como sendo 30%. Já para (MAESTRI, 2003), o valor a ser utilizado para este parâmetro é de 20%, uma vez que não há norma determinando o coeficiente de aproveitamento da água da chuva.

### **2.5.1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL**

Para o dimensionamento de um sistema de aproveitamento de água da chuva em uma residência, são necessários alguns dados referentes ao local onde o sistema será instalado, como: precipitação diária, dados de consumo diário de água por habitante, número de habitantes na residência e o uso que será dado ao aproveitamento da chuva (HANSEN, 1996).

O sistema de aproveitamento de água pluvial compreende as seguintes etapas: o dimensionamento das instalações hidrossanitárias, inclusive a rede onde não será alimentada pelo sistema de aproveitamento, área de contribuição dos telhados, dimensionamento das calhas, reservatórios e sistema de filtração.

A captação é realizada pelo seguintes passos, a água que cai no telhado é coletada através de calhas, flui através de condutores e segue até um reservatório. A primeira chuva pode ser descartada através de um sistema de limpeza ou através de um registro aberto manualmente em que a água não será armazenada no reservatório. Desta forma impede as impurezas que estavam no telhado ser armazenadas.

Após a captação a água é passada por filtros de areia. Após o tratamento, a água é armazenada em um reservatório inferior para posterior recalque ao reservatório superior por meio de moto-bomba.

Entre o reservatório superior de água de reuso e o barrilete do reservatório de água potável existe um sistema que suprirá a falta de água de reuso com a água potável para utilizar nas descargas de vasos sanitários e lavagens em geral, na época de estiagem.

### 2.5.2 - ARMAZENAMENTO

Para armazenamento de água pluvial, normalmente se usa um reservatório inferior e outro superior, como citado anteriormente. O cálculo do reservatório inferior é sugerido por vários autores, porém (Silva, 1998) recomenda que o dimensionamento seja realizado utilizando-se fórmula abaixo:

$$V = A \times P \times C,$$

onde :

V = Volume de água coletado (m<sup>3</sup>/ano);

A = Área de contribuição do telhado (m<sup>2</sup>);

P = Precipitação média anual do município (mm/ano);

C = Coeficiente de aproveitamento (%).

No estudo realizado por MAESTRI (2003), o reservatório inferior deve ser dimensionado levando em consideração o tempo de estiagem do local onde será implantado, ou o número consecutivo de dias sem chuvas. Muitos consideram o projeto de acordo com MAESTRI (2003) superdimensionado.

Para HASEN (1996), o método de dimensionamento do reservatório baseado no período de estiagem torna-se mais eficaz e o que apresenta maior embasamento teórico. Para resultados mais precisos são necessárias informações sobre precipitações de no mínimo 40 anos. Como em geral a maioria dos municípios brasileiros não dispõe de tal informação, recomenda-se o uso do método de “Uso da Análise total”. Em situações onde existem informações abaixo de 10 anos, pode ser

utilizado o método de dimensionamento simplificado proposto por Neto (1991), que sugeriu a utilização de tabelas simplificadas que contém o número de dias secos por mês para o dimensionamento do reservatório inferior. Isto deve ser utilizado considerando a media dos últimos 3 meses mais secos.

Em ambos os casos são considerados dias sem chuva aqueles que têm precipitação inferior 1mm.

A partir das informações necessárias, pode-se calcular o volume dos reservatório de acordo com (HANSEN, 1996), utilizando:

$$V = N \times q \times t$$

Onde:

V = volume do reservatório inferior ( $m^3$ );

N = número de habitantes da residência;

q = consumo diário por habitante ( $m^3$ /dia);

t = número de dias consecutivos sem chuva (dias).

## **2.6 - INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA**

O uso de água fria potável nas residências constitui condição indispensável para o atendimento das mais elementares condições de higiene e conforto. As instalações têm como objetivo fornecimento contínuo de água aos usuários em

quantidade suficiente, amenizando ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público de abastecimento, preservação da qualidade da água através de técnicas de distribuição e reserva coerentes e adequadas, propiciando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto.

Para a realização do projeto de dimensionamento das instalações hidráulicas prediais segue-se a norma NBR 5626 (ABNT, 1998).

## **2.7 - PROJETO DE ÁGUA PLUVIAIS**

O dimensionamento das calhas, dispositivos esses que captam a água dos telhados, impedindo que estas caiam livremente no solo, evitando danos as áreas vizinhas, e obedecem a Norma NBR 10844. Segundo esta norma, para edifícios a partir de dois pavimentos deve-se colocar calhas e condutores verticais.

## **2.8 - SISTEMA DE RECALQUE**

Quando o transporte de um líquido é feito em sentido descendente e não necessita de sistema de recalque aproveita o sentido potencial do líquido. Porém, quando o sentido, é ascendente há necessidade de se fornecer energia ao líquido por meio de uma bomba.

O sistema de recalque é um conjunto formado pelas tubulações, bombas e acessórios necessários para transportar certa vazão de líquido de um reservatório de cota inferior a outro reservatório. O sistema é composto, normalmente, por três partes:

- Tubulação de sucção: é a tubulação que liga o reservatório inferior á bomba.
- Tubulação de recalque: é canalização que liga a bomba ao reservatório superior.
- Conjunto moto bomba: aparelho que transforma energia cinética em potencial e transporta o líquido. Normalmente o conjunto moto bomba não é dimensionado para trabalhar 24 horas.

## 2.9 - ANÁLISE ECONÔMICA PELO MÉTODO CUSTO BENEFÍCIO

A análise econômica pelo método custo benefício é largamente empregado na análise de obras públicas, cuja duração é longa e envolve aspectos sociais. Esse método pode ser aplicado em qualquer etapa: inicial, final, ou num instante qualquer compreendido entre os dois extremos (HOJI, 2003).

Esta análise consiste em um balanço entre custos e benefícios. Os custos são avaliações específicas de gastos, despesas, pagamentos e tudo, que for investido para o projeto envolvido. Os benefícios são avaliações específicas de receitas, faturamentos e tudo que beneficia projeto envolvido. Para o investimento ser viável economicamente, deve-se obedecer a equação abaixo:

$$B-C > 0$$

Onde:

B = benefício;

C = custos.

