

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

FABIANO CÂNDIDO DA SILVA

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ – SC**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2014

FABIANO CÂNDIDO DA SILVA

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ – SC**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Construções Sustentáveis”.

Orientadora: Profa. MSc. Margolaine Giacchini

Orientadora: Profa. MSc. Stella Maris da Cruz Bezerra

CURITIBA - PR

2014

FABIANO CÂNDIDO DA SILVA

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM CONDOMÍNIO
RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ – SC**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador (a):

Prof. MEng. Margolaine Giacchini, Centro de Ensino
Superior dos Campos Gerais, CESCAGE
Professor do III CECONS, UTFPR

Orientador (a):

Prof. Dra. Stella Maris da Cruz Bezerra
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Banca:

Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Dr. José Alberto Cerri
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por nos iluminar e nos guiar em tudo que fazemos, a minha esposa, minha filha e aos meus pais, pela ajuda, pela compreensão, incentivo, dedicação e paciência.

Agradeço as professoras e orientadoras Stella Maris da Cruz Bezerra e Margolaine Ghiacchini que me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho, além da paciência e informações necessárias para atingir o êxito neste estudo.

RESUMO

SILVA, C. Fabiano. Estudo do aproveitamento da água de chuva em condomínio residencial no município de Itapoá – SC. 2014. 40 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Programa de Pós-Graduação em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

A água é fundamental para a existência de vida na terra, devido sua importância deve ser utilizada com racionalidade e responsabilidade. O aproveitamento de água de chuva é uma prática utilizada por civilizações mais antigas do mundo e atualmente está sendo incorporada às edificações urbanas como uma fonte alternativa de água. Neste contexto, este estudo consiste em analisar a viabilidade técnica para implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. Sendo assim foram analisados os dados pluviométricos do município de Itapoá, Santa Catarina, e realizados os cálculos estimados de demanda do Condomínio Residencial onde seria implantado este sistema, e em seguida foram estudadas a norma ABNT NBR 15527:2007 e os métodos de dimensionamento do reservatório para a água captada, tais como: Azevedo Neto conhecido como “Prático Brasileiro”, o Prático Alemão e o Prático Inglês. Foi constatada a existência de divergência nos resultados apresentados, devido à concepção de cada método. Assim sendo, concluiu-se que a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva é viável tendo como objetivo principal a complementação do sistema existente e, no intuito de redução da conta de água, além de contribuir para a preservação da água no planeta.

Palavras-chave: Aproveitamento de água de chuva, captação, armazenamento, economia de água.

ABSTRACT

Water is fundamental to the existence of life on earth , because of its importance must be used rationally and responsibly. The use of rainwater is a practice used by the oldest civilizations in the world and is currently being incorporated into urban buildings as an alternative water source . In this context , this study is to examine the technical feasibility to implement a system to capture and use rainwater for non-potable purposes . Thus the rainfall data from the city of Itapoá , Santa Catarina were analyzed , and performed the calculations of estimated demand Residential Condominium where this system would be deployed , and then the ABNT NBR 15527:2007 and methods of sizing the reservoir were studied for water withdrawal , such as Neto Azevedo known as " Brazilian Practical " Practical Practical English and German . The existence of divergence in results, due to the design of each method was found . Therefore , it was concluded that the implementation of the use of rainwater system is feasible with the main objective to complement the existing system and in order to reduce the water bill , and contribute to the preservation of water on the planet .

Keywords : Utilization of rain water , capture, storage , water savings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ciclo da água.....	14
Figura 02 - Sistema de aproveitamento de água de chuva.....	18
Figura 03 - Sistema de aproveitamento de água de chuva.....	19
Figura 04 - Área de captação de chuva.....	19
Figura 05 - Sistema de descarte inicial da chuva.....	20
Figura 06 - Torneira de uso restrito.....	22
Figura 07 - Modelo de placa de identificação.....	23
Figura 08 - Mapa do estado de Santa Catarina.....	23
Figura 09 - Mapa de Itapoá e entorno.....	24
Figura 10 - Imagem 3d do condomínio.....	25
Figura 11 - Planta pavimento inferior.....	36
Figura 12 - Planta pavimento superior.....	36
Figura 13 - identificação dos apartamentos.....	37
Figura 14 - Implantação e cobertura.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Precipitação média mensal (mm).....	27
Tabela 02 - Cálculo da demanda.....	29
Tabela 03 - Método Azevedo Neto.....	29
Tabela 04 - Método prático alemão.....	30
Tabela 05 - Método prático inglês.....	30
Tabela 06 - Orçamento de sistema completo de captação e aproveitamento de água.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA: Agência Nacional das Águas

