

## INTRODUÇÃO

A água é um importante fator de produção para diversas atividades, sendo essencial para que haja desenvolvimento econômico e tecnológico.

Cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume são de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% são de água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontram-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera (UNIÁGUA, 2006).

O aproveitamento de água pluvial para consumo potável em residências é um sistema utilizado há anos em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão (COOMBES et al., 2000; HERRMANN; SCHMIDA, 2000; ZAIZEN et al., 2000; GELT, 2009). Estudos realizados nas residências desses países indicam que a economia de água é usualmente superior a 30%, dependendo de diversos fatores como: a demanda, área de telhado e precipitação.

O Brasil, embora possua um grande potencial hídrico (11% da água no mundo), não possui programa governamental para promover o aproveitamento da água pluvial em residências. Ademais, a abundância de água que o Brasil ainda possui e a pequena valorização econômica (a água é considerada um bem de uso comum do povo) incentivam a cultura do desperdício (BRASIL, 1988; VIOLA, 2008).

Diante deste cenário, é preciso conscientizar as pessoas que o uso sustentável da água é uma das bases para o desenvolvimento humano. A preservação dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade é de suma importância hoje e também para as futuras gerações.

O aproveitamento dessa água precipitada nas residências do meio urbano tem uma função muito mais importante que imaginamos, nos tempos em que estamos vivendo, a utilização desta água vai muito além da economia e da contenção de águas nas vias pública: é um gesto simbiótico com a natureza, pois ainda que proporcione uma diminuição, no uso de água potável, o aproveitamento de água pluvial em residências pode reduzir as despesas com água potável e

contribuir para a diminuição do pico de inundações, quando aplicada em uma escala de proporções significativas.

A água de chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis no setor residencial, industrial e agrícola. No setor residencial, pode-se utilizar água de chuva em descargas de vasos sanitários, lavagem de roupas, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e irrigação de jardins. Já no setor industrial, pode ser utilizada para resfriamento evaporativo, climatização interna, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, lava jatos de veículos e limpeza industrial, entre outros. Na agricultura, vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações (MAY; PRADO, 2004).

Diante disso o referido estudo é composto por três capítulos.

O primeiro Capítulo refere-se à fundamentação teórica que nos deu suporte para compreendermos o nosso estudo, o qual se destaca uma breve revisão bibliográfica sobre disponibilidade de água no Brasil e em especial em Manaus, a questão do uso racional de água, entre outros assuntos pertinentes a este estudo, assim como, um sistema de aproveitamento de águas pluviais, citando técnicas mais comuns para coleta de águas de chuvas e áreas de captação, assim como descreve os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, ressaltando as áreas de captação, armazenamento de águas de chuvas e as técnicas mais comuns.

No Capítulo dois apresentam-se os Materiais e Métodos utilizados para o desenvolvimento do estudo do processo, seguindo informações como as da Organização das Nações Unidas que nos diz que cada pessoa necessita de 3,3m<sup>3</sup>/ pessoa/ mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene). Porém, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia.

Ressaltando-se também informações como as da SABESP (Compania de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) onde nos apresenta valores ainda mais importantes como o consumo de água potável para fins não potáveis, ou seja, água tratada, água de boa qualidade usada para lavar pátios e regar plantas, valores que chegam a assustar se formos levar a minúcia.

Ainda nesse capítulo serão apresentados métodos de cálculo baseados na NBR – 15527/2007 como os Métodos Práticos de Azevedo Neto e o Método Prático Inglês além do dimensionamento baseado no coeficiente de Runoff que varia de acordo com o material utilizado na cobertura.

Neste, será apresentado também cuidados de manutenção quanto ao armazenamento da água da chuva, frequência de manutenção, identificação das tubulações, separação das tubulações de água tratada das águas da chuva levando-se em conta que não podem ser misturadas, pois as águas precipitadas não são armazenadas para posterior utilização para fins potáveis.

No Capítulo três será apresentado um estudo de caso realizado em uma residência com três moradores, situada à Zona Norte de Manaus e tem por objetivo analisar se a captação das águas das chuvas e seu armazenamento para uma posterior utilização para fins não potáveis, irá satisfazer a necessidade da residência, ajudando na redução do desperdício e consecutivamente no valor da fatura junto a Concessionária Manaus Ambiental, fornecedora de água potável encanada, uma vez que ao se reduzir o consumo de água potável para estes fins obviamente o consumo de água de boa qualidade será destinado para hidratação, fazer comida, escovar os dentes, dentre outros serviços que necessitem dessa água tratada.

Baseado em dados de Estudos Técnicos, Normas Brasileiras e Questionário desenvolvido exclusivamente para este Trabalho, conseguiu-se assim adquirir valores de consumo da residência e a partir desses dados pôde-se dimensionar o volume de água de chuva que precipita em cada metro quadrado da cobertura da residência assim como a quantidade de água que poderá ser armazenada na cisterna, a qual depende do volume de precipitação da área da coberta do coeficiente de Runoff e do fator de descarte.

A pesquisa nos revela que o aproveitamento das águas provindas das chuvas para fins que não sejam necessário a utilização de água potável, beneficia não somente a família que se favorece desse sistema simples ajudando na economia de gastos desnecessários com o consumo de água potável de forma inadequada, uma vez que reduziria o desperdício de água potável, mas também o meio ambiente já que hoje em dia sofre com o crescimento absurdo de áreas impermeáveis devido ao grande número de construções e, com essa área impermeável vem o grave problema das enchentes que assola as grandes cidades e, como grande cidade que Manaus é, não fica de fora desse problema.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Propor um estudo sobre captação de água de chuva em uma residência, de forma que possa ser aproveitado ao máximo o volume de água precipitada nos telhados ou coberturas dessa residência de um modo que faça valer a redução do uso de água potável para fins secundários como: irrigação de jardins, lavagem de roupas e descarga em vasos sanitários.

### **Objetivos Específicos**

Visando atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos são requeridos, entre eles:

- Estimar o volume de uso final da água para fins potáveis ou não, baseados em estudos científicos;
- Apresentar modelos de captação das águas pluviais que aproveitem ao máximo o volume de água precipitada;
- Estimar a redução do volume de água potável comparando com o volume de água pluvial utilizado para fins secundários.

## **CAPÍTULO 01 – DESVENDANDO OS RECURSOS HÍDRICOS**

### **1.1 Um breve histórico sobre os recursos hídricos**

Estudo divulgado pela ONU revela que mais de 2,5 bilhões (40%) da população mundial, não têm acesso a saneamento básico e destes, cerca de 01 bilhão de pessoas são crianças, que são especialmente vulneráveis a doenças causadas por água de má qualidade.

Como consequência desta realidade, a cada 20 segundos morre uma criança no mundo por falta de saneamento básico, ou seja, morrem 1,5 milhão de crianças por ano devido à falta de água potável.

A preservação dos mananciais, a proteção das nascentes, o tratamento do esgoto e a racionalização do uso da água potável disponível hoje, pode garantir o futuro das próximas gerações.

A escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. De acordo com os números apresentados pela ONU - Organização das Nações Unidas - fica claro que controlar o uso da água significa deter poder. Até o ano 2000, relatórios do Banco Mundial apontavam que seria necessário investir US\$ 800 bilhões em tratamento e abastecimento de água para minimizar as desigualdades sociais e enfrentar a situação de falta de saneamento básico, como uma importante ferramenta de saúde pública.

Segundo Martin Gambril, representante do Banco Mundial o valor econômico da água é fator fundamental na busca do desenvolvimento sustentável.

A crescente demanda de água doce e a poluição fazem com que este recurso e sua disponibilidade se encontrem em níveis preocupantes. De acordo com a Organização das Nações Unidas, em 2005 1,1 bilhão de pessoas não dispunham de água potável segura para uso doméstico e 2,6 bilhões não tinham acesso a saneamento básico (WHO, UNICEF, 2005).

Além do aumento da população mundial há outro agravante com relação à demanda de água, o consumo por habitante vem crescendo ao longo dos anos. Segundo o IBGE (2004) o consumo de água no Brasil aumentou em 30% de 1989 a 2000, um crescimento superior à expansão da população. O volume distribuído passou de 200 para 260 litros diários por habitante.

A nossa sociedade de consumo é marcada pelo desperdício e pela idéia de que os recursos são infinitos, por isso ainda se vê pessoas varrendo a calçada com água, fazendo a barba e escovando os dentes com a torneira aberta, mas a conscientização ambiental tem introduzido idéias de conservação e reaproveitamento, que são essenciais para o desenvolvimento sustentável.

A preocupação com a disponibilidade de água só tende a aumentar conforme a oferta desta diminui. Cidades com problemas de água e grandes centros urbanos que dispõem de uma preocupação ambiental maior já tomam medidas para prevenir situações críticas no futuro.

Torna-se necessária a gestão dos recursos hídricos urbanos de maneira integrada e participativa para que se chegue a soluções sustentáveis e viáveis. E dentro da esfera da gestão dos recursos hídricos urbanos se encontra a gestão de águas pluviais em áreas urbanas que envolve tanto a disponibilidade hídrica, quanto o setor de drenagem urbana.

A gestão das águas pluviais compreende desde o monitoramento de chuvas e entendimento do ciclo hidrológico e do micro-clima locais, a previsão dessas, e correto destino das águas precipitadas, tentando adotar práticas que mitiguem os impactos da urbanização, assim como a garantia da disponibilidade das águas de chuva, ou seja, trata tanto da drenagem de forma sustentável, quanto do uso racional da água de chuva.

Assim, na gestão de recursos hídricos configura-se a discussão da oferta dos recursos relacionados ao ciclo hidrológico, sendo a discussão sobre o manejo das águas pluviais a principal questão, tanto quanto sua utilização propriamente dita, quanto à minimização dos impactos gerados pela ação antrópica, relacionada a eventos hidrológicos críticos (enchentes e seca).

Gonçalves (2006) afirma que novos conceitos para o gerenciamento de água de chuva, seja em áreas urbanas ou rurais, estão surgindo praticamente em todas as partes do mundo.

### **1.1.1 Recursos hídricos no Amazonas**

Apesar de o Brasil apresentar grande disponibilidade de recursos hídricos, estes não estão distribuídos uniformemente pelo país, havendo um grande desequilíbrio entre oferta de água e demanda.

Manaus é a maior cidade da Amazônia, posicionada à margem esquerda do rio Negro, na confluência deste com o rio Solimões e ocupa uma área de aproximadamente 500 km<sup>2</sup>. Todavia,

seu território municipal é de 11.408 km<sup>2</sup> e abriga uma população de quase dois milhões de habitantes. Apresenta uma fisiografia levemente ondulada, com altitudes que variam de 25 a 100 metros. As colinas são interrompidas por vales de fundo chato que atingem desníveis da ordem de 30 a 50 metros e cujo gradiente de suas encostas apresenta declividade média a forte. Abrange principalmente as bacias dos igarapés Quarenta/Educandos, Mindu/São Raimundo e parte da bacia do Tarumã. O clima é equatorial quente e úmido, segundo a classificação de Köppen, e a precipitação média da ordem de 2.300 mm/ano.

Em termos de recursos hídricos, a contribuição média da bacia hidrográfica do rio Amazonas, em território brasileiro, é da ordem de 132.145 m<sup>3</sup>/s (73,6% do total do País). Adicionalmente, a contribuição de territórios estrangeiros para as vazões da região hidrográfica é da ordem de 76.000 m<sup>3</sup>/s. As maiores demandas pelo uso da água na região ocorrem nas sub-bacias dos rios Tapajós, Madeira e Negro, e tem por finalidade o uso para abastecimento humano e “dessedentação” animal, representando respectivamente 33% e 32% da demanda total da região, que é de 78,8 m<sup>3</sup>/s. De um modo geral, os consumos estimados são pouco significativos quando comparados com a disponibilidade hídrica por sub-bacia.

## **1.2 Uso Final de Água para Fins Potáveis**

A água é utilizada em todos os segmentos da sociedade, e está presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. A demanda de água de cada um desses setores é distinta.

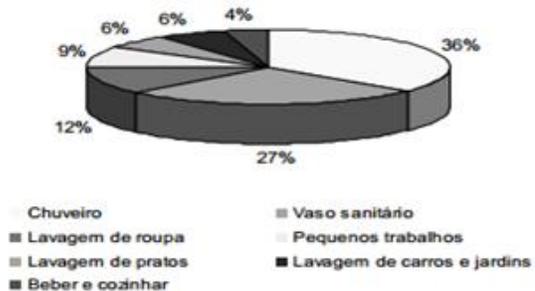
Em linhas gerais, a maior parte da água doce do mundo é consumida na agricultura, a qual é responsável pela utilização de, aproximadamente, 70% da mesma. O consumo doméstico está em segundo lugar com 23%; segundo Terpstra (1999), esse consumo tem aumentado durante a última década numa média de 4% por ano. A indústria apresenta um consumo de água de cerca de 7% (CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação, 2002). Em uma residência o consumo de água é influenciado por diversos fatores como o clima da região, a renda familiar, o número de habitantes, as características culturais da comunidade e a forma de gerenciamento do sistema de abastecimento, que englobam a micro medição e o valor da tarifa. Estima-se um consumo médio de água nas residências de 200 L/hab/dia, com grandes oscilações, que podem ir de 50 L/hab/dia a 600 L/hab/dia (TSUTIYA, 2005). Nas residências a realidade do desperdício

também se faz presente, a água é má utilizada e desperdiçada dentro das próprias casas, muitas vezes em virtude do desconhecimento, da falta de orientação e informação dos cidadãos.

Observa-se, portanto, que a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos, parte da água que abastece uma residência é utilizada para higiene pessoal, para beber e na preparação de alimentos, sendo estes usos designados como usos potáveis, e a outra parcela da mesma água que chega às residências é destinada aos usos não potáveis, como lavagem de roupas, carros e calçadas, irrigação de jardins e descarga de vasos sanitários. Estudos realizados mostram que dentro de uma residência os pontos de maior consumo de água são para dar descarga nos vasos sanitários, para a lavagem de roupas e para tomar banho.

