

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR - MG**  
**MARIA LÚCIA GLUECK VAZ**

**REÚSO DA ÁGUA PLUVIAL: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL EM**  
**EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

**FORMIGA – MG**  
**2015**

MARIA LÚCIA GLUECK VAZ

REÚSO DA ÁGUA PLUVIAL: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL EM  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR - MG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.  
Orientadora: Alessandra Cabanelas da Silva

FORMIGA – MG

2015

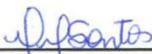
MARIA LÚCIA GLUECK VAZ

REUSO DA ÁGUA PLUVIAL: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL EM  
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Engenharia Civil do Centro  
Universitário de Formiga – UNIFOR, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

  
Profª. Alessandra Cláudia Cabanelas da Silva  
Orientadora

  
Profª. Dra. Mirian Aparecida Isidro dos Santos  
UNIFOR-MG

  
Prof. Me. Henrique Garcia Paulinelli  
UNIFOR-MG

Formiga, 13 de novembro de 2015.

V393 Vaz, Maria Lúcia Glueck.  
Reúso da água pluvial: uma abordagem sustentável em edificações  
residenciais / Maria Lúcia Glueck Vaz. – 2015.  
40 f.

Orientadora: Alessandra Claudia Çabanelas da Silva.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro  
Universitário de Formiga–UNIFOR-MG, Formiga, 2015.

1. Água da chuva. 2. Reúso. 3. Construção residencial. I. Título.

CDD 628.1

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a Deus o presente da oportunidade de poder realizar meu desejo de ser Engenheira Civil e percorrer os caminhos abertos por meu pai com exemplos de competência, seriedade e honradez ao longo de sua vivência na Engenharia Civil.

Agradeço ao meu pai e a minha mãe que com carinho, compreensão e alegria de me verem chegar até aqui, vencendo muitos obstáculos, me dão força para continuar.

Quero agradecer ao meu filho e ao meu marido, que além de me apoiarem, sempre compreenderam os momentos em que não pude dar a eles a atenção merecida, porque estava concentrada em meus estudos.

Agradeço a minha irmã que também percorreu os caminhos abertos por nosso pai e sempre me ajuda a crescer profissionalmente.

Quero agradecer a Juliana Fraga de Carvalho e Sandra Araújo, colegas de sala e amigas, que sempre estiveram presentes em todos os momentos em que eu precisei de ajuda e apoio.

Agradeço aos meus professores que com desprendimento, generosidade, perseverança e paciência passaram a mim e aos meus colegas, seus conhecimentos e experiências de vida para que crescamos como pessoas e profissionais competentes.

## RESUMO

A importância da sustentabilidade principalmente quando se refere ao uso dos recursos hídricos tem sido alvo de preocupação constante nas últimas décadas, devido ao uso indiscriminado da água e consequente desperdício. Neste sentido, o surgimento de técnicas que possibilitem o reaproveitamento da água pluvial em edificações permite um uso racional para fins não potáveis como a irrigação de jardins, lavagem de áreas externas ou de veículos. A pesquisa possui grande importância na atualidade por tratar de um problema que aflige a sociedade quando se trata da escassez dos recursos hídricos. Neste sentido, criar alternativas para aproveitar a água das chuvas torna-se imperativo. Para tanto, foi realizado um estudo em uma residência unifamiliar a fim de verificar as formas de aproveitamento de águas pluviais, bem como analisar soluções técnicas a serem adotadas. O resultado encontrado contou com a avaliação do nível de aproveitamento da água da chuva tendo como base o cálculo realizado observando-se o índice pluviométrico do município de Formiga e a metragem da residência, onde este valor foi dividido pelos meses do ano. Observou-se que os valores obtidos indicam uma economia relevante que pode compensar em alguns anos o investimento realizado no sistema de armazenamento da água das chuvas.

Palavras chave: Captação de água da chuva. Reúso. Construção residencial.

## **ABSTRACT**

The importance of sustainability especially when it relates to the use of water resources has been the subject of constant concern in recent decades, due to the indiscriminate use of water and consequent waste. Accordingly, the emergence of techniques that allow the reuse of rainwater in constructions allow a rational used for non-potable uses such as watering a garden, cleaning outdoor areas or vehicles. The research has great importance today for dealing with a problem that afflicts society when it comes to the scarcity of water resources. In this sense, creating alternatives to take advantage of rainwater becomes imperative. Thus, a study was conducted in a single-family residence to verify forms of rainwater harvesting and analyzing technical solutions to be adopted. The results found included the evaluation of rainwater utilization level based on the calculation performed observing the rainfall in the city of Ant and the footage of the residence, where this value was divided by the months of the year. It was observed that the values obtained indicate a significant savings that can compensate in a few years the investment in the storage system of rainwater.

Keywords: rainwater capture. Reuse. Residential building

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Disponibilidade dos recursos hídricos no mundo.....	13
Figura 2- Distribuição hidrográfica por regiões brasileiras .....	15
Figura 3- Usos da água no Brasil.....	15
Figura 4- Parâmetros da água.....	16
Figura 5- Diferenciação dos sistemas de reuso da água em edificações residenciais. ....	20
Figura 6 - Fluxograma do modelo de captação e armazenamento de água pluvial ..	21
Figura 7- Sistema de captação de água pluvial simples .....	23
Figura 8- Sistema de captação de água pluvial.....	24
Figura 9 - Sistema de coleta e armazenagem de água pluvial.....	25
Figura 10 - Sistema de coleta de água pluvial.....	25
Figura 11- Reservatório auto limpante com torneira de boia.....	26
Figura 12- Ralos instalados na laje para separação das sujeiras mais grossas; captação da água através de ralos e calhas nas lajes. ....	26
Figura 13- Posicionamento da tubulação em reservatório superior .....	27
Figura 14- Distribuição do consumo de água em residência unifamiliar .....	28
Figura 15 – Esquema captação.....	29
Figura 16- Captação de chuva .....	29
Figura 17 - Vista do reservatório externo .....	31
Figura 18- Reservatório subterrâneo para armazenagem de água pluvial.....	32
Figura 19- Calhas metálicas abaixo da estrutura que coletam a água das chuvas...	32
Figura 20- Coeficiente de Runoff.....	33

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 Objetivos.....	11
2.1 Geral.....	11
2.2 Específicos .....	11
3 Justificativa .....	12
3.1 Problema .....	12
3.2 Hipótese .....	12
4 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
4.1 A importância da água.....	13
4.2 Recursos hídricos no Brasil.....	14
4.3 Parâmetros Químicos, Físicos e Biológicos da Água.....	16
4.4 Aplicações .....	18
4.5 Benefícios e critérios para o reúso .....	19
4.6 Sistemas de Reaproveitamento .....	21
4.7 Sistemas de captação da água da chuva.....	22
4.8 Reúso da água em edificações residenciais .....	27
5 METODOLOGIA.....	30
5.1 Tipos de pesquisa .....	30
5.2 Locais do estudo .....	30
5.3 Coletas de dados .....	30
5.4 Análises dos dados .....	30
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
REFERÊNCIAS.....	37

## 1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental está inserida nas diversas áreas de estudo da economia, uma vez que o meio ambiente é fonte de matérias primas e energia, local de despejo dos rejeitos das atividades produtivas e contribui de maneira significativa para o bem-estar da população.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável, institucionalizado como solução de problemas advindos da interferência do homem em áreas de conservação, baseia-se na conciliação da proteção do meio ambiente, da igualdade social, bem como da renda econômica. Essa condição proporciona a integração dos indivíduos à produção, à cidadania e ao consumo.

Dentro deste contexto, as águas das chuvas é um recurso hídrico desperdiçado que, apresenta grande potencial de utilização para o uso em residências, sendo acessível a toda população, independentemente de sua condição social ou econômica. Seu uso torna as edificações sustentáveis, gera economia e reduz a demanda sobre os mananciais que já apresentam escassez tanto superficial quanto subterrânea.

A escassez de água potável é um problema mundial e é agravado diariamente em função de fatores como o consumo excessivo de água bruta, as mudanças climáticas, a poluição da água e o consumo insustentável dos recursos hídricos.

Diante deste panorama amplia-se a busca por formas de preservar a água potável, por meio de novas tecnologias e pela revisão do uso da água pela população. A meta da atualidade é a busca por práticas que melhorem o uso da água, como programas de conservação, fundamentados em medidas técnicas e em mudanças de comportamento, motivadas por incentivos que vão desde a educação ambiental até a regulamentação de leis e de estrutura tarifária.

No entanto, o mais importante é aumentar a eficiência do uso da água pela sociedade, ou seja, reduzir o consumo de água tratada, seja em casa ou nos locais de trabalho, na indústria ou nas escolas devendo, desta forma, trabalhar a cultura da sociedade, seus hábitos e costumes.

O uso de fontes alternativas de fornecimento é uma das soluções para o problema de escassez da água. O aproveitamento da água da chuva se destaca

dentre estas fontes por se tratar de uma das soluções mais viáveis para preservar a água potável.

A utilização da água da chuva traz o benefício de conservação da mesma além de reduzir a dependência excessiva das fontes superficiais de abastecimento e ainda reduzir o escoamento superficial, minimizando os problemas com enchentes.

## 2 Objetivos

### 2.1 Geral

Analisar em uma residência unifamiliar, as formas de aproveitamento de águas pluviais, bem como analisar sua viabilidade e soluções técnicas adotadas.

### 2.2 Específicos

- Analisar um sistema de aproveitamento de águas pluviais;
- Avaliar as condições técnicas para a reutilização das águas pluviais na edificação estudada;
- Avaliar a eficiência da sustentabilidade
- Verificar as vantagens e desvantagens do sistema.