### **3.0 - METODOLOGIA**

Para verificar a viabilidade econômica do sistema de reutilização de água pluvial para residência unifamiliar, que tem como função reaproveitar a água da chuva e reutilizá-la em torneira de jardins e vasos sanitários, o trabalho foi desenvolvido nas seguintes etapas: Área de estudo, realização projeto hidráulico residencial convencional, realização do projeto hidráulico residencial com reuso da água pluvial, orçamento de ambos os projetos, levantamento de dados pluviométricos, levantamento do consumo diário de água na residência e análise econômica da viabilidade da implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva e para reuso. Cada uma destas etapas será mostrada nos itens seguintes.

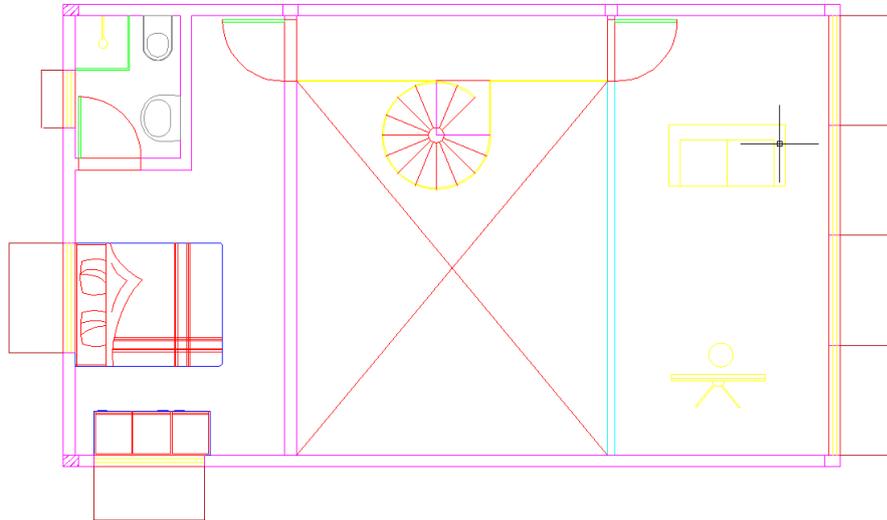
#### **3.1 - ÁREA DE ESTUDO**

O presente estudo foi realizado no município de Planaltina, que se localiza-se a 40 km do plano piloto. Possui uma área de 1534,69 km e sua população atual é de 230.000 habitantes, segundo a administração regional de (Planaltina, 2013). A data oficial da fundação de Planaltina é de 19 de agosto de 1859.

#### **3.2 - OBJETO DE ESTUDO**

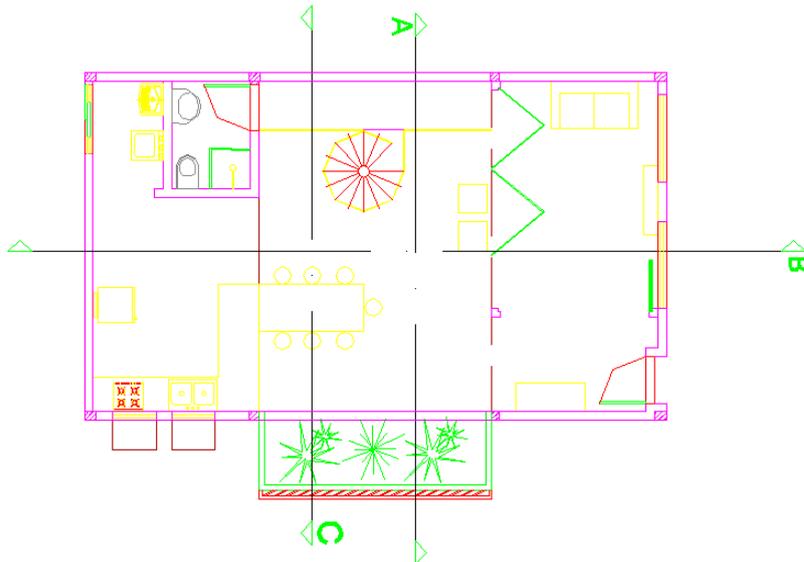
O projeto foi realizado em uma residência unifamiliar de 2 pavimentos, com total de área construída de 96,7 metros quadrados, com 2 moradores. A casa possui 1 quarto, sala de jantar, sala de televisão, cozinha, sala de estar e banheiros. Conforme planta mostrada nas figuras 1, 2, 3, 4 e 5.

Figura 2 - Planta baixa 1º pavimento da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho.



(Arquivo pessoal) sem escala

Figura 3 - Planta baixa pavimento térreo da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho.



(Arquivo pessoal) sem escala

Figura 4 - Corte B da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho.



(Arquivo pessoal) sem escala

Figura 5 - Corte A da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho.



(Arquivo pessoal) sem escala

Figura 6 - Corte C da residência unifamiliar localizada em planaltina-df utilizada para realização deste trabalho



(Arquivo pessoal) sem escala

Nos projetos acima, os pontos de consumo de água estão localizados nos banheiros, cozinha, área de serviço e torneira de jardim. No banheiro do pavimento térreo tem um chuveiro, um lavatório e um vaso sanitário. No banheiro do pavimento superior existe a mesma quantidade de peças de consumo de água do banheiro térreo. Na cozinha há duas torneiras para pia, enquanto área de serviço contém dois pontos, para tanque e outro para máquina de lavar roupas.

### **3.3 - DADOS PLUVIOMÉTRICOS**

Os dados pluviométricos utilizados nesse trabalho foram coletados em Brasília, ao longo de 30 anos. Foram usadas às medias das precipitações ao longo desses anos. A escolha da estação Brasília foi feita por ser a estação mais perto do local de estudo.

### **3.4 - LEVANTAMENTO DO CONSUMO RESIDENCIAL**

O levantamento do consumo da residência foi feito com base na tabela fornecida pela (CAESB) 2013, uma análise feita pela companhia mostrando a média de consumo de água região de Planaltina.

### **3.5 - PARÂMETROS DE PROJETOS PARA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA**

A norma NBR 5626:1998 da Associação Brasileira de Normas Técnicas representa uma valiosa melhoria do nível técnico dos projetos e das instalações prediais de água fria. Tal norma é fundamental para realização de um projeto de instalações prediais de água fria e suas orientações estão apresentadas nos subitens seguintes.