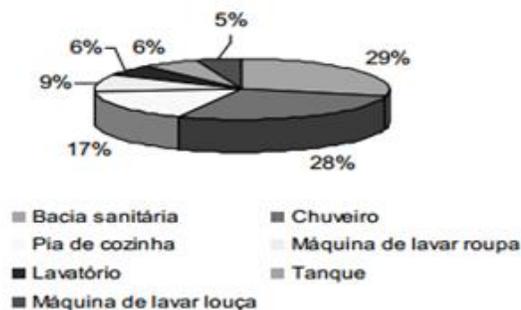
Em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. Desta forma, estabelecendo um modelo de abastecimento de rede dupla de água, sendo uma rede de água potável e outra de aproveitamento das águas das chuvas, a conservação da água, através da redução do consumo de água potável, seria garantida.

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos em vários países, a fim de identificar os usos finais de água, principalmente nos setores residencial e público.



**Figura 1** - Distribuição do consumo de água nas residências na Alemanha.

Fonte: The Rainwater Technology Handbook, 2001 apud Tomaz, 2003.



**Figura 2** - Distribuição do consumo de água nas residências em São Paulo.

Fonte: Uso racional da água - USP, 1995.

### 1.3 Importância do Aproveitamento de Água Pluvial

A necessidade da racionalização do uso da água potável leva a busca de sistemas alternativos para aproveitamento da água pluvial, que pode substituir a água potável em muitas ocasiões, onde a mesma não se faz necessário, como por exemplo, na lavagem de pisos e rega de jardim. As cisternas para captação e armazenamento da água das chuvas podem ser confeccionadas de maneira simples, sem muitos gastos, e podem reduzir significativamente o consumo da água potável nas residências, sendo um sistema que, além de correto ecologicamente, pode vir a se tornar também financeiramente atraente.

O aproveitamento da água pluvial tem uma função primordial nos tempos atuais, devido à poluição dos corpos d'água, torna-se difícil encontrar água de qualidade adequada para o consumo humano e parte desta é desperdiçada por usos inadequados.

O consumo de água potável tem aumentado proporcionalmente ao crescimento populacional do planeta.

Quanto maior o poder aquisitivo populacional, maior ocorre o consumo de água potável, com o uso de equipamentos como: máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louças, entre outros.

A água potável deveria ser utilizada para fins nobres, enquanto a água pluvial substituiria em função não tão nobre, como a lavagem de pisos, rega de jardim ou em uso para vasos sanitários. Deste modo, poder-se-ia manter a água de qualidade para beber, cozinhar e tomar banho.

Na Figura 02, apresenta-se a distribuição de precipitação ao longo do ano nas capitais dos quatro estados que compõem a Amazônia Ocidental. É possível observar que a distribuição de precipitação ao longo do ano apresenta forte sazonalidade. Essa é uma característica típica da precipitação na região Amazônica. Outro fator que vale a pena destacar é o elevado índice de precipitação anual. A média anual de precipitação na Amazônia Ocidental varia entre 1.400 a 2.600 mm/ano.

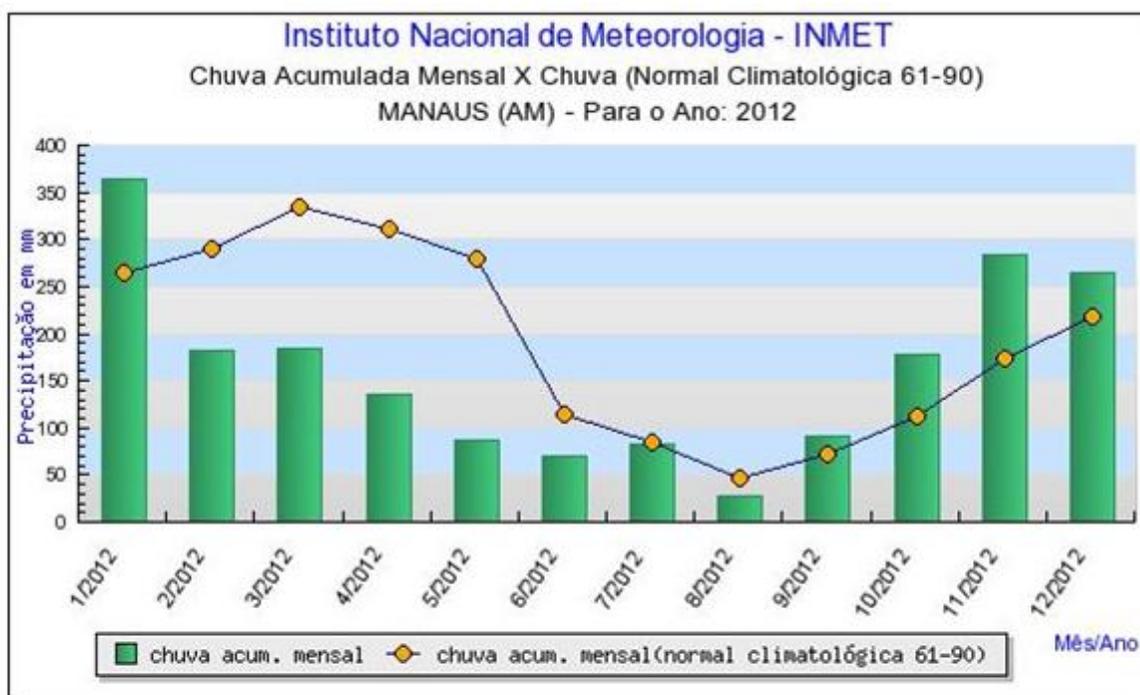


Figura 02  
 Fonte: INMET

Apesar dos elevados índices de precipitação, a disponibilidade hídrica na Amazônia Ocidental está diminuindo. O decréscimo registrado entre 1980 e 2007 foi de 43% (Tabela 01). As principais razões para a diminuição do potencial hídrico são: a degradação dos recursos hídricos, o aumento da população e a ineficiência dos sistemas de abastecimento de água.

**Redução da disponibilidade de água na Amazônia Ocidental e no Brasil, entre 1980 e 2007 (ANA, 2009; IBGE, 2007)**

Região	Disponibilidade de água		Redução da disponibilidade
	1980 (m <sup>3</sup> /hab. /ano)	2007 (m <sup>3</sup> /hab. /ano)	%
Acre	493245	234976	48
Amazonas	1237607	573568	46
Rondônia	272483	103181	38
Roraima	4037422	940047	23
Amazônia Ocidental	1030714	440734	43
Brasil	47142	31160	66

Tabela 01  
 Fonte: ANA, 2009; IBGE, 2007)

Atualmente, muitas cidades estão estabelecendo medidas que induzam a utilização de fontes alternativas para captação de água pluvial nas novas edificações. No estado do Paraná, o município de Curitiba foi, a localidade que iniciou o processo de utilização da água pluvial, com a formação do PURAE (Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações) em 2003 através da Lei nº 10.785, em 18/09/2003.

Segundo (Telles; Costa, 2007) o uso racional da água compreende no conjunto de ações que tem como objetivo reduzir o consumo de água potável sem prejuízo ao desenvolvimento das atividades produtivas, aumentando a eficiência deste recurso pela redução de desperdícios e reuso dos efluentes tratados. O uso racional da água está aliado com a redução do desperdício de água potável.