### **3 Justificativa**

A escassez de água é um dos maiores problemas enfrentados atualmente pela população mundial. A água doce utilizada para abastecimento de residências e indústrias tem gradualmente deixado de atender de modo pleno às necessidades dos indivíduos em função de seu desperdício. Este fato compromete os mais diversos setores da economia e tem feito com que estudiosos busquem por alternativas que visem reduzir o desperdício da água.

Além da criação de leis, a conscientização dos indivíduos é fundamental para a manutenção dos mananciais. Neste sentido, propostas que viabilizam o reuso de água pluviais tem ganhado espaço e feito parte de projetos de construção civil.

Diante destas constatações, o presente estudo justifica-se a partir desta necessidade de reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, reduzindo o consumo nas residências, gerando economia e preservando os mananciais. Para isso, a implantação de tecnologias simples pode ajudar no desenvolvimento de projetos de Engenharia Civil, voltados para a construção de residências sustentáveis.

#### **3.1 Problema**

Qual a viabilidade de reaproveitamento das águas pluviais em edificações residenciais?

#### **3.2 Hipótese**

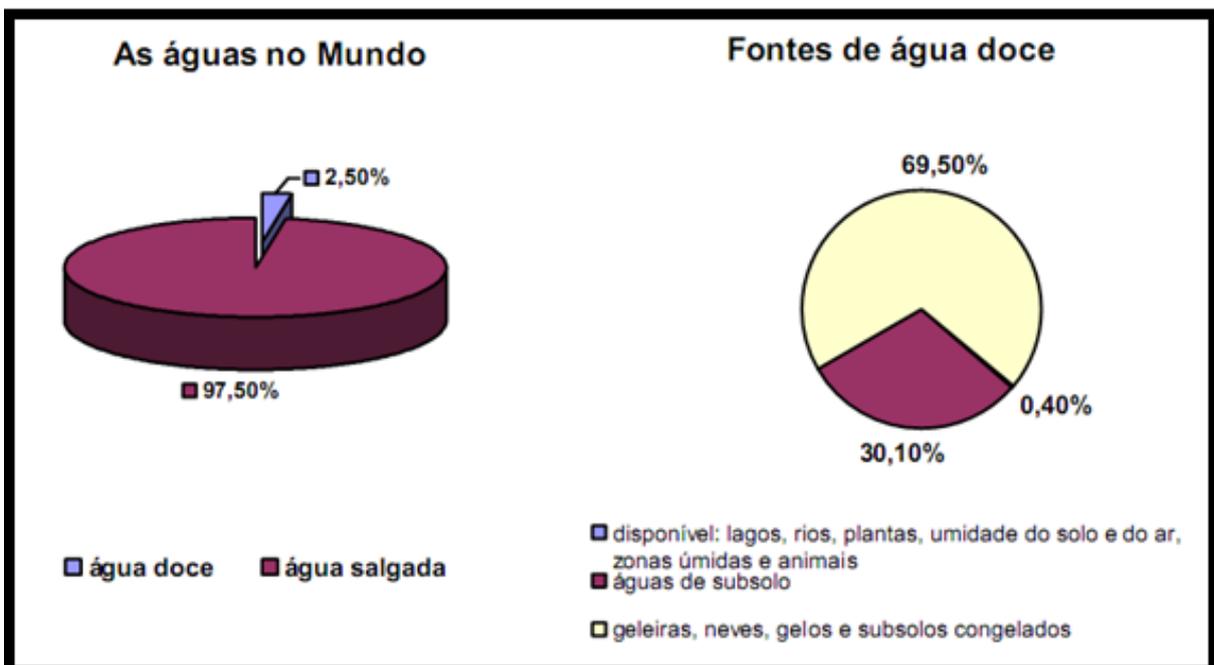
A captação de águas pluviais pode servir como alternativa para a redução do consumo de água tratada, porém ainda é pouco utilizado, possivelmente em função da ausência de mão-de-obra especializada.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 A importância da água

Considerada de extrema importância para a manutenção da vida, a água adequada para o consumo é um recurso cada vez mais escasso. Apesar de o planeta Terra ser constituído por 30% de terras e 70% de água, somente 2,75% desta quantidade é apropriada ao consumo humano, pois é a porção de água doce disponível (FRANCESCHINI, 2009), como ilustra a FIG. 1.

Figura 1- Disponibilidade dos Recursos Hídricos no Mundo



Fonte: Franceschini (2009)

Entretanto, Von Sperling (1996) destaca que a maior parte da água disponível para o consumo já se encontra contaminada devido a problemas como: o assoreamento, lançamento de lixo e esgotos industriais nos rios.

O Brasil é o país que ocupa o primeiro lugar entre os países com melhor reserva de recursos hídricos de água doce do mundo, representando 12% do total mundial e 53% dos recursos hídricos da América do Sul. Porém, a distribuição de água no território nacional, assim como a distribuição mundial, não é homogênea

apresentando diferenças entre as unidades hidrográficas e a densidade populacional (CATUSIANO NETO, 2004; OLIVEIRA, 2005).

A água constitui um elemento essencial à vida animal e vegetal, sendo utilizada pelo homem como fonte de melhoria de suas condições econômicas e sociais. No entanto, a sua utilização deve ser racional e criteriosa, visto que a disponibilidade de água doce é limitada, o que significa que se torna imprescindível a preservação e o controle de seu uso (IGAM, 2007).

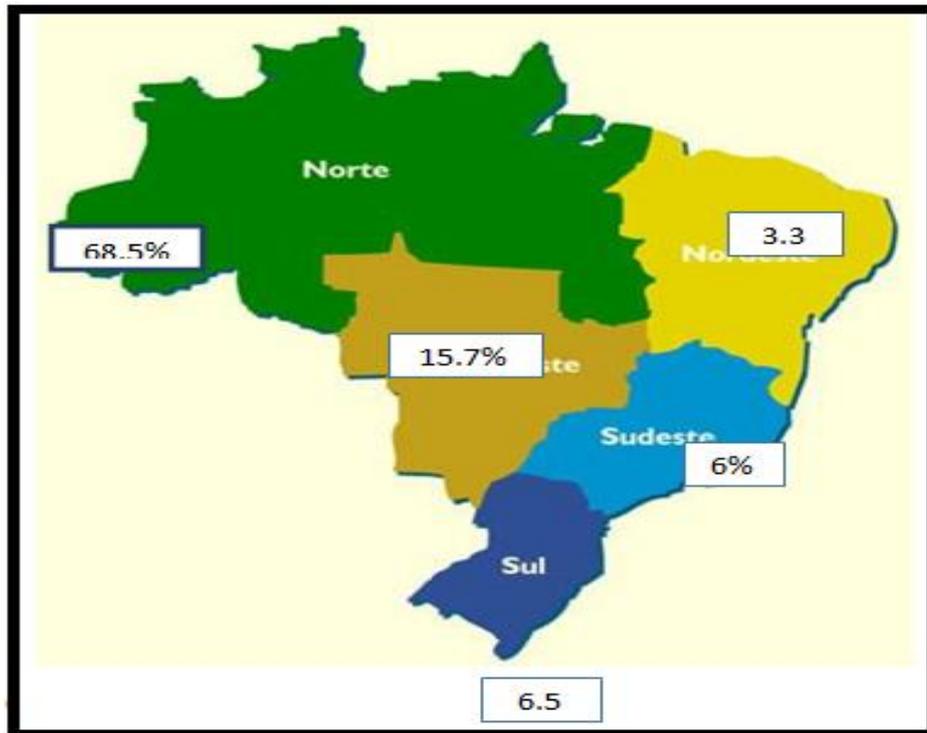
A água, sendo um recurso finito e vulnerável, pode representar um obstáculo ao desenvolvimento socioeconômico de um país e à qualidade de vida do indivíduo. Há uma intrínseca relação entre o acesso à água de boa qualidade, adequada infraestrutura de saneamento e saúde humana (PHILIPPI, 2005).

De forma qualitativa, as fontes de água doce utilizadas pelo ser humano devem ser preservadas, a fim de satisfazer as exigências de sua utilização e assegurar a conservação de suas propriedades naturais, já que esta é alvo de constantes ações predatórias do homem, em função do despejo de esgotos *in natura* ou tratados, de fezes de animais (silvestres e de produção), além dos efluentes resultantes das atividades industriais, isso tudo em decorrência da explosão demográfica e do rápido aumento das necessidades na agricultura e na indústria moderna (GARRIDO, 2003; OLIVEIRA, 2005).

## **4.2 Recursos hídricos no Brasil**

De acordo com Thomaz (2003) apesar de o Brasil possuir um percentual considerado elevado quando comparado a outros países, as suas regiões apresentam uma distribuição irregular e, este fato pode ser observado na FIG. 2 onde, nas regiões centro oeste e norte, onde há água em abundância, cerca de 84,2% do total da água brasileira, apenas 14,5% da população vive nessa região, já as regiões nordeste, sul e sudeste os recursos hídricos representam somente 15,8% do total, enquanto 85,5% dos brasileiros residem nessa área.