### 3.5.1 - CONSUMO PREDIAL

Para fins de projeto, o cálculo do consumo residencial diário é feito estimando-se que cada quarto social seja ocupado por duas pessoas, enquanto cada quarto de serviço seja ocupado por uma pessoa. A Tabela 6 mostra outras indicações de ocupação para prédios públicos e comerciais.

Tabela 6 - Indicação de ocupação

<b>Local</b>	<b>Taxa de ocupação</b>
Bancos	Uma pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área
Escritórios	Uma pessoa por 6 m <sup>2</sup> de área
Pavimentos térreos	Uma pessoa por 2,5 m <sup>2</sup> de área
Loja pavimentos superior	Uma pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,5 m <sup>2</sup> de área
Salas de hotéis	Uma pessoa por 5,5 m <sup>2</sup> de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,4 m <sup>2</sup> de área
Salas de operação (hospital)	Oito pessoas
Teatros, cinemas e auditórios	Uma cadeira por 5 m <sup>2</sup> de área

(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

Conhecida a população do prédio, calcula-se o consumo predial ou residencial, utilizando a tabela 7:

Tabela 7 - Consumo prédios

<b>Prédio</b>	<b>Consumo (litros)</b>
Alojamentos provisórios	80 per capita
Casas populares ou rurais	120 per capita
Residências	150 per capita
Apartamentos	200 per capita
hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas - internatos	150 per capita
Escolas - externatos	50 per capita
Quartéis	150 per capita
Edifícios públicos ou comercias	50 per capita
Escritórios	50 per capita
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida

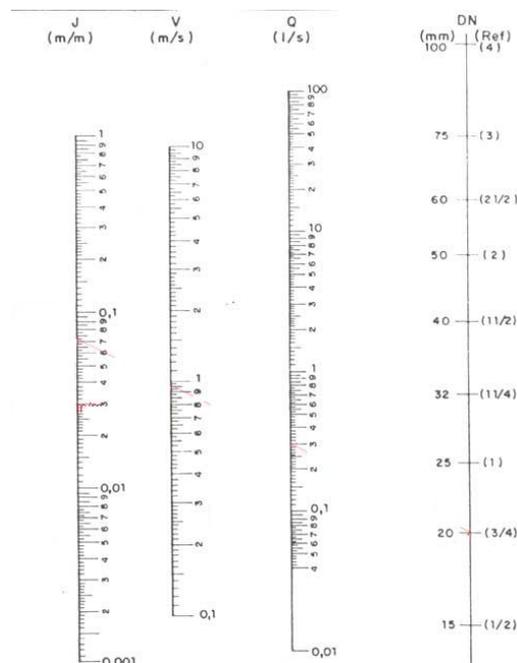
Fabricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço para automóvel	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m <sup>2</sup>

(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

### 3.5.2 - RAMAL DE ALIMENTAÇÃO

De acordo com a norma NBR 5626, calcula-se a vazão de entrada, dividindo-se o consumo diário do prédio pelo número de segundos de um dia. Com a vazão e a velocidade, determina-se o diâmetro da tubulação de entrada a partir do ábaco abaixo de acordo com material da tubulação PVC ou cobre.

Figura 7 - Ábaco



(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

### 3.5.3 - CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS

Encontrado o consumo total da residência faz-se o dimensionamento dos reservatórios, superior e inferior, quando necessário. A residência em estudo necessita somente do reservatório superior, pois trata-se de uma edificação com térreo e primeiro pavimento, segundo a norma NBR 5626:1998 não necessita de um reservatório inferior.

A norma NBR 5626:1998 refere-se à capacidade mínima dos reservatórios, para uso doméstico, a quantidade necessária para o consumo de 24 horas.

### 3.5.4 - VAZÃO DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO

As peças de utilização são projetadas para funcionar mediante certa vazão, que não deverá ser inferior à seguinte:

Tabela 8 - Vazão mínima.

<b>Peça de Utilização</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Peso</b>
Bacia sanitária com caixa de descarga	0,15	0,3
Bacia sanitária com válvula de descarga	1,9	40
Banheira	0,3	1
Bebedouro	0,05	0,1
Bidê	0,1	0,1
Chuveiro	0,2	0,5
lavatório	0,2	0,5

Maquina de lavar prato ou roupa	0,3	1
Mictório autoaspirante	0,5	2,8
Mictório de descarga continua	0,075	0,2
Mictório de descarga descontinua	0,15	0,3
Pia de despejo	0,3	1
Pia de cozinha	0,25	0,7
Tanque de lavar roupa	0,3	1

(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

### 3.6.5 - DIMENSIONAMENTO DOS ENCANAMENTOS

De acordo com os pesos de cada peça indicado na tabela 8 acima, e utilizando uma expressão extraída da Norma NBR – 5626 e mostrado a seguir,

$$Q = C \sqrt{\sum P}$$

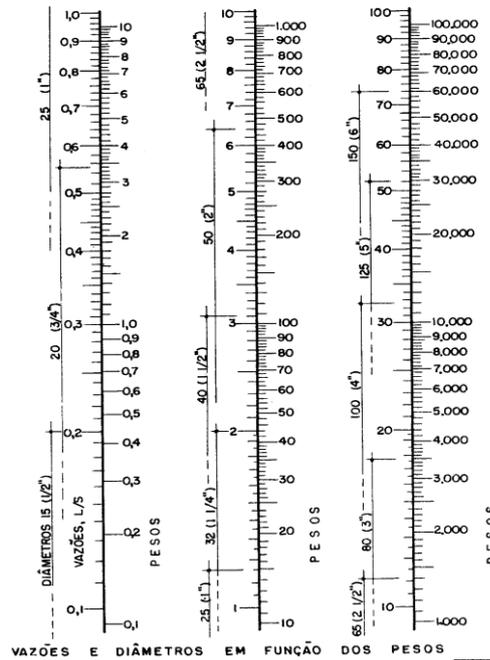
Q= vazão em l/s

C= coeficiente de descarga = 0,3 l/s

$\sum P$ = soma dos pesos de todas as peças de utilização alimentada através do trecho considerado.

Pode-se utilizar um ábaco, mostrado na figura 2, bastante utilizado para fornecer o diâmetro para dimensionamento das tubulações.