Diante deste cenário, é preciso conscientizar as pessoas que o uso sustentável da água é uma das bases para o desenvolvimento humano. A preservação dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade é de suma importância hoje e também para as futuras gerações.

Em Manaus foi criada Lei nº 1.192, em 31/12/2007, referente ao Programa de Tratamento de Uso Racional das Águas nas Edificações – PRO-AGUAS que tem como objetivo instituir medidas que induzam à preservação, tratamento e uso racional dos recursos hídricos nas edificações, inclusive com a utilização de fontes alternativas para captação de águas.

## **1.4 Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais**

### **1.4.1 Áreas de captação**

Um sistema de captação e utilização de água de chuva é composto de:

- Superfície de captação: Telhados, pátios e outras áreas impermeáveis podem ser utilizados como superfície de captação. Quanto maior for a área maior será o volume relacionado ao potencial de água de chuva possível de ser aproveitada. O material da qual é formada, influenciará na qualidade da água captada e nas perdas por evaporação e absorção. Os telhados são mais utilizados para captação devido a melhor qualidade da água que este fornece.
- Calhas e Tubulações: Utilizados para transportar a chuva coletada, podem ser encontrados em diversos materiais, porém os mais utilizados são em PVC e metálicos (alumínio e

aço galvanizado). Toda a tubulação que fizer parte desse sistema deve estar destacada com cor diferente e avisos de que essa conduz água de chuva evitando, assim, conexões cruzadas com a rede de água potável.

- **Tratamentos:** O tipo e a necessidade de tratamento das águas pluviais dependerão da qualidade da água coletada e do seu destino final. As concentrações de poluentes, galhos e outras impurezas nas águas pluviais são maiores nos primeiros milímetros da chuva, assim recomenda-se a não utilização destas primeiras águas que muitos estudiosos chamam de first flush. Diversos dispositivos já foram desenvolvidos e testados com o objetivo de eliminar estas primeiras águas.
- **Bombas e sistemas pressurizados:** Estes dispositivos são usados quando os pontos de utilização estão em cotas superiores a do nível de água no reservatório principal. Porém vale ressaltar que durante a concepção do sistema de aproveitamento de água pluvial deve-se buscar a utilização de reservatórios elevados e o encaminhamento da água coletada diretamente para este, quando possível evitando o bombeamento e aumentando assim a eficiência energética do sistema.
- **Reservatórios:** Estes podem ser enterrados, apoiados ou elevados. Diversos materiais podem ser utilizados na fabricação dos reservatórios, sendo, portanto, necessário avaliar em cada caso aspectos como: capacidade, estrutura necessária, viabilidade técnica, custo, disponibilidade local.

Nos casos em que a água da chuva for captada através da superfície de telhados, os mesmos devem ser projetados e construídos seguindo as normas técnicas e as especificações do fabricante de telhas. Os telhados para coleta da água da chuva podem ser de telha cerâmica, de fibrocimento, de zinco, de aço galvanizado, de plástico, de vidro, de acrílico, ou mesmo, de concreto armado ou manta asfáltica, sendo que o tipo de revestimento também interfere no sistema de aproveitamento da água da chuva, devendo-se ter preferência para os de menor absorção de água, ou seja, as telhas que tenham um coeficiente de escoamento superficial (C) maior, para minimizar as perdas, pois é sabido que nem toda água precipitada é coletada.

### **1.4.2 Armazenamento de águas de Chuvas**

A cisterna ou reservatório de armazenamento é o principal elemento de um projeto de aproveitamento de águas pluviais, esta pode variar em volume e material de que é feita, podendo ser construída em alvenaria ou adquirida no mercado em material pré-fabricado como plástico, fibra de vidro, etc. As cisternas em alvenaria devem seguir orientações de um projeto executivo, sejam as de alvenaria mista, sejam as de concreto armado, seu dimensionamento deve seguir as orientações do projeto de aproveitamento de águas pluviais e devem contemplar ainda as entradas e saídas para os tubos e uma escotilha de acesso para manutenção e limpeza. Já as cisternas pré-fabricadas devem além de possuir os pontos determinados para as conexões hidráulicas e acesso ao seu interior, permitir que sejam enterradas sem a necessidade de obras de contenção, pois estas agregam ao projeto, custos desnecessários, o material de que são fabricadas deve garantir a qualidade da água armazenada por longos períodos de tempo. Em geral uma cisterna adequada ao armazenamento de água da chuva por longos períodos, deve contemplar:

- Pouca variação da temperatura interna (motivo de se recomendar que sejam enterradas);
- Bloqueio de entrada de luz solar para evitar a proliferação de algas;
- Sustentação estrutural quando permanecerem vazias durante períodos de estiagem;
- Impermeabilidade e resistência a vazamentos da água armazenada.

### **1.4.3 Técnicas mais Comuns para Coleta de Águas de Chuvas**

O sistema de aproveitamento da água da chuva é considerado um sistema descentralizado de suprimento de água, cujo objetivo é de conservar os recursos hídricos, reduzindo o consumo de água potável (KOENIG, 2003). Esses sistemas captam a água da chuva que cai sobre superfícies, direcionando-as aos reservatórios de armazenamento para posterior utilização.

Segundo Lee et al. (2000), as técnicas mais comuns para coleta da água da chuva são através da superfície de telhados ou através de superfícies no solo, sendo que o sistema de coleta de chuva através da 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.

Qualquer que seja a técnica, os componentes principais do sistema de aproveitamento da água da chuva são: a área de captação, telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros, como folhas e galhos, tubulações para a condução da água e o reservatório de armazenamento. As Figuras 03 e 04 mostram, esquematicamente, o aproveitamento da água da chuva de telhado e da superfície do solo, respectivamente.

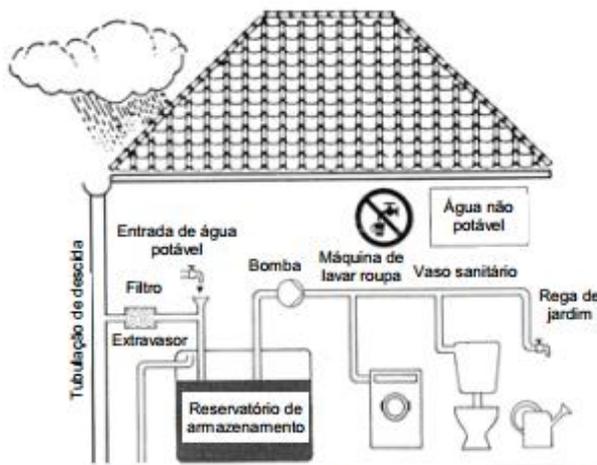


Figura 3 - Sistema de aproveitamento da água da chuva de telhados

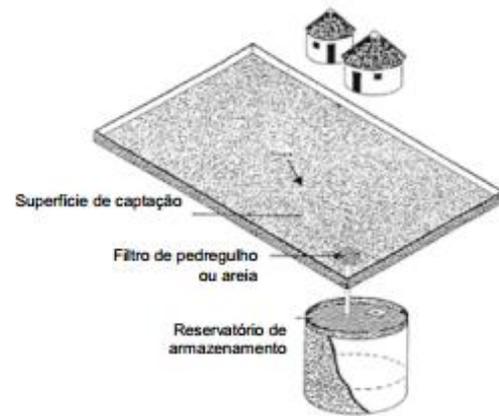


Figura 4 - Sistema de aproveitamento da água da chuva de superfícies no solo

Fonte: UNEP, 2005.