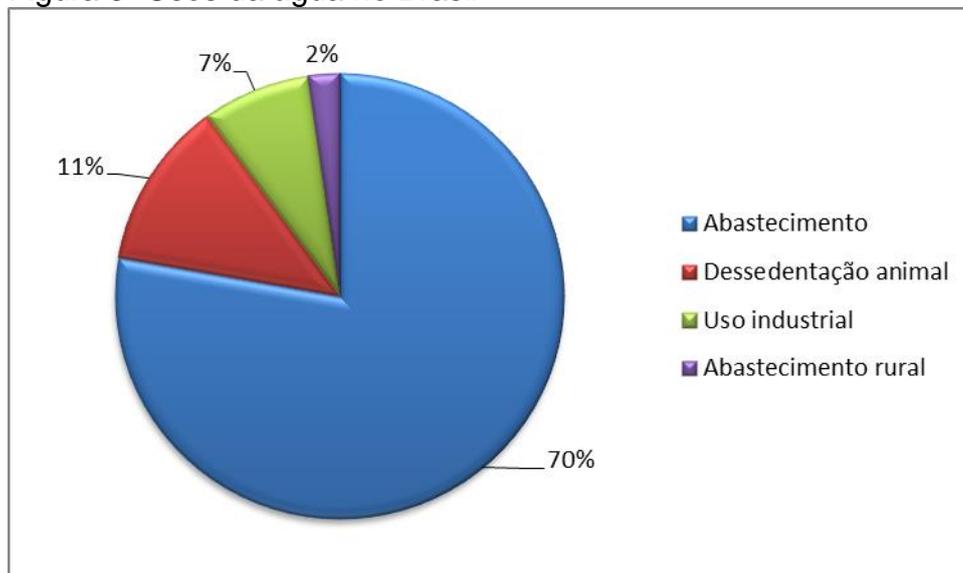
Figura 2- Distribuição hidrográfica por regiões brasileiras



Fonte: Mendonça; Santos (2013)

Braga (2008) relata que a maior parte do uso de água é feita na produção de alimentos, no Brasil cerca de 70% do consumo de água é destinada a essa atividade, a dessedentação animal 11%, o uso industrial 7% e o abastecimento rural 2%.

Figura 3- Usos da água no Brasil



Fonte: Adaptado de Braga (2008)

### 4.3 Parâmetros Químicos, Físicos e Biológicos da Água.

Principais parâmetros que regem a qualidade da água para fins não potáveis de acordo com o CONAMA e as normas das NBR 15527 e NBR 13696.

Figura 4- Parâmetros da água

Físicos	cor, turbidez, sabor, odor e temperatura
Químicos	pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos
Biológicos	organismos indicadores (coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais), algas e bactérias

Fonte : FERNANDES , 2009

- Turbidez: Característica física da água decorrente da presença de substâncias em suspensão.
- PH: Mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade.
- DQO: Demanda Química de Oxigênio, é a quantidade necessária para a oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico.
- DBO: Demanda Biológica de Oxigênio, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável.
- Nitrogênio: Águas com alto índice de nitrogênio são prejudiciais ao homem e em concentrações acima de 50mg/L podem levar a morte.
- Oxigênio Dissolvido: É responsável por oxidar o material orgânico presente na água e promover a respiração branquial dos peixes. É um fator limite para a manutenção da vida aquática, Principal indicador da qualidade da água.
- Fósforo: Elemento mineral de grande importância para o funcionamento do organismo dos seres humanos. Favorece o desenvolvimento de processos biológicos aeróbios.
- Ferro: Aparece principalmente em águas subterrâneas devido a dissolução do minério pelo gás carbônico na água, provoca manchas em roupas e utensílios

sanitários, sabor e depósitos em canalizações e ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica.

- Manganês: Ocorre naturalmente em água superficial e subterrânea
- Coliformes: são grupos de bactérias indicadoras de contaminação
- Cloretos: Se apresenta nas águas subterrâneas. O cloreto de sódio provoca sabor “salgado” na água. No caso do cloreto de cálcio o sabor só é perceptível em concentrações superior a 1000 mg/L, são conhecidos também seus efeitos laxativos.

O descarte das primeiras águas já é considerado um pré-tratamento. E dependendo da qualidade que se deseja para o uso dessa água poderá haver ou não a necessidade de um tipo de tratamento mais aprimorado. (SILVA,2014)

### 2.3 Reúso da Água como técnica de sustentabilidade

De acordo com Louly (2008) o reuso da água pode ser feito de forma direta quando este é feito em função de um planejamento no qual há tratamento para que seja utilizada em finalidades já preestabelecidas como em irrigação de lavouras, em indústrias, para recarregar aquíferos ou até mesmo para fins potáveis. Indiretamente, a água para reuso, implica que esta foi reutilizada uma ou mais vezes, tanto para uso doméstico quanto industrial e, seu descarte posteriormente é feito em águas superficiais ou subterrâneas, onde será utilizada a jusante.

O reuso da água feita por meio de reciclagem interna é recomendado para instalações industriais tendo como objetivo gerar economia e controle nos níveis de poluição emitidos. (CORDEIRO; ROBLES JÚNIOR, 2009).

Louly (2008) destaca que o reuso da água proveniente das chuvas é importante, pois em locais com precipitação anual de 1500 mm é possível obter até 360m<sup>3</sup> anuais de água.

Existe ainda a possibilidade de reciclagem interna, onde o reuso da água é realizado internamente para instalações industriais objetivando economia e controle da poluição, passando por um tratamento secundário. (ANNECCHINI, 2005).

De acordo com Ciocchi (2008) a escassez e o mau uso dos recursos hídricos fizeram com que a ONU considerasse a água o principal tema do século 21 e declarasse 2003 o ano internacional da água. A proteção da água potável deve ser assegurada para garantir que ela não se torne, num futuro próximo, um produto de

luxo e, por isto, a Unesco propõe que a década de 2005 a 2015 seja dedicada à busca de soluções.

A captação da água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Austrália e a Alemanha, aonde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante eficiente em termos de custo-benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens segundo Aquastock (2005) e Silveira (2008, p. 12):

- 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 todos os telhados;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Em alguns municípios brasileiros já existem leis que preveem o reuso das águas pluviais.

#### **4.4 Aplicações**

A gama de aplicações da água de reuso inclui finalidades industriais, irrigação de plantações, parques, jardins ou campos de futebol; em sistemas aquáticos usados em decoração, como fontes, chafariz, espelhos e quedas d'água; pode ainda ser utilizada como reserva para combate a incêndios; limpeza de ruas, quadras esportivas ou de veículos. (NOSÉ, 2008).

Mieli (2001) destaca que a base do uso eficiente da água consiste em minimizar as perdas e desperdícios, observando-se que, somente no Brasil, as perdas ocorridas nos sistemas de abastecimento chegam a 40%. É importante ressaltar que não é responsabilidade das empresas de abastecimento tratar água destinada ao reuso. Este trabalho pode ser facilmente realizado por edificações que devem conter em seu projeto este tipo de sistema.

Silveira (2008) cita alguns pré-requisitos que devem ser observados para a elaboração de um programa de reuso de água pluvial, e frisa a importância de se identificar oportunidades de reuso da água; determinar a qualidade mínima aceitável da água a ser destinada ao reuso; avaliar a degradação da água após o primeiro uso; e determinar as formas de reuso da água.

A existência de parcerias entre Governo e distribuidoras de água podem potencializar os benefícios do reuso da água por meio de palestras sobre custos dos serviços, da escassez de água doce no planeta e da importância do reuso para a economia doméstica e industrial ou ainda por meio da criação de programas de conservação da água.

#### **4.5 Benefícios e critérios para o reúso**

De acordo com Nosé (2008) diversos são os benefícios do reuso da água, especialmente no que se refere à economia e no desperdício, já que diminui a demanda das águas de superfície e subterrâneas disponíveis.

Neste sentido, o reuso indica uma forma eficiente de proteção ao meio ambiente já que reduz investimentos em infraestrutura e otimiza os processos industriais por meio da economia gerada tanto para empresas quanto para a população em geral.

O reuso da água segue critérios que devem ser observados e atendidos com rigor a fim de evitar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Além disso, o reuso quando feito sem observar os critérios estabelecidos podem causar danos materiais e aos equipamentos onde esta água é lançada ou utilizada. Neste sentido, os critérios pertencentes aos programas de reuso da água no tocante à sua qualidade destacam que o reuso deve ser feito sem que cause riscos sanitários; as características como turbidez não devem estar presentes para evitar que o usuário a rejeite; não devem ser provocados prejuízos ou desequilíbrios ambientais.

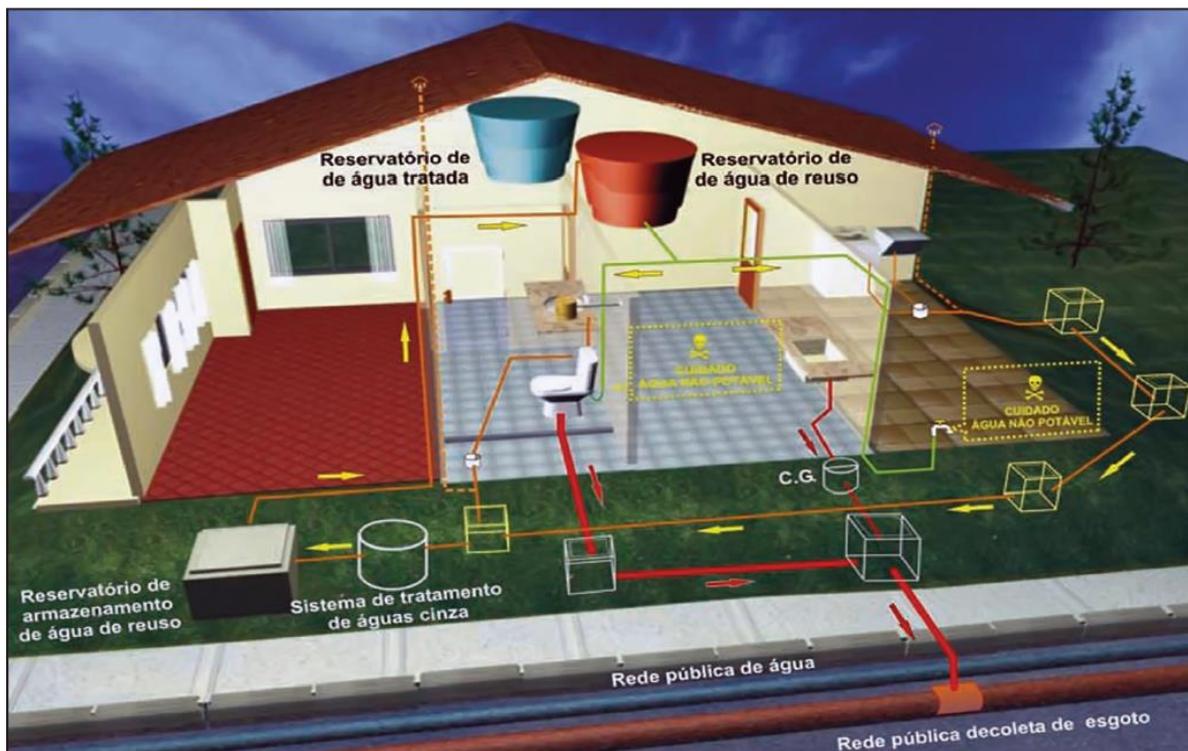
A água deve atender às exigências do uso a que será destinada; no caso do uso de efluentes estes devem passar por tratamento que garanta a segurança do seu reuso; deve ser utilizados sistemas de tratamento com tecnologia capaz de primar pela qualidade da água; realização de exames que atestem a qualidade da água e compatibilização dos custos utilizados no tratamento da água de reuso. (CUNHA, 2008).