Figura 8 - Ábaco



(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

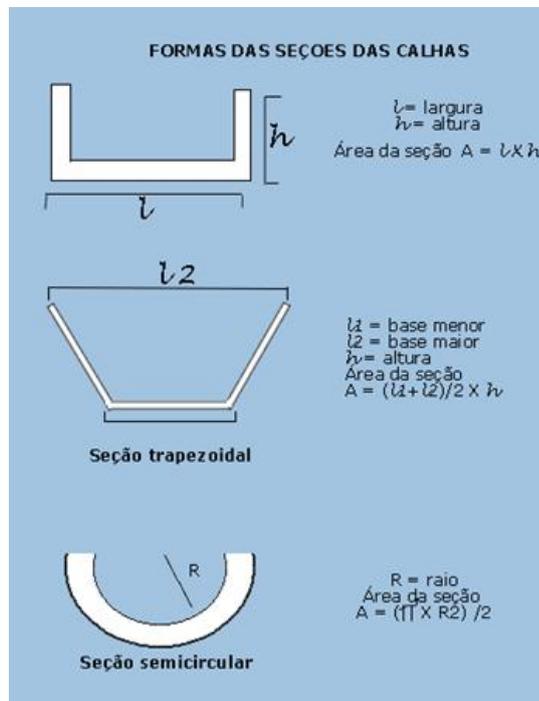
### 3.7 - PARÂMETROS DE PROJETO PARA ÁGUA PLUVIAIS

Para o dimensionamento das instalações prediais de água pluviais, faz-se as considerações apresentadas nos subitens 3.7.1 e 3.7.2.

#### 3.7.1 - DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

O dimensionamento das calhas é dado em função do comprimento do telhado como mostra a imagem abaixo. Basicamente encontram-se três modelos de calhas que são de seção retangular, trapezoidal e semicircular.

Figura 9 Formas das seções das calhas



(Figura retirada <http://www.calhassaomarcos.com.br>, acessado em 12/11/2013)

Tabela 9 - Vazão mínima.

Comprimento do telhado (m)	Largura da calha(m)
Até 5	0,15
5 a 10	0,2
10 a 15	0,3
15 a 20	0,4
20 a 25	0,5
25 a 30	0,6

(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

Considerando uma calha de seção retangular, a largura da calha é retirada diretamente da Tabela. A altura da calha é igual à largura dividida por dois. Já o avanço do telhado sobre a calha é igual à largura dividida por três. Considerando calha com seção circular, a largura será igual duas vezes o raio da calha, onde o raio é altura da calha. Para seção trapezoidal, a largura da calha, encontrada na Tabela, será igual à largura média.

### 3.7.2 - CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais podem ser ligados diretamente nas calhas quando for telhado, ou receber um ralo para obstrução de matérias como folhas, papeis, entre outros detritos maiores.

Os tubos de queda são dimensionados levando-se em consideração o valor crítico da chuva, (chuva de pequena duração e de grande Intensidade), de 150 mm/h para a região de Brasília. Para o dimensionamento dos tubos de queda de águas pluviais fixa-se o valor do diâmetro e determina-se a quantidade de tubos de queda necessários para uma área máxima de telhado que cada diâmetro pode escoar, como mostra a Tabela 10 abaixo:

Tabela 10 - Vazão mínima

Diâmetro (mm)	Área máxima de telhado (m <sup>2</sup> )
50	13,6
75	42
100	91
150	275

(Fonte: Archibald Joseph Macintyre, 2007)

### 3.8 - PARÂMETROS DE PROJETOS PARA INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA COM APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

A realização do projeto de água fria com aproveitamento de água pluvial é realizada da mesma maneira que projeto simples de água fria, também sendo regida pela NBR 5626.

### 3.9 - ARMAZENAMENTO

A partir das informações necessárias o volume dos reservatório de acordo com (Hansen, 1996):

$$V = N \times q \times t$$

Onde:

V = volume do reservatório inferior ( $m^3$ );

N = número de habitantes da residência;

q = consumo diário por habitante ( $m^3$ /dia);

t = número de dias consecutivos sem chuva (dias).

Obtendo-se:

Volume do reservatório inferior:  $2 \times 0,08 \times 90 = 14,4 M^3 = 14400$  litros, adota-se a caixa comercial acima que é 15000 litros.

### 3.10 - SISTEMA DE RECALQUE

O dimensionamento da tubulação de recalque se faz com a utilização da fórmula de Forchheimer, que é calculada de acordo com a razão entre o volume do reservatório superior e o tempo de bombeamento.

$$D = 1,3 \times \sqrt{Q^4} \times \sqrt[4]{X}$$

Onde:

D = diâmetro da tubulação, em metros;

Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

X = número de horas de funcionamento da bomba/24horas.

Encontrado um diâmetro, adota-se o diâmetro comercial mais próximo.

O dimensionamento da tubulação de sucção adota-se a bitola comercial imediatamente acima do diâmetro de recalque.

Para dimensionamento do conjunto moto bomba deve seguir tais procedimentos abaixo.

- Calcular a altura manométrica

$$H_m = H_G + \Delta H$$

Onde:

H<sub>m</sub> = altura manométrica;

H<sub>G</sub> = altura geométrica;

ΔH = perda de carga total.

A altura geométrica é a diferença de cota entre a entrada da sucção e a saída do recalque. A perda de carga total compreende as perdas de carga distribuídas e as localizadas que ocorrem, tanto no trecho de sucção quanto no de recalque.

Para Determinar as características do conjunto moto bomba:

- Potência a fornecer ao fluido

$$N = \gamma QH$$

Onde:

$N$  = potência necessária para elevar o fluido de uma altura  $H$ ;

$\gamma$  = peso específico da água;

$Q$  = vazão da bomba, em m<sup>3</sup>/s;

$H$  = altura manométrica, em m.

- Potência da bomba

$$Nb = \frac{N}{\eta_b}$$

onde:

$Nb$  = potência da bomba;

$\eta_b$  = rendimento da bomba, usualmente entre 0,5 a 0,7.

- Potência do motor

$$Nm = \frac{nb}{\eta_m}$$

Onde:

$Nm$  = potência do motor elétrico;

$nm$  = rendimento do motor elétrico, entre 0,9 e 0,95.

A unidade de potencia das fórmulas acima é kgf.m/s. É preciso converte para CV para encontrar no mercado, a baixo tem a relação.

1 CV = 75 kgf.m/s

### **3.11 - ANALISE ECONÔMICA**

Para análise econômica, a determinação dos custos relativo as implantação dos sistemas de água fria normal e água fria com reuso de água pluvial, custo com água potável e custo com energia elétrica, e por fim a economia gerada pela implantação do sistema.