Herrmann e Schmida (1999) destacam quatro formas construtivas de sistemas de aproveitamento de água de chuva descritas a seguir:

1. Sistema de fluxo total – Onde toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. A chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 5).

2. Sistema com derivação – Neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água da chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva, direcionando-a ao sistema de drenagem. Este sistema é também denominado de sistema auto-limpante. Em alguns casos, instala-se um filtro ou uma tela na derivação. Assim como no sistema descrito

anteriormente, a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 6).

3. Sistema com volume adicional de retenção – No qual, constrói-se um reservatório maior, capaz de armazenar o volume de chuva necessário para o suprimento da demanda e capaz de armazenar um volume adicional com o objetivo de evitar inundações. Neste sistema, uma válvula regula a saída de água correspondente ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem (Figura 7).

4. Sistema com infiltração no solo – Neste sistema toda a água da chuva coletada é direcionada ao reservatório de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. O volume de chuva que extravasa do reservatório é direcionado a um sistema de infiltração de água no solo (Figura 8).

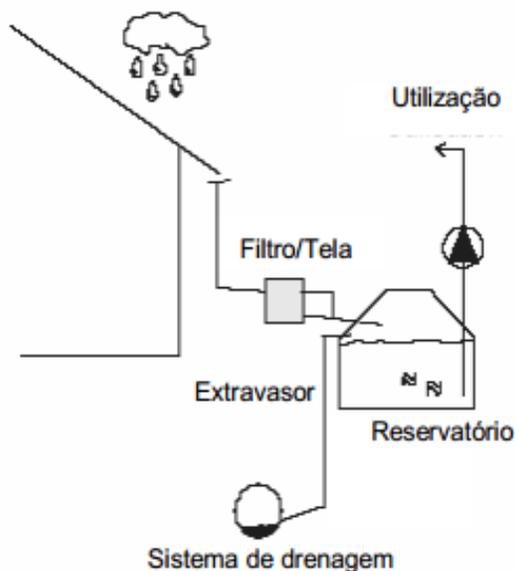


Figura 5 – Sistema de fluxo total

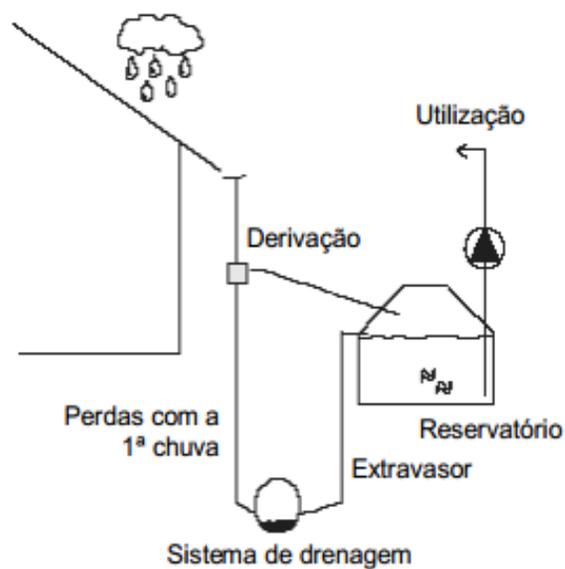


Figura 6 – Sistema com derivação

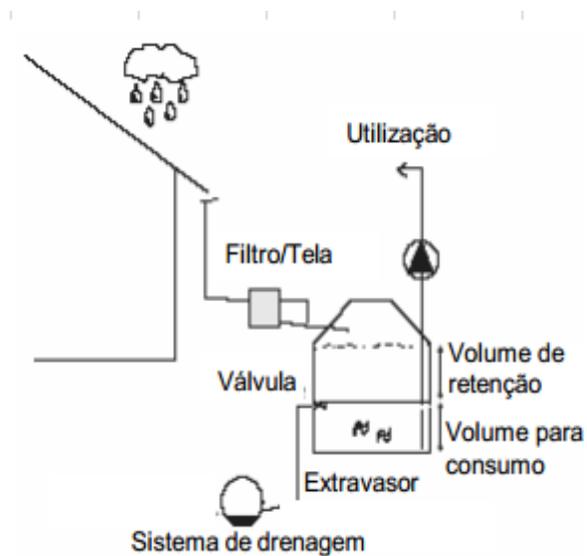


Figura 7 – Sistema com volume adicional de retenção

Fonte: Herrmann e Schmida, 1999.

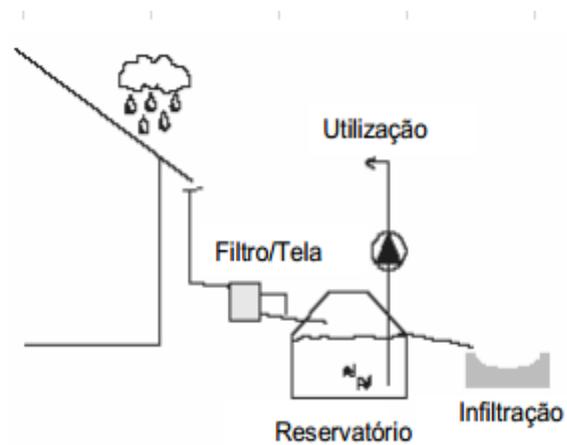


Figura 8 – Sistema com infiltração no solo

## CAPÍTULO 02 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Contextualização da Pesquisa

De acordo com a Organização das Nações Unidas, cada pessoa necessita de 3,3m<sup>3</sup>/ pessoa/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene).

Porém, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia.

Dos cerca de 200 litros diários consumidos nos domicílios temos:

NECESSIDADE DE CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL	%	LITRO
Beber e Cozinhar	27	54
Tomar banho e Escovar os dentes	25	50
NECESSIDADE DE CONSUMO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL	%	LITRO
Descarga de banheiros	33	66
Lavagem de roupa	12	24
Outras tarefas*	3	6

FONTE: SABESP \* Lavagem de carro

Tabela 02

Vale ressaltar ainda que segundo a SABESP: 01 rega de plantas por 10 minutos consome 186 litros;

- 01 lavagem de calçada com a mangueira por 15 minutos gasta 279 litros de água.

Por isso são atividades tão condenadas no dia a dia e que devem ser abolidas, por desperdiçarem muita água potável.

## 2.2 Método de Cálculo para Dimensionamento do Reservatório

Para o dimensionamento devemos saber a área em metros quadrados, da projeção horizontal da superfície onde a água vai ser captada.

Tendo em vista a demanda ou consumo de água de chuva e a média a ser utilizado para fins não potáveis num determinado tempo (anual, mensal ou diário).

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:

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

P = é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A = é a área de coleta;

C = é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

Ifator 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.