CONFEA: Conselho Federal de Engenharia, Agronomia e Arquitetura

EPA: (Environmental Protection Agency) Serviço de Proteção Ambiental

FIESP: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

IDHEA: Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

PROSAB: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

PURAE: Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações

SABESP: Saneamento Básico no Estado de São Paulo

SIMEPAR: Sistema Meteorológico do Paraná

UTFPR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo Geral.....	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 Construções sustentáveis.....	12
2.2 Água e sustentabilidade.....	13
2.3 Conservação da água no meio urbano.....	15
2.4 Uso racional da água.....	16
2.5 Aproveitamento da água de chuva.....	17
2.5.1 Sistema de coleta.....	19
2.5.2 Sistema de descarte inicial.....	20
2.5.3 Sistema de armazenamento.....	21
2.5.4 Sistema de abastecimento de água aos pontos de uso.....	22
3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	24
3.1 Caracterização da área de estudo.....	24
3.2 Identificação dos dados hidrológicos.....	26
3.3 Identificação da demanda de água não potável.....	27
3.4 Estimativa de volume captável.....	27
3.5 Seleção dos métodos de dimensionamento de reservatório.....	27
3.5.1 Azevedo Neto.....	27
3.5.2 Prático Alemão.....	28
3.5.3 Prático Inglês.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICES.....	37

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água de chuva é uma prática utilizada por civilizações mais antigas do mundo, conforme indicam registros encontrados na Pedra Moabita, localizada no Oriente Médio, cerca de 850 a.C. (TOMAZ, 2003).

A sustentabilidade está se tornando um tema conhecido e vem sendo disseminado em diversas classes sociais e no mundo inteiro, e sendo discutida nos últimos anos com muita ênfase. Atualmente esta o uso de captação e aproveitamento de água de chuva esta sendo utilizada em diversas atividades, tais como: escolas, postos de combustíveis, indústrias, pois consomem um volume elevado de água potável, gerando então uma grande economia.

Na cidade de Curitiba foi criada uma legislação específica sobre este tema, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE, sob a Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003, tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

São muitas as vantagens da captação e aproveitamento de água de chuva, representando uma fonte alternativa de água com qualidade razoável para vários usos, como descarga de vasos sanitários, lavagem de calçadas, ruas e veículos, rega de plantas e jardins.

Para o dimensionamento do reservatório é fundamental observar a área de captação, os dados pluviométricos da região estudada, e coeficiente de aproveitamento da água pluvial.

A área de captação varia de cada edificação, e os dados referentes à pluviometria local podem ser obtidos dos postos pluviométricos da região, fornecidos pelo INMET/SC.

A demanda de água pluvial em uma edificação é uma estimativa que pode ser obtida mediante a determinação do consumo mensal de água utilizadas nas torneiras para regar jardins e lavagem de calçadas que passarão a utilizar água pluvial após a implantação do sistema. Tal estimativa pode ser obtida basicamente a partir da frequência de uso da água consumida.

No intuito de reduzir o consumo de água tratada e com o intuito de contribuir com a preservação da água no planeta a proposta apresentada neste trabalho prevê a análise da viabilidade técnica da implantação do sistema de captação e aproveitamento de água de chuva em um condomínio residencial.

1.1 Objetivo geral

Propor um sistema de aproveitamento de água de chuva em um Condomínio Residencial no Município de Itapoá – SC, para utilização em fins não potáveis, em complementação ao sistema de abastecimento de água existente.

1.2 Objetivos Específicos

- Levantar os dados hidrológicos da região em estudo;
- Estimar a demanda de água potável e/ou não potável no condomínio;
- Identificar o volume de água de chuva aproveitável na área de captação;
- Dimensionar o reservatório por meio da aplicação de diferentes métodos;
- Simular a aplicação de métodos de dimensionamento de reservatório que melhor atendem a situação em estudo;

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentado o conceito de construções sustentáveis além dos tópicos relacionados à água, sua conservação, o uso racional, o reaproveitamento, coleta e armazenamento.