#### **3.11.1 - CUSTOS DA ÁGUA POTÁVEL**

Através da Tabela de consumo cedida pela CAESB (mostrado na revisão bibliográfica) e com o valor cobrado na água potável como segue na tabela abaixo, obtêm se o custo de água da residência.

Tabela 11 - Custo de água Brasília

<b>RESIDENCIAL NORMAL</b>		
<b>Faixa m3</b>	<b>Vol. Faixa</b>	<b>Alíquota (R\$) Preço p/ m3</b>
1) 0 a 10	10	2,07
2) 11 a 15	5	3,84
3) 16 a 25	10	4,91
4) 26 a 35	10	7,92
5) 36 a 50	15	8,74
6) > 50		9,57

(Fonte caesb)

Na região em estudo não há esgoto.

### 3.11.2 - CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Feitos os cálculos e a seleção do sistema de bombeamento através dos catálogos dos fornecedores e estimando o tempo de funcionamento do sistema é possível determinar o consumo da bomba. Com essa informação e com valor cobrado da CEB, determina-se o custo de energia elétrica para o enchimento do reservatório superior, no sistema de aproveitamento da água de chuva e para o reuso de água. (equação).

$$Ca = E \times t \times V$$

Onde:

Ca = custo mensal do sistema moto-bomba;

E = consumo de energia elétrica da moto-bomba (kWh);

t = tempo de funcionamento da moto-bomba (h/mês);

V = valor cobrado pela CEB, pela energia elétrica consumida (R\$/kWh)

Preço fornecido pela ANEEL, 0,25647 (R\$/kWh)

### 3.11.3 - CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Na determinação dos custos de implantação do sistema, foi levantado o material utilizado nos dois sistemas, na Tabela 12 estão listados os materiais para o sistema de água fria convencional, a Tabela 13 dos materiais para o sistema de aproveitamento de água pluvial, ambos devem ser orçados.

O orçamento dos projetos foram feitos de acordo com os preços fornecidos pela CAIXA, coletados em 09/2013 pesquisa IBGE, localidade Brasília.

Tabela 12 - Orçamento implantação projeto convencional

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
TUBO DE PVC SOLDAVEL, DN = 20 MM (NBR-5648)	40,55	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 20MM	4	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 20 MM	12	Unit.
REGISTRO GAVETA 20 mm	2	Unit.

ADAPTADOR PVC SOLDAVEL C/ FLANGES P/ CAIXA D' AGUA 20MM X 1/2"	1	Unit.
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 1500L	1	Unit.
BOIA PARA CAIXA D'AGUA	1	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	22,67	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 25MM	2	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25 MM	6	Unit.
REGISTRO GAVETA 25 mm	1	Unit.
TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25MM	1	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	3,32	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 50MM	1	Unit.
REGISTRO 50 mm	1	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	1	Unit.
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 40 MM	2	Unit.
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 25 MM	1	Unit.
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 20 MM	1	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 40MM	13,77	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 40MM	2	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 40 MM	1	Unit.
REGISTRO 40 mm	2	Unit.
TUBO PVC PBV SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 75MM	53,56	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUAS PLUVIAIS 75MM	1	Unit.
CURVA PVC LONGA 90G P/ ESG PREDIAL DN 75MM	4	Unit.

CALHA CHAPA GALVANIZADA NUM 26 L = 15CM	19,4	Metros
TUBO PVC PL SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 100MM	4,74	Metros
CAIXA INSPECAO/AREIA CONCRETO PRE MOLDADO CIRCULAR	6	Unit.
AJUDANTE DE ENCANADOR	30	HORAS
ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	30	HORAS
KIT CAVALETE DE PVC COM REGISTRO DE ESFERA DE 1/2"	1	Unit.

(Fonte: Arquivo pessoal)

Tabela 13 - Orçamento implantação projeto com aproveitamento água pluvial

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
TUBO DE PVC SOLDAVEL, DN = 20 MM (NBR-5648)	72,52	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 20MM	5	Unit.
REGISTRO GAVETA 20 mm	3	Unit.
ADAPTADOR PVC SOLDAVEL C/ FLANGES CAIXA D' AGUA 20MM X 1/2"	1	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 20 MM	13	Unit.
BOIA PARA CAIXA D'AGUA	2	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	29,35	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 25MM	3	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25 MM	12	Unit.
TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25MM	2	Unit.
REGISTRO GAVETA 25 mm	2	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM	3,77	Metros

UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 32MM	1	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 32 MM	2	Unit.
TE REDUÇÃO 32/20	2	Unit.
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 32 MM X 25 MM	1	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	5,71	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 50MM	1	Unit.
REGISTRO 50 mm	1	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	2	Unit.
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 40 MM	2	Unit.
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 20 MM	1	Unit.
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 40MM	13,39	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 40MM	1	Unit.
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 40 MM	2	Unit.
CALHA CHAPA GALVANIZADA NUM 26 L = 10CM	19,4	Metros
TUBO PVC PBV SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 75MM	53,56	Metros
UNIAO PVC SOLD P/AGUAS PLUVIAIS 75MM	1	Unit.
CURVA PVC LONGA 90G P/ ESG PREDIAL DN 75MM	4	Unit.
TUBO PVC PL SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 100MM	4,74	Metros
BOMBA DE RECALQUE	1	Unit.

CAIXA DE 10000 LITROS	1	Unit.
CAIXA INSPECAO/AREIA CONCRETO PRE MOLDADO CIRCULAR	6	Unit.
KIT CAVALETE DE PVC COM REGISTRO DE ESFERA DE 1/2"	1	Unit.
AJUDANTE DE ENCANADOR	50	HORAS
ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	50	HORAS
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 1500L	2	Unit.

(Fonte: Arquivo pessoal)

### 3.11.4 - VIABILIDADE ECONÔMICA

Com os levantamentos feitos de consumo de água, matérias e gasto de energia na bomba de recalque, é feito o calculo para o tempo retorno do investimento do sistema de aproveitamento de água pluvial.

## 4.0 - RESULTADOS

Para o estudo de viabilidade econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial realizou-se dois projetos de água fria: um projeto sem utilização de água pluvial e outro com utilização da água pluvial. A partir dos projetos feitos foi feito o orçamento para implantação de ambos, depois foi realizado o gasto de água potável, e energético para os dois sistemas, então a partir desses dados e com os dados pluviométricos saberemos a viabilidade econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial.