De acordo com Rebouças, Braga e Tundise (2006) o reuso de águas pluviais deve ser cercada de alguns cuidados como: a verificação periódica de sua qualidade mediante tratamento; manutenção adequada no sistema utilizado para realizar o tratamento; garantir a segurança para o consumidor final e para quem realiza o processo de tratamento; afixar avisos indicando a não potabilidade da água e por fim, utilizar sistemas de tubulações com cores diferenciadas para indicar que seu uso é destinado à água de reuso.

De acordo com Cunha (2008) o reuso da água pluvial para uso residencial deve, neste contexto, ser feito apenas para uso em máquinas de lavar, banheiros, lavação de quintais ou irrigação de jardins. Seu consumo não é recomendado, mesmo se esta for submetida a tratamento.

Desta maneira, o reuso de águas pluviais em edificações é de grande importância e, para isso os projetos de construção civil devem ser elaborados para atender a este fim, evitando que esta água seja armazenada no mesmo local onde se encontra a água tratada, como demonstrado na FIG. 3, na qual o sistema de reuso é identificado evitando assim sua utilização para fins inadequados. (PROJETO DE ÁGUAS DE USO DIVERSOS, 2012).

Figura 5- Diferenciação dos sistemas de reuso da água em edificações residenciais.



Fonte: Projeto de água de usos diversos (2012).

Em edificações residenciais onde não há o desejo do proprietário em readaptar seu sistema de distribuição de água, a água pluvial pode ser utilizada para jardins e piscinas, limpeza de calçadas, veículos entre outros. Para tanto esta água pode ser armazenada em cisternas e posteriormente utilizada para os fins acima citados. (VASCONCELOS; FERREIRA, 2006).

Figura 6 - Fluxograma do modelo de captação e armazenamento de água pluvial



Fonte: Vasconcelos; Ferreira (2006)

#### 4.6 Sistemas de Reaproveitamento

O reaproveitamento das águas pluviais, apesar de ser simples requer alguns cuidados que podem facilitar sua manutenção e dar mais segurança ao seu uso. Neste contexto, quatro etapas são necessárias para produzirem um sistema eficiente capaz de atender às necessidades residenciais.

De acordo com Silveira (2008)

- Inicialmente deve ser feito um dimensionamento do sistema de acordo com a edificação e das necessidades de uso à qual a água captada será destinada. Fatores como localização e tamanho do reservatório são muito importantes, pois este é o item de maior custo, assim a exatidão quanto às especificações de uso são imprescindíveis.
- A segunda etapa consiste na definição do modelo do sistema que realizará o tratamento da água. Assim, os sistemas podem contar com cisternas e filtros subterrâneos ou em reservatórios de água que pode ser instalados ao lado da caixa de água com identificação do sistema a fim de facilitar sua manutenção.
- A terceira etapa é o fornecimento de componentes que é feita após a escolha do tipo de sistema e estabelecimento de seus objetivos e características. De posse destes dados, o fornecedor instala os

componentes necessários para o funcionamento do sistema. É importante ressaltar que o elemento principal é o filtro pelo qual a água passará antes de ser lançada ao reservatório.

- A última etapa é a instalação dos componentes hidráulicos e elétricos, onde este último só ocorre caso haja necessidade do uso de bombas. Em sistemas que tem sua utilização interna e externa, outros componentes como calhas para captar a água do telhado, filtros, reservatório e bomba, além de frio d'água para reduzir o turbilhamento, filtro flutuante e multisifão também são instalados.

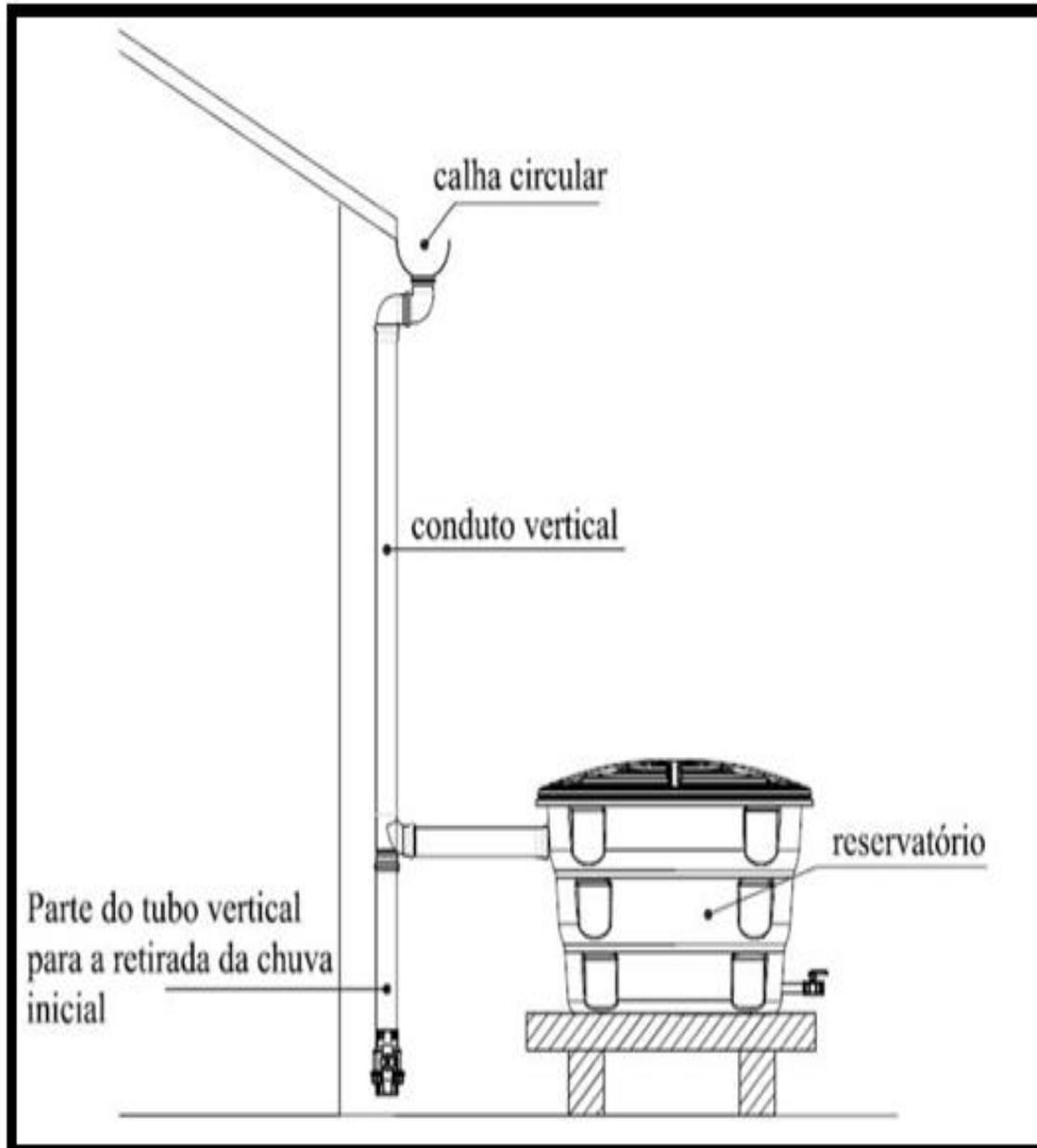
Devido à poluição urbana, a água pluvial utilizada nas edificações deve ser descartada por um período de cinco minutos a fim de eliminar as sujeiras que ficam depositadas no telhado e acaba indo para o interior do reservatório, caso este não possua filtro. (OLIVEIRA, 2005).

#### 4.7 Sistemas de captação da água da chuva

Um sistema de coleta e aproveitamento de água de pluvial de maneira geral consiste na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é levada até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável (TOMAZ, 2003).