2.1 - Construções Sustentáveis

A construção sustentável é essencialmente multidisciplinar. Teve seu início após a 1ª Guerra do petróleo em 1973, devido aos países exportadores de petróleo elevarem brutalmente os preços de seus produtos forçando o Ocidente a encontrar opções para seu abastecimento (AECWEB, 2014).

Sabe-se que o tema sustentabilidade, pensado na sua totalidade, abrange aspectos socioeconômicos e ambientais, lançando desafios à pesquisa, à prática e ao ensino. A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi cunhada pelo Brundtland Report em 1987,

afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras. (GIACCHINI, 2003).

Buscando um desenvolvimento sustentável a ONU realizou a (conferência Rio-92 ou Eco-92), onde seria definida a sistematização de um modelo que buscasse, por meio das edificações, reproduzir as características do meio ambiente natural no ambiente construído e incorporar o conceito de ecologia em seus processos, dando assim início a construções sustentáveis. A discussão sobre sustentabilidade é apresentada sob olhares dos arquitetos e engenheiros, ressaltando o papel do conforto ambiental e da eficiência energética dentro do conceito da sustentabilidade. Baseados nestes princípios podem chegar a uma Construção Sustentável (IDHEA, 2013).

Baseado nos princípios abaixo pode-se chegar a uma construção;

Planejamento Sustentável da Obra;

Aproveitamento das condições naturais locais;

Redução do consumo energético;

Redução do consumo de água;

Gestão de Resíduos na edificação;

Qualidade do ar e do ambiente interno;

Conforto Térmico e Acústico;

Uso racional dos materiais

Uso de matérias primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;

Cuidados em reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;

Introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável;

2.2 - Água e Sustentabilidade

A água é fundamental para a existência de vida na terra, devido sua importância devemos usá-la com racionalidade e responsabilidade. O planeta contém um volume de aproximadamente 1,386 bilhões de km³ de água. Sendo que deste volume 97,5% é água salgada e 2,5% é água doce, sendo que cerca de 68,9% da água doce estão contidos em geleiras, neves, gelos e solos muito profundos. Menos de 1/3 da água doce está disponível e é de fácil acesso estando nas águas superficiais como rios, lagos, umidade do solo e do ar,

zonas úmidas, plantas, animais e aquíferos subterrâneos. A Figura 01 exemplifica o ciclo hidrológico que é sistema de renovação da água no planeta (TOMAZ, 2003).

A situação do Brasil é muito favorável, pois detém cerca de 12% de toda água doce do planeta, porém 68,5% encontra-se na região norte, na qual vivem apenas 7,4% dos brasileiros (CONFEA, 2011).

A poluição dos mananciais e o desperdício são algumas das principais razões da escassez mundial da água. O aumento da demanda causado pelo crescimento populacional, à expansão industrial e as mudanças climáticas, que alteram a distribuição das chuvas, também contribuem para o agravamento do problema da escassez.

A água possui inúmeros usos, dentre os quais estão; usos industriais, usos domésticos, navegação, irrigação, produção de energia elétrica, pesca e piscicultura, diluição de esgotos, recreação e outros.



Figura 1 – Ciclo da Água

Fonte: Estudo Prático (2014)

Vale ressaltar que o ciclo hidrológico é um ciclo contínuo. De uma forma ou de outra, a água ocorre praticamente em toda parte. Considera-se que grande parte da água contida no ciclo hidrológico tem sido virtualmente constante durante a história da humanidade. É um processo natural de dessalinização e purificação. A água que se evapora dos oceanos e o vapor tornam-se parte da atmosfera. O vapor de água é também transportado para a atmosfera através da evaporação dos corpos d'água como lagos, rios e também de todas as superfícies

terrestres úmidas (permanentemente ou ocasionalmente), a partir da precipitação e da transpiração das plantas. Através do processo de condensação, a água da atmosfera final retorna para a terra como precipitação sobre os oceanos e os continentes (GIACCHINI, 2003).

Nota-se que a água é essencial para a vida e por conta disso a conservação das suas fontes é urgente. “Uma melhor gestão dos recursos hídricos urbanos, incluindo a eliminação de padrões de consumo insustentáveis pode dar uma contribuição substancial à mitigação da pobreza e a melhora da saúde e da qualidade de vida dos pobres das zonas urbanas e rurais” (AGENDA 21, 2001).