#### 4.1 - DADOS PLUVIOMÉTRICOS

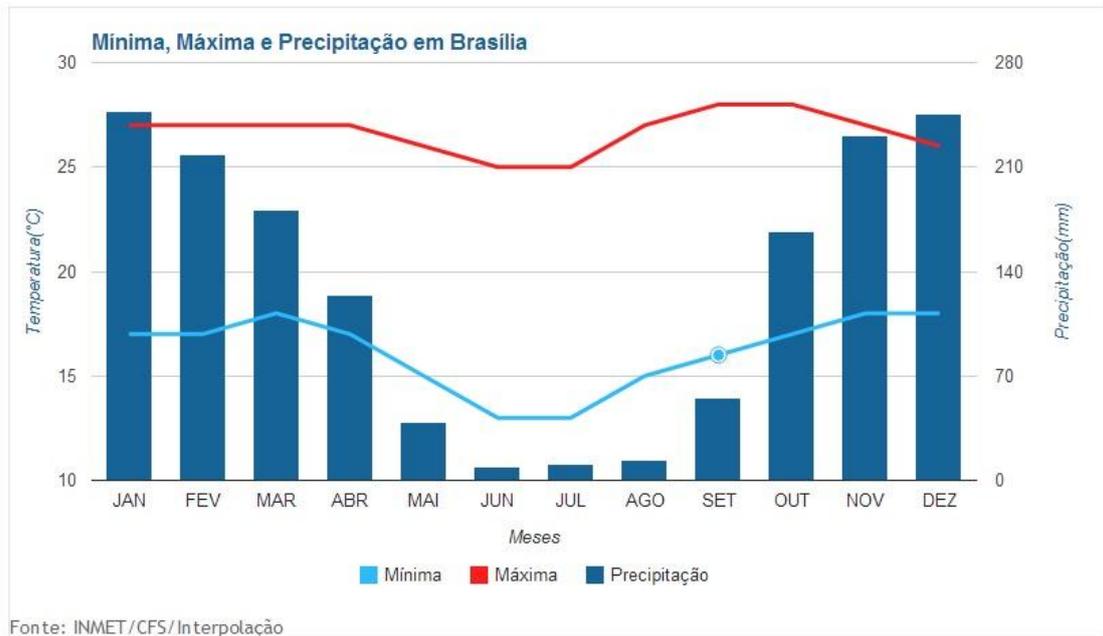
A Tabela 14 e o Gráfico 1 apresenta os dados pluviométricos da região.

Tabela 14 - Dados pluviométricos

<b>Mês</b>	<b>Temperatura Mínima (°C)</b>	<b>Temperatura Máxima (°C)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
<b>Janeiro</b>	17	27	247
<b>Fevereiro</b>	17	27	218
<b>Março</b>	18	27	181
<b>Abril</b>	17	27	124
<b>Mai</b>	15	26	39
<b>Junho</b>	13	25	9
<b>Julho</b>	13	25	11
<b>Agosto</b>	15	27	14
<b>Setembro</b>	16	28	55
<b>Outubro</b>	17	28	167
<b>Novembro</b>	18	27	231
<b>Dezembro</b>	18	26	246
<b>Total</b>			1542

(Fonte INMET)

Figura 10 - Dados pluviométricos



(Fonte

INMET)

## 4.2 - PROJETO RESIDENCIAL ÁGUA FRIA

Os diâmetros obtidos para as tubulações estão mostrados nas tabelas.

Tabela 15 - Diâmetros obtidos AF1

AF1		
Equipamentos	Peso	Diâmetro(mm)
Ducha	0,5	20
Lavatório	0,5	20
Vaso sanitário	40	40
Tudo	41	40

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 16 - Diâmetros obtidos AF2

<b>AF2</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
PIA	0,5	20
PIA	0,5	20
Torneira jardim	0,4	20
Tudo	1,4	25

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 17 - Diâmetros obtidos AF3

<b>AF3</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Tanque	1	20
Maquina	1	20
Tudo	2	20

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 18 - Diâmetros obtidos AF4

<b>AF4</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Ducha	0,5	20
Lavatório	0,5	20
Vaso sanitário	40	40
Tudo	41	40

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 19 - Diâmetros obtidos Barrilete

<b>Barrilete</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro</b>
AF1	41	
AF2	1,4	
AF3	2	
AF4	41	
total	85,4	40

(fonte Arquivo pessoal)

Consumo da residência igual a 600 litros por dia, para dois dias 1200 litros. Adota-se a caixa comercial acima, no caso 1500 litros.

Calcula-se a vazão de entrada, dividindo-se o consumo diário da residência pelo número de segundos de um dia (86400s).

Q = vazão

$$Q = 600 / 86400$$

$$Q = 0,0069 \text{ l/s}$$

Para efeito de economia utiliza-se a velocidade máxima da tubulação de 1m/s.

De acordo com o Ábaco encontra-se o diâmetro da tubulação do ramal de entrada= 3/4 ou 20mm.

### 4.3 - PROJETO RESIDENCIAL ÁGUA FRIA COM APROVEITAMENTO

Os diâmetros obtidos para as tubulações estão mostrados nas tabelas.

Tabela 20 - Diâmetros obtidos AF1

<b>AF1</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Ducha	0,5	20
Lavatório	0,5	20
Tudo	1	20

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 21 - Diâmetros obtidos AF2

<b>AF2</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Ducha	0,5	20
Vaso sanitário	0,5	20
Tudo	1,4	25

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 22 - Diâmetros obtidos AF3

<b>AF3</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Tanque	1	20
Maquina	1	20
Tudo	2	40

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 23 - Diâmetros obtidos AF4

<b>AF4</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Ducha	0,5	20
Vaso sanitário	0,5	20
Tudo	1	20

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 24 - Diâmetros obtidos AF1/1

<b>AF 1/1</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Vaso sanitário	40	40
Tudo	40	40

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 25 - Diâmetros obtidos AF2/2

<b>AF 2/2</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Torneira jardim	0,4	20
Tudo	1,4	20

(fonte Arquivo pessoal)

Tabela 26 - Diâmetros obtidos AF4/4

<b>AF 4/4</b>		
<b>Equipamentos</b>	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro(mm)</b>
Tanque	40	40
Tudo	40	40

(fonte Arquivo pessoal)

#### 4.4 - BOMBA DE RECALQUE

Com a utilização das formulas de forcheimer, o diâmetro encontrado para recalque foi de 20 mm, adotando imediatamente o diâmetro superior comercial para sucção fica de 25mm. A potência encontrada da bomba foi de 1cv utilizamos a bomba comercial Dancor CAM-W-16 1 CV Trifásica 220V.