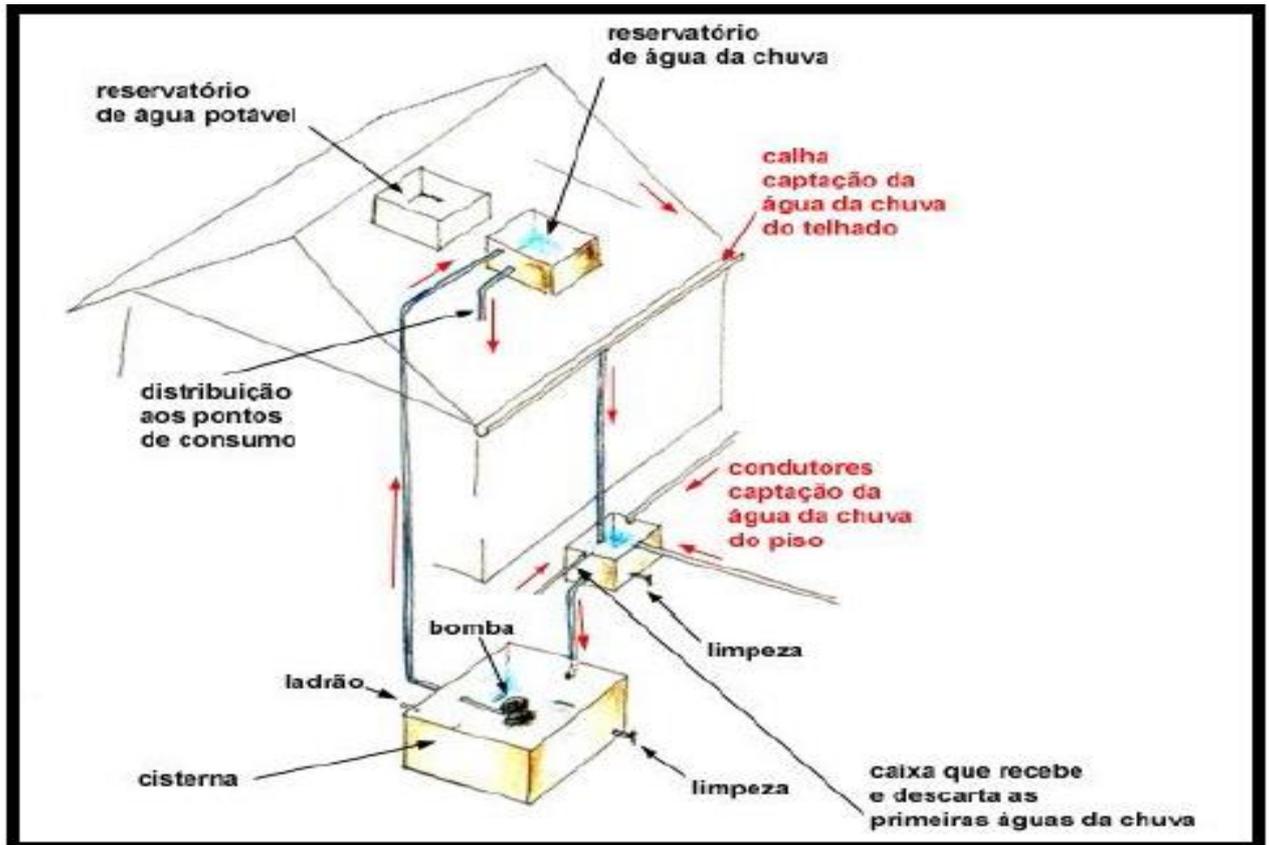
De acordo com Jabur, Benetti e Siliprandi (2011) um sistema de baixo custo utilizado para captação da água pluvial pode ser observado na FIG. 4, onde se percebe que a captação é feita por meio de calhas que conduzem a água até um reservatório disposto acima do nível do solo por meio de um condutor vertical.

Figura 7- Sistema de captação de água pluvial simples



Fonte: Jabur; Benetti; Siliprandi (2011).

Figura 8- Sistema de captação de água pluvial



Fonte : Silva (2014)

Podem ocorrer no reservatório a formação de algas, para isso, é recomendável a utilização de cloradores como os utilizados em piscinas, mesmo que a água não seja utilizada para fins potáveis. (JABUR; BENETTI; SILIPRANDI, 2011).

Segundo Lee et al. (2000) o sistema de coleta de chuva na superfície de telhados é considerado mais simples e, na maioria das vezes, produz uma água de melhor qualidade se comparado aos sistemas que coletam água de superfícies no solo.

Os materiais dos telhados utilizados para coleta da água da chuva podem variar: telha cerâmica, de fibrocimento, de zinco, de aço galvanizado, de plástico, de vidro, de acrílico, ou mesmo, de concreto armado ou manta asfáltica. Os revestimentos de menor absorção de água, ou seja, as telhas com um escoamento de superfície maior minimizam as perdas, já que nem toda água precipitada é coletada, tendo, portanto, maior eficiência. A captação em telhados também possibilita, na maioria dos casos que a água atinja o reservatório de armazenamento por gravidade, o que facilita o projeto (HAGEMANN, 2009).

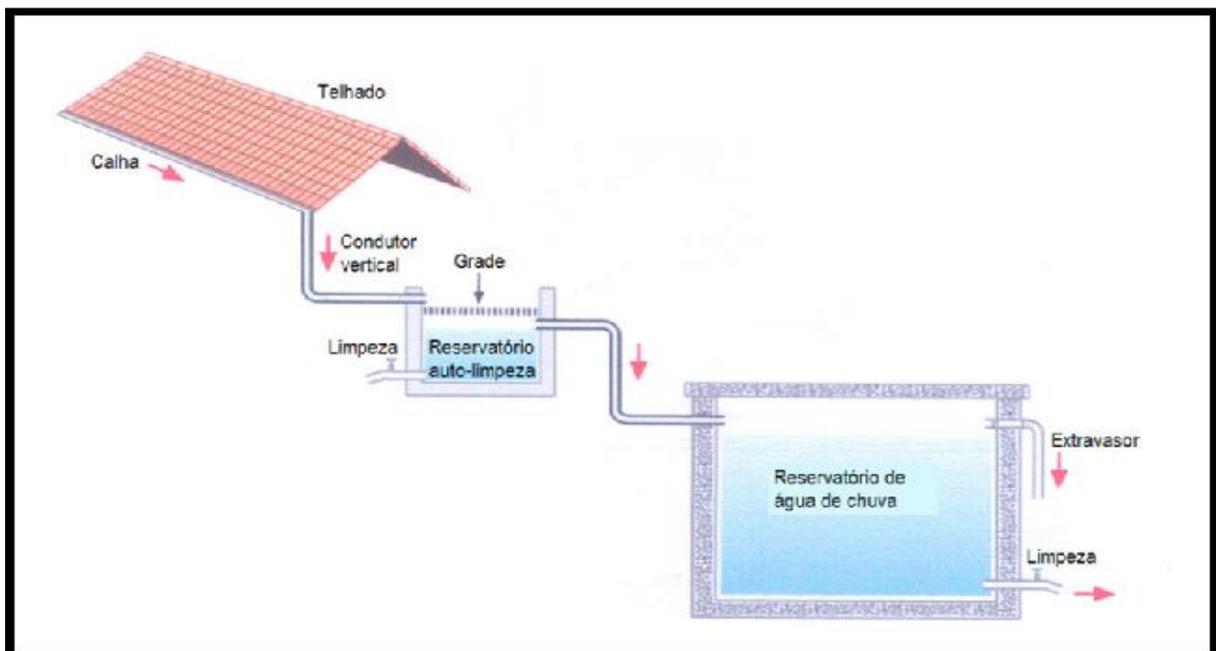
Figura 9 - Sistema de Coleta e Armazenagem de água Pluvial.



Fonte: Silva (2014)

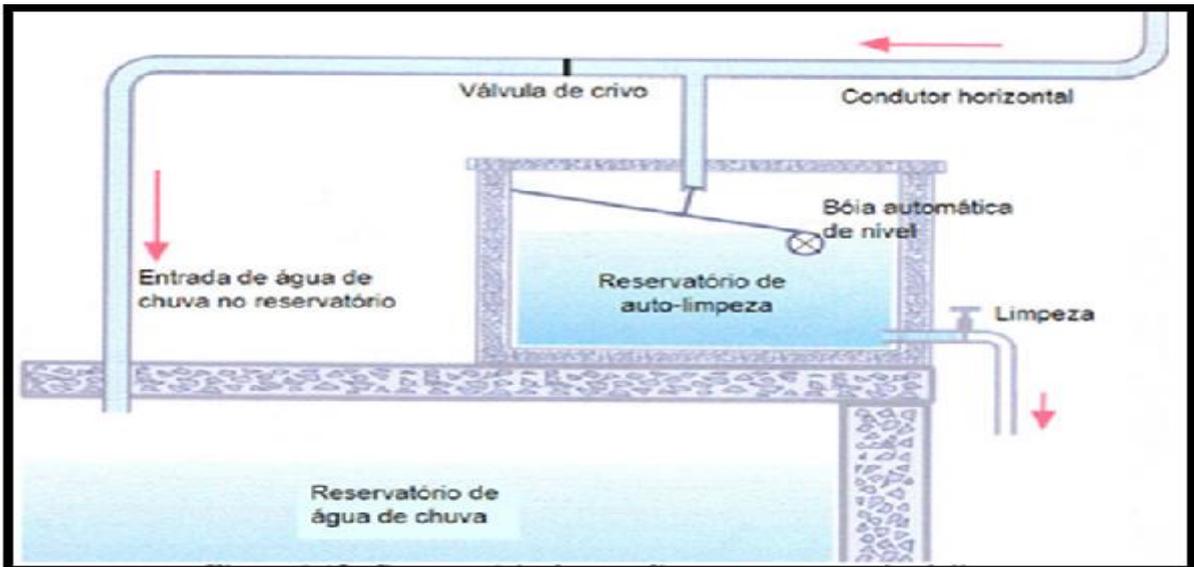
Alguns cuidados que devem ser tomados com a área de captação, como a limpeza frequente e a remoção de materiais que possam ficar depositados sobre o telhado tais como poeira, folhas, galhos e fezes de animais, tem o intuito de minimizar a contaminação e manter a qualidade da água coletada (UNEP, 2002).