2.3 - Conservação da água no meio urbano

No Brasil, o conceito de conservação da água foi introduzido a partir da década de 80, quando começaram as discussões sobre o tema (PROSAB, 2009).

Pode ser compreendido como conservação da água, as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do seu uso, atendendo as demandas resultantes do crescimento populacional e da instalação de novas indústrias, além da preservação e conservação do meio ambiente. Sendo que neste conceito estão inseridas ações que reduzam a quantidade de água retirada dos mananciais; o consumo e o desperdício de água; aumentando o reuso e evitando a poluição dos recursos hídricos naturais (ANA, 2005).

A limitação de reservas de água doce no planeta, o aumento da demanda de água para atender, principalmente, o consumo humano, agrícola e industrial, a prioridade de utilização dos recursos hídricos disponíveis para abastecimento público e as restrições que vêm sendo impostas em relação ao lançamento de efluentes no meio ambiente, torna necessária a adoção de estratégias que visem racionalizar a utilização dos recursos hídricos e mitigar os impactos negativos relativos à geração de efluentes pelas indústrias (FIESP, 2011).

Com relação à conservação de água prevê o controle da demanda juntamente com a ampliação da oferta, através do uso de fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento da água de chuva e o reuso de águas cinza.

A conservação de água pode ser definida como um conjunto de práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, incidindo de maneira sistêmica sobre a demanda e a oferta de água. As iniciativas de racionalização do uso e de reuso de água se constituem em elementos fundamentais para a ampliação da eficiência do uso da água, (PROSAB, 2011), resultando em;

- Aumento da disponibilidade para os demais usuários,
- Flexibilização dos suprimentos existentes para outros fins,
- Atendimento ao crescimento populacional,
- Suporte à implantação de novas indústrias,
- Preservação e conservação do meio ambiente.

Um 'Programa de Conservação e Reuso de Água' – PCRA pode ser definido como um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água nas edificações. Tendo como objetivo direto a conservação de água, os PCRA's devem realizar uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, com base na viabilidade técnica e econômica de implantação das mesmas (PROSAB, 2009).

2.4 - Uso racional da água

O uso racional da água incide na associação da demanda com a oferta da água, de forma a garantir a qualidade da água necessária para a realização dos serviços, com o mínimo de desperdício, sendo que certas atividades, quando possíveis, sejam supridas com qualidade de água inferior à potável. Recentemente já existem programas e pesquisas para um menor consumo de água nas indústrias, na agricultura, assim como no uso doméstico (CHRISTIAN, 2008).

A primeira medida a levar em conta seria a redução do consumo de água potável. Atualmente, no mercado são encontrados vários equipamentos economizadores de água, sendo que estes dispositivos proporcionam grande economia (SABESP, 2013).

O objetivo desta ação é reduzir o consumo de água independentemente da ação do usuário ou da sua disposição em mudar de comportamento para reduzir o consumo de água. Ela deve ser implementada quando o sistema estiver totalmente estável, ou seja, sem nenhuma perda de água por vazamento (ANA, 2005).

Existem atualmente no mercado alguns equipamentos economizadores de água, sendo estes o arejador de torneira para incorporar ar na água na saída da torneira e mantém a vazão constante em 6 litros/minuto independente da pressão da rede e nível de abertura da torneira, o registro regulador de vazão utilizado para regular a vazão de torneiras, misturadores, bidês e outros aparelhos. Como no arejador, tem a função de limitar a vazão da água nos pontos de consumo, independente da pressão da rede e nível de abertura da torneira a bacia sanitária com volume reduzido são projetadas para promoverem a limpeza dos resíduos com a utilização de apenas 6 litros de água por descarga, torneira com fechamento automático onde

após o uso é desligada automaticamente, mictório com válvula fechamento automático para utilização mais focada em edifícios comerciais podemos destacar as torneiras com fechamento automático ou acionadas por sensores eletrônicos.