1 CV = 75 kgf.m/s

#### 4.5 - VOLUME RESERVATÓRIO INFERIOR

A partir das informações necessárias o volume dos reservatório de acordo com (HANSEN, 1996):

Volume do reservatório inferior:  $2 \times 0,08 \times 90 = 14,4 \text{ M}^3 = 1440 \text{ litros}$ , adota-se a caixa comercial acima que é 15000 litros.

#### 4.6 - ORÇAMENTO

Como mencionado na metodologia os orçamentos dos projetos foram realizados utilizando os preços fornecidos pela Caixa Econômica Federal, coletados em 09/13 pesquisa feita pelo IBGE, localidade Brasília.

Tabela 27 Orçamento projeto sem aproveitamento água pluvial

Orçamento Projeto sem aproveitamento água pluvial				
Descrição	Qtde	Unidade	Preço Unit.	Preço. Total
TUBO DE PVC SOLDAVEL, DN = 20 MM (NBR-5648)	40,55	Metros	1,83	74,2065
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 20MM	4	Unit.	4,19	16,76
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 20 MM	12	Unit.	1,31	15,72
REGISTRO GAVETA 20 mm	2	Unit.	15,5	31

ADAPTADOR PVC SOLDAVEL C/ FLANGES P/ CAIXA D' AGUA 20MM X 1/2"	1	Unit.	7,14	7,14
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 1500L	1	Unit.	526,44	526,44
BOIA PARA CAIXA D'AGUA	1	Unit.	16,7	16,7
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	22,67	Metros	2,49	56,4483
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 25MM	2	Unit.	4,29	8,58
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25 MM	6	Unit.	1,77	10,62
REGISTRO GAVETA 25 mm	1	Unit.	16	16
TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25MM	1	Unit.	1	1
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	3,32	Metros	9,06	30,0792
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 50MM	1	Unit.	19,55	19,55
REGISTRO 50 mm	1	Unit.	25,59	25,59
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	1	Unit.	8,34	8,34
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 40 MM	2	Unit.	15,93	31,86
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 25 MM	1	Unit.	8,26	8,26
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 20 MM	1	Unit.	9,7	9,7
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 40MM	13,77	Metros	7,72	106,3044
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 40MM	2	Unit.	17,53	35,06
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 40 MM	1	Unit.	6,78	6,78
REGISTRO 40 mm	2	Unit.	21,55	43,1
TUBO PVC PBV SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 75MM	53,56	Metros	13,08	700,5648
UNIAO PVC SOLD P/AGUAS PLUVIAIS 75MM	1	Unit.	134,4	134,4
CURVA PVC LONGA 90G P/ ESG PREDIAL DN 75MM	4	Unit.	16,64	66,56

CALHA CHAPA GALVANIZADA NUM 26 L = 15CM	19,4	Metros	9,4	182,36
TUBO PVC PL SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 100MM	4,74	Metros	18,7	88,638
CAIXA INSPECAO/AREIA CONCRETO PRE MOLDADO CIRCULAR	6	Unit.	22,4	134,4
AJUDANTE DE ENCANADOR	30	HORAS	8,27	248,1
ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	30	HORAS	11,64	349,2
KIT CAVALETE DE PVC COM REGISTRO DE ESFERA DE 1/2"	1	Unit.	36,93	36,93
			<b>TOTAL</b>	<b>3046,39</b>

(Fonte: Arquivo pessoal)

Tabela 28 Orçamento projeto com aproveitamento água pluvial

<b>Orçamento Projeto com aproveitamento da água pluvial</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Qt</b>	<b>Unidade</b>	<b>Preço unt.</b>	<b>Preço total</b>
TUBO DE PVC SOLDAVEL, DN = 20 MM (NBR-5648)	72,52	Metros	1,83	132,7116
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 20MM	5	Unit.	4,19	20,95
REGISTRO GAVETA 20 mm	3	Unit.	15,5	46,5
ADAPTADOR PVC SOLDAVEL C/ FLANGES CAIXA D' AGUA 20MM X 1/2"	1	Unit.	7,14	7,14
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 20 MM	13	Unit.	1,31	17,03
BOIA PARA CAIXA D'AGUA	2	Unit.	16,7	33,4
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM	29,35	Metros	2,49	73,0815
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 25MM	3	Unit.	4,29	12,87
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25 MM	12	Unit.	1,77	21,24

TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25MM	2	Unit.	1	2
REGISTRO GAVETA 25 mm	2	Unit.	16	32
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM	3,77	Metros	5,67	21,3759
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 32MM	1	Unit.	8,89	8,89
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 32 MM	2	Unit.	3,84	7,68
TE REDUÇÃO 32/20	2	Unit.	4,1	8,2
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 32 MM X 25 MM	1	Unit.	5,15	5,15
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	5,71	Metros	9,06	51,7326
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 50MM	1	Unit.	19,55	19,55
REGISTRO 50 mm	1	Unit.	25,59	25,59
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	2	Unit.	8,34	16,68
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 40 MM	2	Unit.	15,93	31,86
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 20 MM	1	Unit.	9,7	9,7
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 40MM	13,39	Metros	7,72	103,3708
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 40MM	1	Unit.	17,53	17,53
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 40 MM	2	Unit.	6,78	13,56
CALHA CHAPA GALVANIZADA NUM 26 L = 10CM	19,4	Metros	9,4	182,36
TUBO PVC PBV SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 75MM	53,56	Metros	13,08	700,5648
UNIAO PVC SOLD P/AGUAS PLUVIAIS 75MM	1	Unit.	134,4	134,4
CURVA PVC LONGA 90G P/ ESG PREDIAL DN 75MM	4	Unit.	16,64	66,56
TUBO PVC PL SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 100MM	4,74	Metros	18,7	88,638
BOMBA DE RECALQUE	1	Unit.	687,2	687,2