Figura 10 - Sistema de Coleta de água Pluvial



Fonte: REVISTA SANEAS (2009)

Figura 11- Reservatório Auto Limpante Com Torneira de Boia.



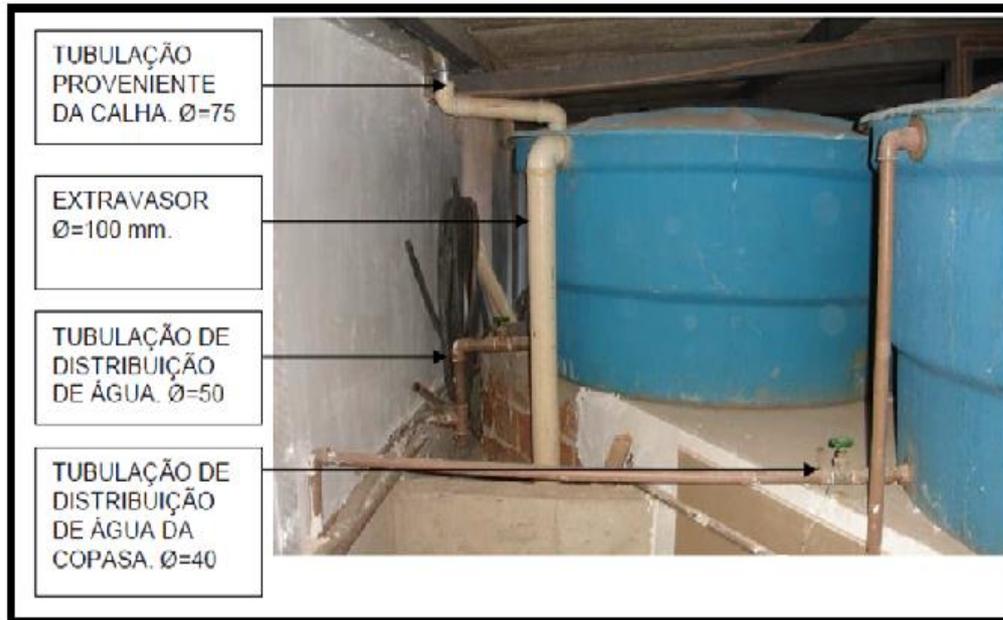
Fonte: Silva (2014)

Figura 12- Ralos instalados na laje para separação das sujeiras mais grossas; captação da água através de ralos e calhas nas lajes.



Fonte: SILVEIRA, 2008

Figura 13- Posicionamento da tubulação em reservatório superior

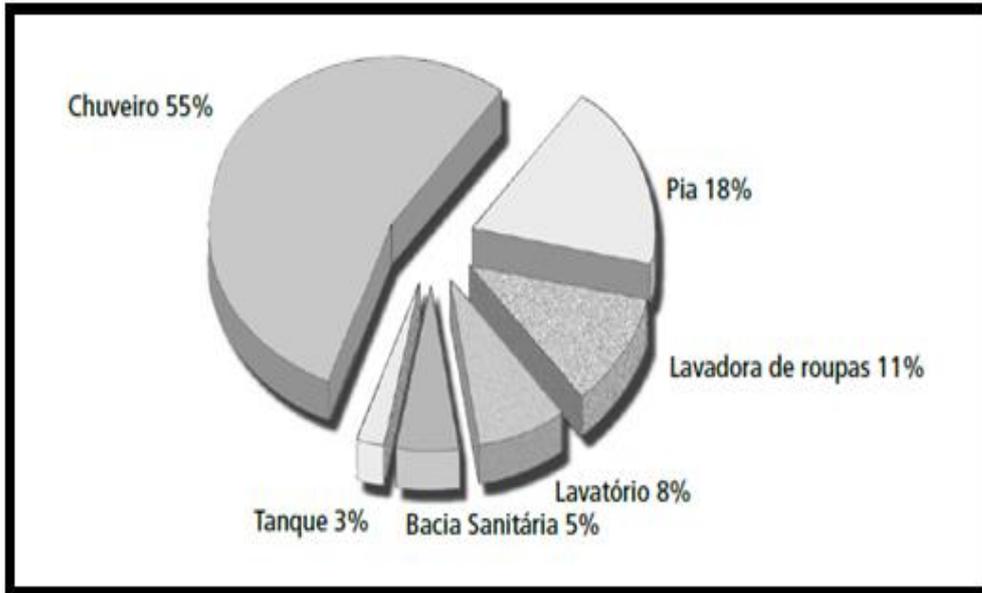


Fonte: SILVEIRA, 2008

#### 4.8 Reúso da água em edificações residenciais

Para que a implementação de sistema de reúso da água seja eficiente e ampliem seu uso em edificações residenciais é necessário inicialmente se ter conhecimento acerca do consumo estimado de água por uma família. A FIG. 5 ilustra o destino da água em uma residência destacando os locais ou eletrodomésticos onde mais se consome.

Figura 14- Distribuição do consumo de água em residência unifamiliar

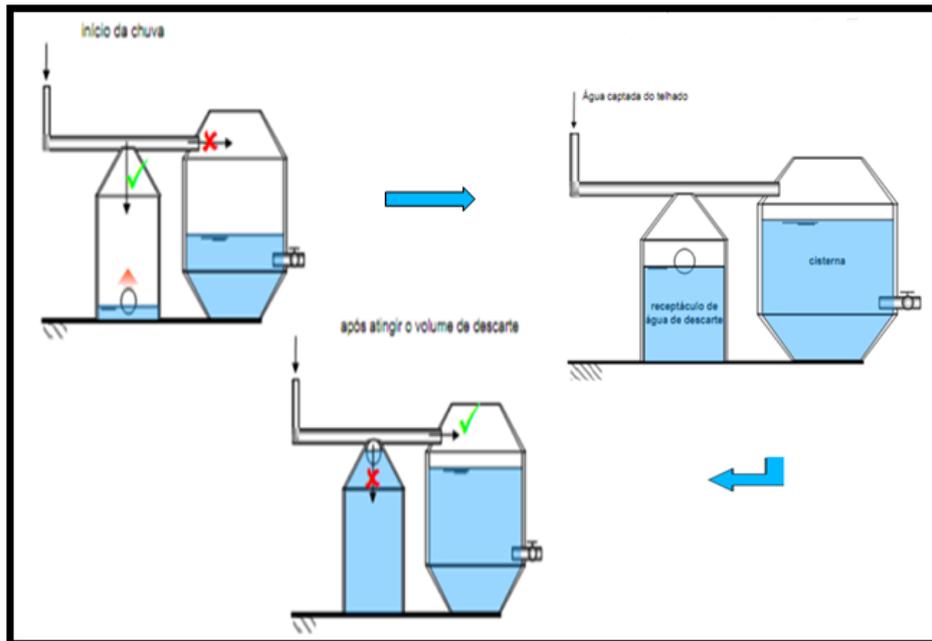


Fonte: Jabur, Benetti e Siliprandi (2011)

Para reduzir o consumo é necessário que os indivíduos criem uma consciência a respeito do consumo racional da água e para isso, são necessárias também medidas que possibilitem o reaproveitamento ou reuso da água para outros fins que não sejam potáveis. (ANA, 2005)

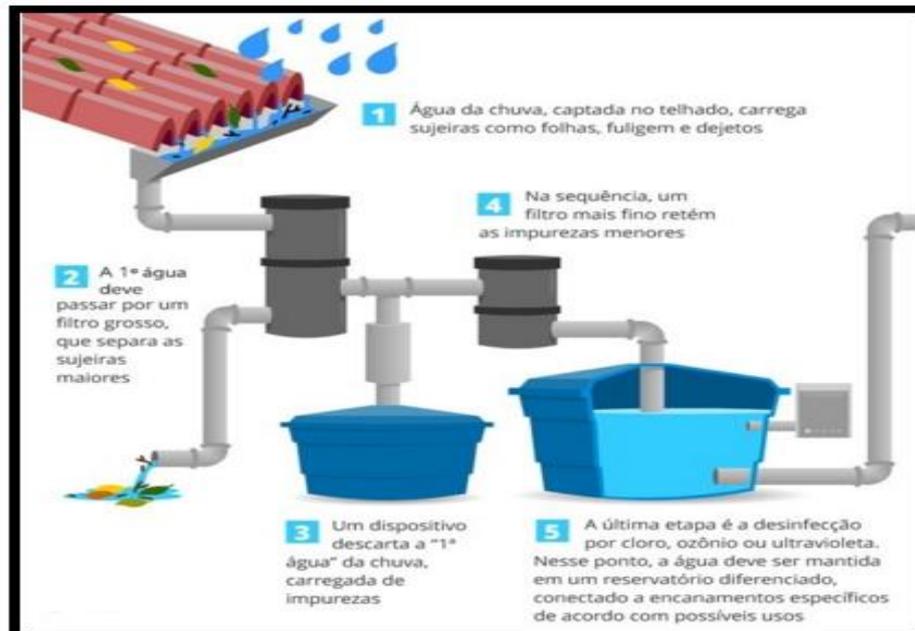
Neste contexto, as edificações podem lançar mão de estratégias que permitam armazenar água das chuvas e posteriormente utilizá-las em atividades como a lavagem de quintais e calçadas, regar jardins, ou outros usos diversos que necessitem de pouco investimento para promover um tratamento mínimo para sua reutilização. (LOULY, 2008).

Figura 15 – Esquema captação



Fonte: SILVA (2014)

Figura 16- Captação de chuva



Fonte : UOL (2015)

## **5 METODOLOGIA**

### **5.1 Tipos de pesquisa**

Trata-se de uma metodologia descritiva, embasada em uma pesquisa bibliográfica pautada em um estudo de caso.