Existem no mundo centenas de métodos de cálculos tais como Rippl, Simulação, métodos práticos e empíricos. A NBR 15527/2007 sugere alguns desses métodos. Neste estudo adotaremos o dimensionamento baseado no coeficiente de escoamento superficial, método Prático de Azevedo Neto, Método de Rippl e o Método Prático Inglês para no fim definir qual o melhor método a ser utilizado neste trabalho. Para tanto apresentaremos a demanda ou consumo de água de chuva para fins não potáveis mensais, e como fonte alternativa de água para complementar o reservatório podendo ser utilizada água potável da concessionária pública, caminhões tanques, etc.

Método de Azevedo Neto (Prático): o volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P = é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

T = é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A = é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

V = é o valor numérico do volume da água aproveitável o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

Método Prático Inglês utiliza-se da equação a seguir para obtenção do volume de água do reservatório.

$$\mathbf{V = 0,05 \times P \times A}$$

Onde:

V = é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L);

P = é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em em milímetros (mm);

A = é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

Dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl

O método de Rippl geralmente superdimensiona o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas.

Neste método pode-se usar as séries históricas mensais (mais comum) ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que : } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

### 2.2.1 Coeficiente de runoff

Para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitada não é o mesmo que o precipitado. Para isso, usa-se um coeficiente de escoamento superficial chamado de coeficiente de Runoff, que é o quociente entre a água que esco superficialmente pelo total da água precipitada (chuva).

Neste trabalho o valor a ser adotado como coeficiente de Runoff é de  $C = 0,80$  telhas de Cimento amianto.

Conforme Tomaz (2003), o coeficiente de Runoff para telhas cerâmicas varia de 0,80 a 0,90, para telhas corrugadas de metal varia de 0,70 a 0,90 (Tabela 03).

<b>MATERIAL</b>	<b>COEFICIENTE DE <i>RUNOFF</i></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: Plinio Tomaz – 2003

Tabela 03

Ainda segundo a NBR 15527/2007 o Volume de água de chuva que pode ser aproveitado deve ser calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ first flush}$$

Sendo:

V= volume da cisterna em litros

P= precipitação média mensal (mm)

C= coeficiente de runoff do telhado (adotaremos  $C = 0,80$ )

$\eta$  fator de captação = rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema

A= área do telhado em projeção ( $m^2$ ).

### **2.2.2 Fator de Captação ou ‘First Flush’**

O fator de captação ou “first flush” existe quando a chuva cai num telhado seco num período mínimo de três dias.

As pesquisas do first flush em áreas superficiais impermeáveis como ruas e avenidas embora sejam poucas, ainda são maiores que as feitas em telhados para captação de água de chuva. A poeira, folhas e detritos ficam no telhado e quando chove há o arrastamento do mesmo em torno de 10 min a 20 min, dependendo da densidade de detritos que está no telhado no mínimo em três dias secos consecutivos.

Há um acordo universal que esta água deve ser jogado fora e a mesma é denominada de first flush ou carga de lavagem ou primeira água. O desacordo mundial está em quantificar a água que deve ser jogada fora, será de 0,4mm até 1,0mm.

As pesquisas feitas mostram que o first flush varia de 0,4L/m<sup>2</sup> de telhado a 8L/m<sup>2</sup> de telhado conforme o local. Na falta de dados locais sugere-se o uso do first flush no valor de 2L/m<sup>2</sup> de área de telhado. (Macedo – 2007).

O dispositivo de descarte de água do first flush deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados recomenda-se no mínimo 2mm, ou seja, 2 litros/m<sup>2</sup> de telhado. Também podem ser instalados dispositivos fabricados ou construídos in loco para o descarte da água do first flush ou para eliminação de folhas, pequenos animais e detritos. O dispositivo ou construção poderá ter operação manual ou automática sendo recomendado à operação automática.

Levando em conta a existência ou não de dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, que, segundo Tomaz (2010), é estabelecido na prática em 0,85.

## **2. 3 Cuidados e Manutenção quanto ao Armazenamento da Água da Chuva**

Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio (água sanitária), no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5626.

A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.

As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável e além disso os pontos de consumo, como, por exemplo, uma torneira de jardim, que são de uso restrito são obrigados a apresentar uma placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável”.

Deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva de acordo com o Quadro 01.

### **Frequencia de manutenção**

<b>Componente</b>	<b>Frequência de manutenção</b>
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

#### **Quadro 01**

Fonte: ABNT NBR 15527:2007

## **CAPÍTULO 03 - ESTUDO DE CASO: RESIDENCIA NA ZONA NORTE DE MANAUS**

### **3.1 Conceitos de funcionalidade**

O objeto de estudo é uma residência situada à Rua 58, Cidade Nova 02 tendo uma lotação de 03 (três) moradores e seguindo como plano de estudo os valores citados no capítulo 04 (quatro) – dados da SABESP – que estabelece, o consumo per capita de mais de 200 litros/dia, podemos então desenvolver o consumo mensal de água potável para fins não potável dentro dessa residência.

- Consumo de água não potável:  
01 pessoa consome por dia uma média de 96 litros (Consumo diário igual ao que se segue: 66litros para descarga, 24 litros para lavagem de roupa, 06 litros para outros serviços);

Número de residentes:

03 moradores (dados referentes ao questionário – Apêndice 01);

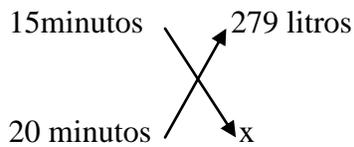
- Lavagem de calçada  
Em 15min de lavagem são utilizados 279 litros de água (dados da SABESP);
- Rega de plantas:  
Em 10 minutos de rega são consumidos 186 litros de água (dados da SABESP);

Se o consumo de água potável para fins não potáveis por pessoa em uma residência é igual a 96 litros, e nessa residência temos 03 moradores, em um mês temos:

$03 \text{ moradores} \times 96 \text{ litros} \times 30 \text{ dias (01 mês)} = 8640 \text{ litro/mês.}$

Considerando-se o volume de 279 litros para cada 15 minutos de lavagem de pátio e de acordo com dados adquiridos com o questionário em anexo e que nos revela que os moradores dessa residência costumam lavar o pátio 02 vezes por semana levando em média 20minutos cada lavagem, podemos obter o seguinte volume:

Para uma lavagem de 15minutos temos 279 litros, então para uma lavagem de 20 minutos temos:



$$x = (279 \text{ litros} \times 20 \text{ minutos}) / 15 \text{ minutos}$$

$$x = 372 \text{ litros para cada lavagem de 20 minutos};$$

Como costumam lavar em média duas vezes por semana (08 vezes ao mês) podemos assim, dizer que o consumo mensal de água potável para fins não potáveis durante as lavagens de pátio chega a:

$$08 \text{ lavagens} \times 372 \text{ litros} = 2976 \text{ litros / mês};$$

Como os moradores não costumam fazer rega de plantas não foi possível dimensionar o volume para essa atividade.

Contudo, ao se analisar todos os valores obtidos, podemos encontrar um volume médio mensal de consumo de água potável para fins não potáveis e assim analisar se há necessidade de ser instalada uma cisterna para captação das águas da chuva para um consumo futuro dentro desta mesma residência.