A adoção de aparelhos economizadores de água no Brasil vem crescendo de forma acentuada, especialmente em prédios de uso público como aeroportos, cinemas, escolas, estádios shopping centers, teatros e outros, principalmente porque o sua instalação proporciona redução das despesas na conta de água e esgoto, bem como a conta de energia elétrica e associa o local a valores ambientalistas difusos que ganham espaço no nosso país especialmente em contextos de escassez crônica.

Essa tendência se reflete numa menor escala no caso das edificações residenciais e, com especial ênfase, nas habitações populares (MENEZES, 2006).

2.5 - Aproveitamento da Água de Chuva

O aproveitamento de água de chuva é um método utilizado por civilizações mais antigas do mundo. Sendo a mais antiga do mundo Pedra Moabita, localizada no Oriente Médio, cerca de 850 a.C. Já o palácio de Knossos na ilha de Creta, a cerca de 2000 a.C, era aproveitada a água de chuva para descarga em bacias sanitárias. Foram escavados em rochas inúmeros reservatórios a aproximadamente 3000 a.C (TOMAZ, 2003).

Atualmente, o Japão, a Alemanha, a Austrália, o México, a Holanda e os Estados Unidos, destacam-se como os países que mais se utilizam o sistema de captação de água de chuva. No Brasil, este aproveitamento de água de chuva está em pleno desenvolvimento, onde o uso da água de chuva é mais difundido nas regiões áridas e semi-áridas do Nordeste, no intuito de suprir a carência de água potável nos períodos de estiagem (GIACCHINI, 2003).

De acordo com (EPA) Environmental Protection Agency – Serviço de Proteção Ambiental existem mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento de água de chuva nos Estados Unidos. Na Alemanha, o aproveitamento da água de chuva é destinada aos usos não potáveis, como irrigação de jardins, descargas de bacias sanitárias, máquinas de lavar de roupas e uso industrial. (TOMAZ, 2003).

O sistema é composto por componentes que inclui calhas para a captação da água do telhado, filtro, reservatório e bomba, além de outros acessórios, como freio d'água para reduzir o turbilhonamento na cisterna, filtro flutuante para garantir a qualidade da água coletada pela bomba e multisifão para evitar a entrada de insetos e roedores na cisterna, conforme figura 02.

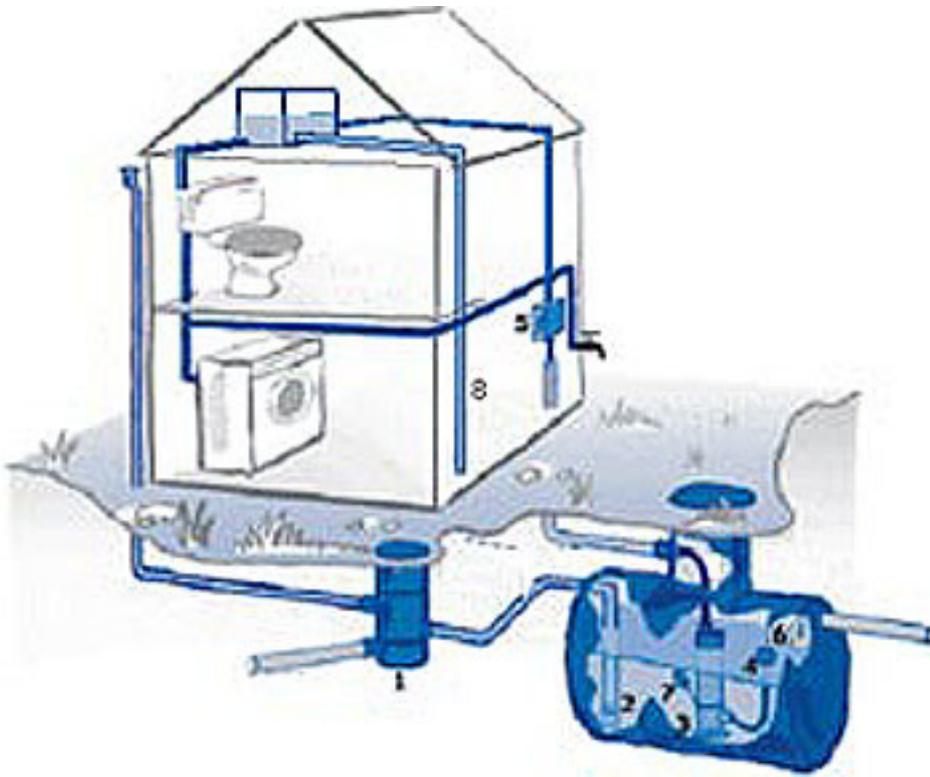


Figura 2 – Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva

Fonte: Aquastock (2012)