De acordo com Vergara (2000, p.118), o estudo descritivo possibilita o desenvolvimento de um nível de análise em que se permite identificar as diferentes formas dos fenômenos, sua ordenação e classificação.

Para Gil (2009), o levantamento e seleção de uma bibliografia concernente é um pré-requisito indispensável para a construção e demonstração das características de um objeto de estudo. A busca do conhecimento por meio da bibliografia pertinente permite ao pesquisador maior clareza na formulação do problema de pesquisa, enriquecendo, também, o seu embasamento teórico.

### **5.2 Locais do estudo**

O estudo foi realizado em uma edificação residencial localizada no município de Formiga – MG.

### **5.3 Coletas de dados**

Para a coleta de dados foram realizadas observações na edificação para identificar o tipo de sistema que foi instalado para reuso da água pluvial e quais serão seus usos.

### **5.4 Análises dos dados**

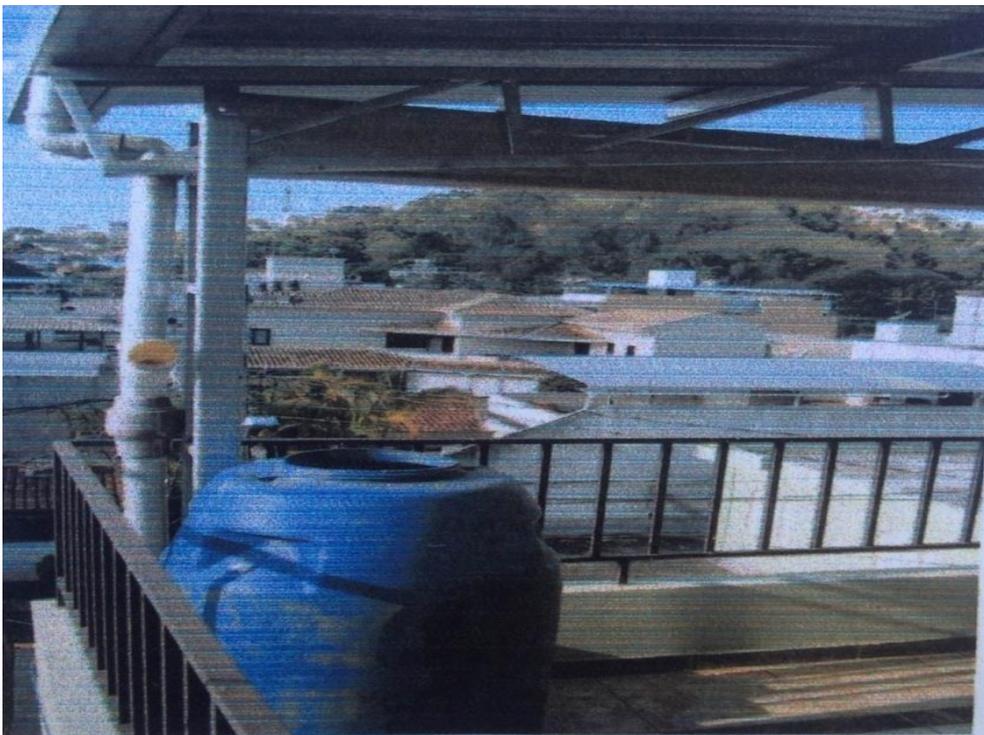
Os dados foram analisados tendo como embasamento o referencial teórico adotado para este estudo, o que permitirá analisar e descrever as características do sistema de reuso implantado na edificação e realizar uma análise feita através de observação sobre o mesmo, na residência estudada.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

É uma residência de 356m<sup>2</sup>, sendo 178 m<sup>2</sup> de área de cobertura; Onde moram 2 adultos e 1 criança. Há na residência uma piscina com capacidade para 38000 litros que é abastecida com água pluvial proveniente dessa coleta; o chuveirão da área da piscina também utiliza água do reservatório da coleta. O reservatório também supre a lavação da área da piscina, do espaço gourmet, da garagem para 2 carros e a irrigação dos jardins da área da piscina e da frente da casa.

Para a captação da água pluvial da cobertura foram utilizadas calhas que coletam a água das chuvas, como pode ser observado na FIG. 9, a água coletada desce por uma tubulação de 100 mm e é levada para um reservatório subterrâneo com capacidade para 3000 litros, assim que esse reservatório é preenchido, o excesso é escoado para a rua através de uma tubulação de 150 mm (FIG. 6, 7 e 8).

Figura 17 - Vista do reservatório externo



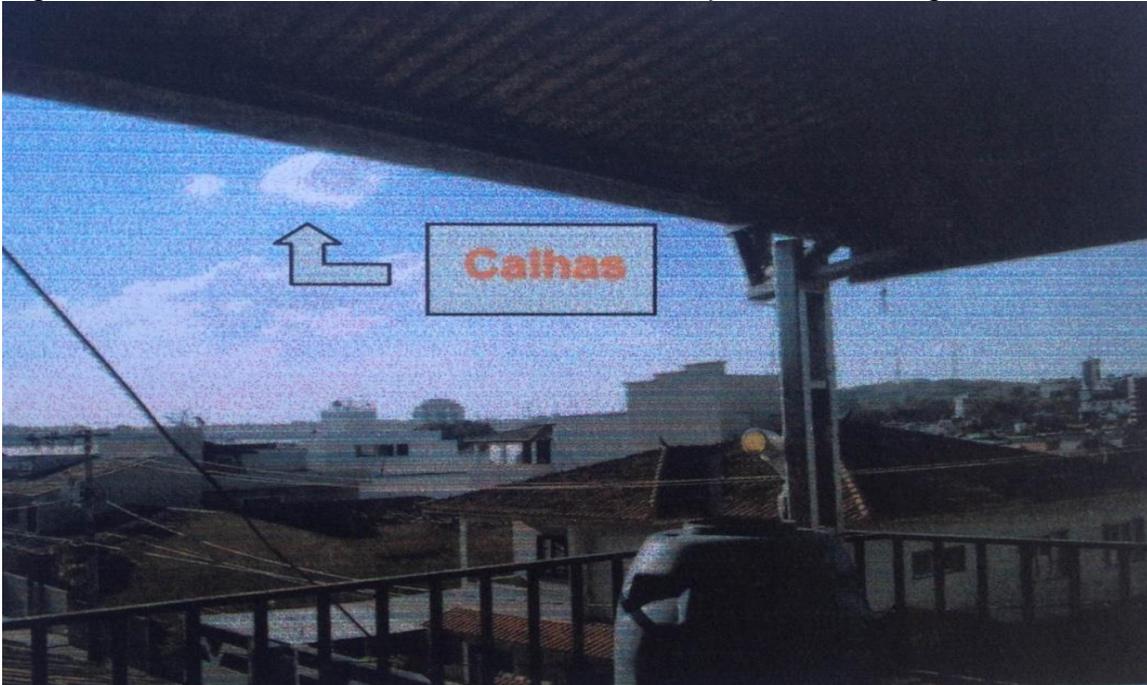
Fonte: Acervo da autora (2015).

Figura 18- Reservatório subterrâneo para armazenagem de água pluvial



Fonte: Acervo da autora (2015).

Figura 19- Calhas metálicas abaixo da estrutura que coletam a água das chuvas



Fonte: Acervo da autora (2015).

De acordo com VALLE (1981), supondo que perdendo 10% da chuva nesta água inicial que não se coleta, e também na evaporação e na água que transborda do reservatório quando a chuva é intensa, a quantidade de chuva coletada em litros será igual, à superfície da cobertura multiplicada pela pluviosidade média e por 0,9,

ou seja, 90% da água coletada. Lembrando que se entende por 'superfície' a área de cobertura, que neste estudo, a residência tem 178 m<sup>2</sup>. A precipitação média anual no município de Formiga é de 1272 mm. Deste modo usamos o seguinte cálculo de quantidade de água pluvial a ser coletada:

178 m<sup>2</sup> = área de cobertura da residência

0,9 = 90% da água coletada

2/3 = este valor deve representar a média dos três anos consecutivos de menos chuva, de forma que não se sobrestime a quantidade de água que se pode coletar. Em casos onde estas informações não estejam disponíveis, utiliza-se nos cálculos 2/3 das precipitações médias anuais.

Chuva média anual: 1272 mm

1272 mm × 2 ÷ 3 = 848mm

2/3 das chuvas médias anuais: 848 mm

Chuva coletada: 848 x 178 x 0,9 = 135.850 Litros/ano.

135.850 ÷ (12×30) = 377 Litros/dia

O resultado sugere que o aproveitamento da água pluvial na residência estudada representa uma economia no gasto total da água potável e promove um reaproveitamento sustentável de um tipo de água que seria desperdiçada por não apresentar uso caso não sejam implantados sistemas de captação.

Figura 20- Coeficiente de Runoff

<b>MATERIAL</b>	<b>COEFICIENTE DE RUNOFF</b>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico, pvc	0,9 a 0,95

Fonte: Fernandes (2009)

A ABNT NBR 15527:2007, determina o cálculo para o dimensionamento do reservatório, que segue logo abaixo.

O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de captação}$$

**Onde:**

**V-** é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

**P-** é a precipitação média anual, mensal ou diária;

**A-** é a área de coleta;

**C-** é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

**$\eta$  fator de captação-** é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado, levando em conta o descarte do *first flush*. WEIERBACHER (2008)

A eficiência do *first flush* ou do descarte de filtros e telas variam de 0,50 a 0,90. Um valor prático quando não se têm dados é adotar:  $C \times \eta = 0,80$  Conforme o cálculo apresentado podemos então encontrar o volume necessário do reservatório de água de chuva do projeto proposto, substituindo na formula os seguintes dados já obtidos. REVISTA SANEAS (2009).