O volume total de consumo mensal foi baseado em dados informados pela SABESP e pelos próprios moradores e pode ser encontrado pela soma dos valores de:

“Consumo diário + Lavagem de pátios”.

$$V_t = 8640 + 2976;$$

$$V_t = 11616 \text{ litros durante um mês.}$$

Levando-se em conta que 1000 litros equivale a  $1\text{m}^3$  temos:

$$V_t = 11616 \text{ litros} / 1000$$

$$V_t = 11.6\text{m}^3 / \text{mês.}$$

Utilizando-se agora dos valores obtidos do consumo de água referente à Fatura de Saneamento dessa residência (Anexo 01), observamos que a média de consumo baseado nos últimos 06 meses se aproxima de 19m<sup>3</sup>.

Podemos de uma forma simples comparar o volume médio de consumo da residência se aproxima de 19m<sup>3</sup> (referente aos valores da fatura da Manaus Ambiental) com o Volume Total encontrado tendo como base informações fornecidas pela SABESP e Questionário feito com os moradores da residência. Esse volume total encontrado sugere que o consumo médio mensal de água potável para fins não potáveis nessa residência chegue a 11.6m<sup>3</sup>.

Ao se fazer essa simples comparação, podemos analisar e encontrar com facilidade que o volume de água para fins não potáveis passa da metade do consumo mensal real da residência.

Vale ressaltar que os dados obtidos no questionário e que serviram para o dimensionamento do consumo de água potável para fins não potáveis dessa residência foram levados em consideração a pior situação, ou seja, o maior volume referente as opções dadas no questionário.

De posse dos dados da figura 02 que nos dá o volume de precipitação anual (1945mm) da Cidade de Manaus no ano de 2012, podemos dimensionar de acordo com a NBR 15527/2007 o volume de chuva que será captado e por fim dimensionar a cisterna onde a água da chuva será armazenada.

### **3.2 Dimensionamento da Cisterna**

Primeiro vamos dimensionar a cisterna com base no volume de água aproveitável dependendo do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado da seguinte maneira:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ first flush}$$

$$V = ?;$$

$$P = 1945\text{mm} / 12$$

$$P = 162 \text{ mm/mês};$$

$$A = 216\text{m}^2 \text{ (área de cobertura da residência);}$$

$$C = 0.8 \text{ (coeficiente de Runoff para telhas de fibrocimento – Tabela 02);}$$

$$\eta \text{ first flush} = 0,85.$$

$$V = (162 / 1000) \times 216 \times 0,8 \times 0,85;$$

$$V = 23,8 \text{ litros ;}$$

$$V = 24\text{m}^3.$$

### 3.2.1 Método Prático de Azevedo Neto

Vamos dimensionar agora pelo método prático de Azevedo Neto que sugere a seguinte fórmula:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

$$V = ?$$

$$P = 162\text{mm}$$

$$A = 216\text{m}^2$$

T = 5 (número de meses com menor precipitação durante o ano de 2012 – foram considerados meses com volume de precipitação menor que 100mm – conforme tabela do INMET-AM).

Temos:

$$V = 0.042 \times 162 \times 216 \times 5;$$

$$V = 7348 \text{ litros / mês;}$$

$$V = 7.5 \text{ m}^3$$

### 3.2.2 Método Prático Inglês

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

Onde:

$$V = ?;$$

$$P = 162\text{mm;}$$

$$A = 216\text{m}^2.$$

$$V = 0.05 \times 162 \times 216;$$

$$V = 1749,6 \text{ l};$$

$$V = 1.8\text{m}^3$$

### **3.2.3 Método de Rippl**

Aplicação prática do método de Rippl

Área do telhado  $A= 216\text{m}^2$

Chuvas médias mensais

Precipitação média anual= 1945mm

Coefficiente de runoff  $C=0,80$

Na Quadro 02 está a aplicação prática do Metodo de Rippl a um telhado com  $216\text{m}^2$  e onde queremos retirar todos os meses  $11,6\text{m}^3$  de água de chuva. Usamos as precipitações médias mensais de janeiro a dezembro. Existem 8 colunas que são explicadas logo após.

**Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante de 11,6m<sup>3</sup>/mês, sendo usado para uma área de captação de água de chuva de 216m<sup>2</sup>**

Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Constante Mensal (m <sup>3</sup> )	Área de Captação (m <sup>2</sup> )	Volume de Chuva Mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre os volumes da demanda - vol. de chuva Col. 03 - Col. 05 (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada da col. 06 dos valores positivos (m <sup>3</sup> )	Obs.
Coluna 01	Coluna 02	Coluna 03	Coluna 04	Coluna 05	Coluna 06	Coluna 07	Coluna 08
Janeiro	365	11,6	216	63,07	-51,47		E
Fevereiro	180	11,6	216	31,10	-19,50		E
Março	185	11,6	216	31,97	-20,37		E
Abril	140	11,6	216	24,19	-12,59		E
Mai	90	11,6	216	15,55	-3,95		E
Junho	60	11,6	216	10,37	1,23	1,232	D
Julho	85	11,6	216	14,69	-3,09	-1,856	E
Agosto	30	11,6	216	5,18	6,42	<b>6,416</b>	D
Setembro	90	11,6	216	15,55	-3,95	2,464	S
Outubro	180	11,6	216	31,10	-19,50	-17,04	E
Novembro	280	11,6	216	48,38	-36,78		E
Dezembro	260	11,6	216	44,93	-33,33		E
<b>TOTAL</b>	1945	139,2		336 ≥ 139,2 m <sup>3</sup> /ano			

E = Água escoando pelo extravasor; D = Nível de água baixando; S = Nível de água subindo

**Quadro 02**

Fonte: Carlos Raphael, 2013

Vamos passar a explicar as oito colunas da Tabela 05.

Coluna 01 – É o período de tempo que vai de Janeiro a Dezembro.

Coluna 02 – Nesta coluna estão as chuvas médias mensais em milímetros.

Coluna 03 – Demanda mensal que foi imposta de acordo com as necessidades. A demanda também pode ser denominada de consumo mensal e é fornecido em metros cúbicos. O volume total da demanda ou do consumo 139,2m<sup>3</sup>/ano deve ser menor ou igual ao volume total de chuva da coluna 05 que é 336m<sup>3</sup>/ano.

Coluna 04- É a área de captação da água de chuva que é suposta constante durante o ano. A área de captação é fornecida em metros quadrados e é a projeção do telhado sobre o terreno.

Coluna 05- Nesta coluna estão os volumes mensais disponíveis da água de chuva. É obtido multiplicando-se a coluna 02 pela coluna 04 e pelo coeficiente de runoff de 0,80 e dividindo-se

por 1000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

Assim a linha referente ao mês de janeiro é obtida:

$$365\text{mm} \times 216 \text{ m}^2 \times 0,80 / 1000 = 63,07 \text{ m}^3$$

O total da coluna 05 do volume de água fornecida pela chuva média de janeiro a dezembro é de 336m<sup>3</sup>/ano que deverá ser maior ou igual ao volume total da demanda ou consumo que se refere a coluna 03.

Coluna 06 – Nesta coluna estão as diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. É na prática a coluna 03 menos a coluna 05. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda, nos meses correspondentes supera o volume de água disponível.