CAIXA DE 15000 LITROS FIBRA DE VIDRO	1	Unit.	4174	4174
CAIXA INSPECAO/AREIA CONCRETO PRE MOLDADO CIRCULAR	6	Unit.	22,4	134,4
KIT CAVALETE DE PVC COM REGISTRO DE ESFERA DE 1/2"	1	Unit.	36,93	36,93
AJUDANTE DE ENCANADOR	50	HORAS	8,27	413,5
ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	50	HORAS	11,64	582
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 1500L	2	Unit.	526,44	1052,88
			<b>TOTAL</b>	<b>8993,23</b>

(Fonte: Arquivo pessoal)

#### 4.7 - CUSTO DE LUZ

Com a utilização da bomba de recalque para abastecimento do reservatório superior, o aumento da conta de luz mensal foi calculado como mostra a tabela abaixo:

Tabela 29 - Aumento da luz mensal

Aumento da luz mensal		
Consumo médio mensal (kw/h)	Valor luz (kw/h)	Total (R\$)
4,22	0,25	1,055

(Fonte: Arquivo pessoal)

O aumento foi de 1,055 reais na conta mensal.

#### 4.8 - CUSTO DE ÁGUA

Em primeiro instante foi feito o levantamento do consumo médio da residência em estudo, de acordo com a tabela apresentada na revisão bibliográfica fornecida pela Caesb, tabela.

Tabela 30 - Consumo de água

<b>Consumo de água</b>		
<b>Por/ Habitante (litros)</b>	<b>Numero de hab. Residência</b>	<b>Total (litros)</b>
2740	2	5480

(Fonte: Arquivo pessoal)

Obtido o consumo é feita a distribuição por aparelho, para conhecer o consumo de cada, depois qual será a economia de água no sistema.

Tabela 31 Distribuição na residência

<b>Distribuição na residência</b>			
<b>Aparelhos</b>	<b>Consumo(%)</b>	<b>Litros usados</b>	<b>Usados no sistema de reuso</b>
Vaso sanitário	29	1589,2	1589,2
Chuveiro	28	1534,4	
Torneira de jardim	6	328,8	328,8
Pia (cozinha)	17	931,6	

Maquina de lavar louças	5	274	
Tanque	6	328,8	
Máquina de lavar roupas	9	493,2	
<b>Total</b>			1918

(Fonte: Arquivo pessoal)

O custo da água em ambos os sistemas, tabela:

Tabela 32 - Custo de água mensal

<b>Custo de água mensal</b>			
<b>Simplex (R\$)</b>	5480	2,07	11,3436
<b>Com reuso (R\$)</b>	3562	2,07	7,37334

(Fonte: Arquivo pessoal)

A economia na conta de água mensal será de R\$ 3,97 reais.

#### 4.9 - ANALISE ECONÔMICA

A economia gerada no sistema será a economia de água menos o gasto adicional na conta de luz, que é igual  $R\$ 3,97 - R\$ 1,05 = R\$ 2,82$ . Com o investimento de R\$ 5946,84 reais para fazer o sistema de aproveitamento de água pluvial, o tempo de retorno do investimento de mais de 100 anos, muito longo tornando o sistema para residencial uni familiar inviável economicamente para residência estudada.

## 5.0 - CONCLUSÃO

### 5.1 - CONCLUSÕES GERAIS

Os problemas de escassez de água no Brasil e no mundo, por diminuição da quantidade e qualidade da água, estão levando a população a procurar outros meios para obtê-la, como por exemplo, o aproveitamento da água pluvial. Além disso a sociedade se preocupa com os custos financeiros e vantagens econômicas.

Realizando a viabilidade econômica do sistema de utilização da água pluvial para o vaso sanitário e para a torneira jardim para uma residência unifamiliar com 2 moradores, pôde-se concluir que:

- O valor da instalação do projeto sem utilização de água pluvial foi de R\$ 3.046,39;
- O valor da instalação do projeto com utilização de água pluvial foi de R\$ 8.993,23;
- A diferença de preço entre as instalações com utilização de água pluvial e sem utilização foi de R\$ 5.946,84;
- O consumo de água do projeto sem utilização de água pluvial foi de R\$ 11,34 mensal ;
- O consumo de água do projeto com utilização de água pluvial foi de R\$ 7,37 mensal;
- A diferença no consumo entre as instalações com utilização de água pluvial e sem utilização foi de R\$ 3,97.

Em residências unifamiliares com poucos moradores não se torna viável economicamente o sistema, porém em questão de sustentabilidade se ganha muito com modelo de aproveitamento de água.

## **5.2 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Tomar como sugestão para outros trabalhos,

- Estudar residências com maior número de pessoas;
- Tomar como estudo uma residência multifamiliar como um prédio.
- Um estudo de viabilidade econômica para um condomínio residencial em que todas as residências são abastecidas por uma caixa que tenha aproveitado água pluvial.
- Avaliar o custo para utilização da água pluvial em todos aparelhos realizando o devido tratamento da água.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626**. Instalação de água fria. Rio de Janeiro (1998).

Água, se não fosse tão valiosa, a deca não teria pensando num jeito de ensinar você economizar. Deca. Disponível em [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br).

CARLOS, Jose Mierzwa, Ivanildo Hespanhol. Água na industria uso racional e reuso. 2005.

CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias, exemplo de aplicação projeto.2009.

D´ALKMIN ,Dirceu Telles, Regina helena Pacca Guimarães costa. Reuso da água conceitos, teorias e praticas. 1ª edição 2007

Estações e dados. INMET 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>

JOSEPH, Archibald Macintyre. Instalações Hidráulicas prediais e industrias.2010

Marq de Villiers. Água como uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI. 2000

SANCHES, Pedro Caetano Mancuso, FELÍCIO, Hilton Felício dos santos. Reuso de água. Núcleo de informação em saúde ambiental da universidade de são Paulo. 2003

Reuso da água e aproveitamento da chuva. disponível em <http://www.sindiconet.com.br/7533/Informese/Economia-dagua/Reuso-da-agua-e-Aproveitamento-da-chuva>.

Representação Unesco do Brasil. Unesco. Disponível em:[www.unesco.org](http://www.unesco.org).

MENGOTTI, Sulayre De Oliveira. Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências. 2005

Tarifas e preços. CAESB 2013. Disponível em: <http://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>

## **ANEXOS**