Conforme SANTOS.; PEREIRA (2013), a precipitação pluviométrica (mm) média anual em Formiga – MG : 1272 mm conforme o calculo , será de :

$$\sum P = 1272 \text{ mm}$$

$$\sum P \div 12 = 106 \text{ mm / mês}$$

$$P = P \text{ médio} \div 30$$

$$P = 106 \div 30 = 3,53 \text{ mm / dia}$$

$$P = 3,53 \div 1000 = 0,00353 \text{ m / dia}$$

A - área do telhado é 178 m<sup>2</sup>

C - é 0,90 para telhas ecológicas (conforme tabela)

$\eta = 0,90$  - pois descartamos inicialmente 10% da água que previmos captar.

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de captação}$$

$$V = 0,00353 \times 178 \times 0,90 \times 0,90$$

$$V = 0,51 \text{ m}^3 = 508,96 \text{ L}$$

Adotaremos reservatório de 1000 L

Cálculo do reservatório de descarte: O reservatório de descarte das primeiras chuvas deve ter capacidade para armazenar entre 0,8 a 1,5mm de chuva por m<sup>2</sup> de área de captação

V = volume de água de descarte dos primeiros milímetros de chuva

A = área do telhado

$$V = A \times 0,0015m$$

$$V = 178 \text{ m}^2 \times 0,0015 \text{ m}$$

$$V = 0,267\text{m}^3 \times 1000 \text{ m}$$

$$V = 267 \text{ litros}$$

Então adotaremos um reservatório de descarte com capacidade para 310 litros de água.

Após ser coletada pelas calhas, a água da chuva é conduzida através de tubulação vertical de PVC com diâmetro de 100 mm para o reservatório inferior. Para a instalação, o condutor de água foi interceptado com um registro, com o objetivo de conduzir a primeira água coletada pela calha para o descarte de escoamento inicial. O reservatório superior é responsável por distribuir a água para as diversas atividades realizada na edificação, como descargas, jardins, lavagem de garagens, passeios e carros. É importante ressaltar que o reservatório não possui alimentação da rede pública e por este motivo é necessária a existência de caixa d'água para complementar as demais atividades realizadas na residência. SANTOS.; PEREIRA (2013)

É importante destacar que o armazenamento da água da chuva traz benefícios diretos e indiretos, uma vez que contribui para a redução nos níveis de enchente, pois com o crescimento urbano, as vasões das bacias hidrográficas são maximizadas. Além disso, ocorre uma economia no consumo de água e consequente redução do desperdício.

Assim, verifica-se que através dos resultados quantitativos e qualitativos obtidos o reúso da água da chuva em edificações contribui para a preservação dos mananciais de abastecimento de água e consequentemente para a sustentabilidade dos recursos hídricos. SANTOS.; PEREIRA (2013)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão do reaproveitamento de águas pluviais tem sido considerada uma forma de contribuir para a sustentabilidade ambiental, visto que o desperdício de água potável é grandioso no Brasil onde, apesar de possuir um potencial pluviométrico grande e as maiores bacias hidrográficas do mundo, possui uma irregularidade imensa em relação à distribuição dessa água entre as suas regiões.

Dentro deste contexto, a utilização de recursos que possibilitem o aproveitamento de água para fins não potáveis, como o realizado na residência foco deste estudo demonstra o potencial de redução nos gastos no consumo de água gerando uma relação de custo-benefício positiva.

Assim, a água pluvial retida é utilizada para lavagem de áreas externas, calçadas e manutenção do entorno da piscina, faz com que o investimento feito na implantação de um sistema de reuso de águas pluviais seja viável, pois o custo inicialmente empregado pode ser amortizado em alguns anos.

Comprovou-se, portanto, que as vantagens do reaproveitamento das águas das chuvas são de alcance social e os benefícios gerados por meio da coleta da água da chuva são reais. Desta maneira é imprescindível que sejam criadas normas para este aproveitamento assim como a elaboração de políticas que incentivem os usuários a instalarem em suas residências estes sistemas.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Blucher, 2011.

ANA – **Agência Nacional de Água. Conservação e reuso da água em edificações. Ministério do Meio Ambiente**. Brasil. 2005. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/>. Acesso em: 23 mai. 2015.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. Dissertação. 2005. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2005.

**AQUASAVE**. Economia de Água. 2010. Disponível em: <http://www.aquasave.com.br/>. Acesso em: 2 out. 2015.

CATUSIANO NETO, R. **Ocorrência de oocistos de Cryptosporidium spp. E cistos de Giardia spp. em diferentes pontos do processo de tratamento de água, em Campinas, São Paulo, Brasil**. 2004, 99f. Dissertação á obtenção (Mestre em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia Campinas, São Paulo, 2004.

CIOCCHI, Luiz. **Para utilizar água de chuva em edificações**. Técnica, Ed. Pini, nº 72, p. 58-60, mar.2003.

CORDEIRO, R. B.; ROBLES JÚNIOR, A. **Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável**. 2009.

CUNHA, V. D. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reuso urbano**. Dissertação. 2008. USP. São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-02022009-182058/pt-br.php>. Acesso em: 20 mai. 2015.

Disponível em: <http://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/noticias/redacao/2015/03/02/instituto-determina-requisitos-minimos-para-construcao-e-uso-de-cisterna.htm> Acesso em 25/11/2015

SANTOS.A.F.D;PEREIRA.S.C.N.**PROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM TECNOLOGIA DE SUSTENTABILIDADE DAS PRINCIPAIS INSTALAÇÕES. VOL. L**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Belém, 2013

FERREIRA, L. **Reuso Da Água Pluvial**. Trabalho acadêmico. Universidade Católica de Goiás. 2007

GARRIDO, L.E.M. **Cryptosporidiumparvum: patógeno emergente de veiculação**

**hídrica: desafios metodológicos de detecção ambiental.** 2003,97f. Dissertação vistas à obtenção (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz-Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2003.

GIANSANTI, R.O **desafio do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Atual, 1998.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2009.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso.** 2009. 141p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2009.

JABUR, A. S.; BENETTI, H. P; SILIPRANDI, E. M. Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis.VII **CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO.** 2011. Disponível em: [http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Lib/Image/art\\_2035047764\\_T11\\_0353\\_2014.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Lib/Image/art_2035047764_T11_0353_2014.pdf). Acesso em: 22 maio. 2015.

LEE, K. T. et al. **Probabilistic design of storage capacity for rainwater cisterna systems.**J. agric. Engng Res, v. 3, n. 77, p. 343-348, 2000.

LOULY, A. A. **Reuso de águas pluviais em ambientes domésticos e a diminuição de impactos ambientais.** Monografia. 2008. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás. Goiânia. 2008.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água.** São Paulo: Manole, 2003.

MIELI, João Carlos de Almeida. **Reuso da Água Domiciliar.** Niterói, abr.2001.

NOSÉ, D. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas em condomínios residenciais.** Monografia. 2008. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2008.

OLIVEIRA, P.V. **Ocorrência de cistos de Giardia spp. e oocistos de Cryptosporidium spp. no rio Atibaia, Bacia do Rio Piracicaba, Campinas, São Paulo, Brasil.** 2005, 87f. dissertação a obtenção ( Mestre em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, , Instituto de Biologia Campinas, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, S. M de. **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em palhoça.** Trabalho de conclusão do curso de graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

PHILIPPI Jr, A. (Ed). **Saneamento, Saúde e Ambiente.** Barueri, São Paulo: Manole; 2005.

**PROJETO DE ÁGUA DE USOS DIVERSOS.** Programa de Águas de Usos Diversos. Plano de Gestão Integrada da Qualidade Ambiental no Distrito Federal. Subsecretaria de Saúde Ambiental SUSAM. Brasília – DF. 2012. Disponível em: <http://www.semarh.df.gov.br/qualiar/Pdf/REVISTA-REUSO-AGUAS.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2015.

REBOUÇAS, A. do C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. **Águas Doces do Brasil.** Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3. Ed. São Paulo: Editora Escrituras. 2006.

**REVISTA SANEAS.** São Paulo. Ano X - Nº 33 - Abril / Maio / Junho 2009 x. <http://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas33.pdf>. Acesso em: 30 novembro 2015.

SILVEIRA, B. Q. **“Reuso da água pluvial em edificações residenciais”.** Monografia. 2008. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

SILVA, R. F. D. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE COLETA COM COBERTURA VERDE: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DRENADA E POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL.** Rio de Janeiro, 2014

THOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** Navegar Editora, 180p. São Paulo, 2003.

VALLE, Brenda e Robert . La Casa Auto Suficiente. Capítulo 9: Recogida del agua de lluvia. (1 ed.) Espanha: H. Blume Ediciones. 1981, p. 57-59.

VASCONCELOS, L. F.; FERREIRA, O. M. Captação de água de chuva para uso domiciliar: Estudo de caso. Universidade Católica de Goiás. 2006. Disponível em: <http://www.inovemaispr.com.br/desafios/Utilizacao-da-Agua/ArquivoApoio/c6803971-2624-4ecb-97c8-37822e1708d4capta%C3%A7%C3%A3o%20da%20%C3%A1gua%20da%20chuva%20para%20uso%20domiciliar.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2015.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2000.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Rainwater Harvesting and Utilisation.** (2002). Disponível em: <<http://www.unep.or.jp/letc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp>>. Acesso em: 2 out. 2015.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- UFMG. 2. ed, 1996. 243p.

WEIERBACHER.L. **ESTUDO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA INDÚSTRIA MOVELEIRA BENTO MÓVEIS DE ALVORADA – RS.** Canoas, 2008