Coluna 07 – Nesta coluna estão as diferenças acumuladas da coluna 06 considerando somente os valores positivos. Para preencher esta coluna foi admitida a hipótese inicial de o reservatório estar cheia.

Os valores negativos não foram computados, pois, correspondem a meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda).

Começa-se com a soma pelos valores positivos, prosseguindo até a diferença se anule, desprezando todos os valores negativos seguintes, recomeçando a soma quando aparecer o primeiro valor positivo.

O volume máximo obtido na coluna 07 pelo Método de Rippl é de 6,41,m<sup>3</sup>. Portanto, o reservatório para regularizar a demanda constante de 11,6m<sup>3</sup>/mês deverá ter 6,42m<sup>3</sup> de capacidade.

Coluna 08- O preenchimento da coluna 08 é feito usando as letras E, D e S sendo:

E = água escoando pelo extravasor;

D= nível de água baixando;

S= nível de água subindo.

Supomos desde o início que o reservatório está cheio e, portanto, nos meses de janeiro, fevereiro e março, por exemplo, da coluna 06 verificamos que as diferenças são negativas e, portanto, temos que a água está escoando pelo extravasor.

Quando os valores da coluna 6 são positivos o nível de água do reservatório está baixando e isto vai acontecer no mês de junho quando o abaixamento é de 1,23m<sup>3</sup>

Salientamos que geralmente o método de Rippl fornece valores muito elevados para os reservatórios.

### **3.3 Comparação e definição do Método a ser utilizado**

Ao se fazer uma análise comparativa entre os quatro resultados obtidos no item acima identificamos os volumes para dimensionamento da cisterna a qual servirá para o armazenamento das águas precipitadas no telhado desta residência em estudo.

O valor encontrado utilizando-se do coeficiente de Runoff e do first-flush superestimou os valores esperados. Esse método garante uma captação e, por consequência um armazenamento de  $24\text{m}^3$  que representa mais que o dobro do consumo de água não potável ( $11,6\text{m}^3$ ) pelos moradores durante o mês.

O dimensionamento baseado no método brasileiro de Azevedo Neto nos ofereceu um volume de  $7,5\text{m}^3$  e subestima o armazenamento considerando-se um período de pouca chuva referente aos 05 meses (uma vez que a norma não especifica o volume mínimo de precipitação em um mês para definir tal valor foi definido que todo e qualquer mês que apresentasse volume menor que 100mm seria contabilizado como período de menor chuva ou escassez), onde tivemos um nível de chuva abaixo dos 100mm.

Outro método utilizado foi o Inglês o qual nos apresentou um volume de  $1,8\text{m}^3$  subestimando também o armazenamento e não nos servirá como base, pois o consumo dessa residência é de  $11,6\text{m}^3/\text{mês}$  de água para fins não potáveis.

Seguimos com o método de Rippl e este apresenta um valor muito aproximado ao do método de Azevedo Neto, onde se encontrou um volume para armazenamento de  $6,42\text{m}^3$  uma diferença mínima já que pelo método brasileiro obtivemos um valor de  $7,5\text{m}^3$ , mesmo com essa proximidade de dados nenhum dos dois métodos nos parece satisfatório, pois chegam a pouco mais da metade do volume consumido pelos residentes.

Por fim definiu-se que o método baseado nos coeficientes de runoff e first-flush foi considerado satisfatório não somente pelo volume de armazenamento apresentado ( $24\text{m}^3$ ) o que nos oferece mais que o dobro do volume utilizado pelos moradores ( $11,6\text{m}^3$ ), mas também pela

utilização dos volumes médios mensais de precipitação e ainda é levado em consideração o tipo de telhado para ajustar os cálculos aos mais reais valores de escoamento em superfície (nesse caso a superfície é de um material de Cimento-amianto) e para tal usamos o  $C=0,8$ . Consideramos ainda o first-flush que é o volume de água descartada eliminando todo e qualquer impureza de menor e maior grandeza que possa impossibilitar o uso dessa água que será armazenada e tratada uma vez ao ano como solicita a norma NBR-15527/2007.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aproveitamento da água da chuva apresenta grande contribuição para reduzir o déficit hídrico em termos quantitativos, vindo ao encontro dos princípios da sustentabilidade, procurando o equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e o desenvolvimento das atividades econômicas. Além disso, destaca-se por sua simplicidade, constituindo-se em uma das soluções mais econômicas para preservar a água potável, sendo também uma alternativa para o controle de enchentes, grave problema de regiões com grandes áreas impermeáveis.

Os critérios apresentados e discutidos mostraram-se adequados, resultando em eficiências consideravelmente satisfatórias ao atendimento de demandas parciais para fins não potáveis em residências uni familiares.

Portanto, com no presente estudo constatou-se que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma residência uni familiar, mostrou-se economicamente viável, pois proporcionaria grande potencial de economia de água potável, trazendo possivelmente benefícios financeiros em médio ou longo prazo – uma vez que não se fez considerações relativas a este tema não podemos afirmar tal situação, mas com estudos mais profundos, posteriormente poderemos analisar tal relação entre armazenamento de águas pluviais e redução do consumo na conta de água - e benefícios ambientais imediatos por preservar os recursos hídricos da região.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15527:2007, Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requerimentos

ANA – Agência Nacional de Águas. Informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/>>. Acessado em 25 de junho de 2008.

Collect Rainwater – Equipamento “first flush”. Disponível em: <<http://www.reuk.co.uk/Collect-Rainwater.htm>>. Acessado em 05 Julho de 2008.

GELT, J. Home *Use of Graywater, Rainwater Conserves Water and May Save Money.*

GONÇALVES, R.F. et al. Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 352 p. 2006.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. *Urban Water*, v. 1, n. 4, p. 307-316, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Contagem da população, 2007. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em Julho 2013.

KOBIYAMA, M; LINO, J.; LOPES, N.; SILVA R. (2007) Aproveitamento de água da chuva no contexto de drenagem urbana. In: Curso de Capacitação em Saneamento Ambiental. Florianópolis: UFSC.

MAY, S. *Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.* Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 189p

ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br>.

Acessado em 05 de setembro de 2013.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br>. Acessado em 10 de setembro de 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Diagnostico dos Serviços d Água e eEsgoto. 2007. Disponível em <http://www.snis.gov.br>. Acesso em agosto de 2013.

UNIÁGUA. Universidade da água. Água no Planeta. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acessado em 10 de outubro de 2013.

VIOLA, H. Gestão de águas pluviais em áreas urbanas: o estudo de caso da cidade do Samba. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. 384p.

ZAIZEN, M. et al. The collection of rainwater from dome stadiums in japan. *Urban Water*, v.1, n. 4, p. 335-359, 2000

TELLES, D. D'A.; COSTA, R. H. P. G. **Reúso da Água** - Conceitos , Teorias e Práticas. Editora: Edgard Blucher, 2007.

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva. 1 ed. São Paulo: Navegar, 2003. 183 p.

Prefeitura de Manaus. Lei N° 1.192, de 31 de dezembro de 2007.

TOMAZ, P. (2010) Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis. 2. ed. São Paulo: Navegar. 180 p. (Série Tecnologia).