A água da cisterna pode ser subterrânea (podendo ser recalçada com a ajuda de moto bomba para um reservatório superior, de onde segue aos pontos de consumo por gravidade) ou aérea seguindo também por gravidade. Pode ainda ser feita por uma bomba pressurizadora, com captação da água diretamente do reservatório inferior, quando as torneiras são acionadas, conforme mostra Figura 03. (AQUASTOCK, 2012).

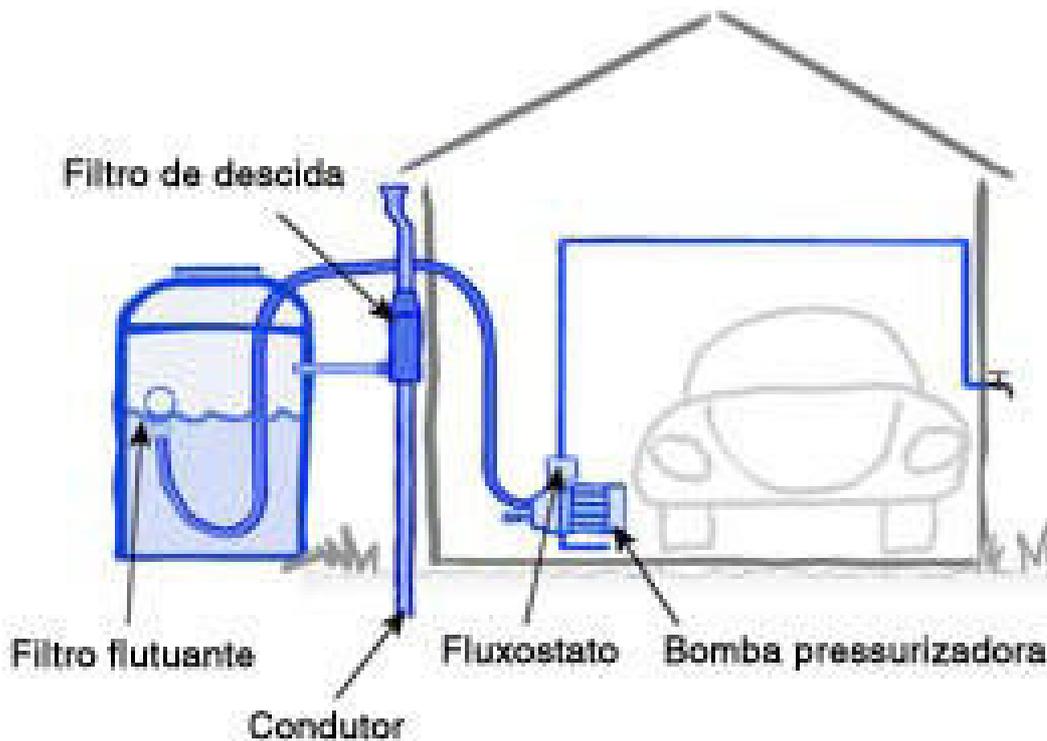


Figura 3 - Sistema de Aproveitamento de Água de chuva

Fonte: Aquastock (2012)

2.5.1 - Sistema de Coleta

A água deve ser coletada pela cobertura das edificações, conduzida pelas calhas e condutores, levando-a ao reservatório de armazenamento. A figura 04 mostra um esquema genérico de um sistema de aproveitamento de água de chuva.

O sistema de aproveitamento de água de chuva é relativamente simples, pois consiste na captação da água, filtragem, armazenamento e distribuição da água que cai na cobertura da edificação, cuja tecnologia para o uso nas edificações é a soma das seguintes técnicas (FENDRICH, 2009).

- a) coleta da água da chuva que precipita no telhado;
- b) eliminação da água do início da chuva;
- c) instalação de unidades de sedimentação, filtragem, tratamento e melhoria da qualidade da água;
- d) armazenamento da água da chuva em reservatórios;
- e) abastecimento aos locais de uso;
- f) drenagem do excesso da água da chuva;

g) complementação caso de estiagem prolongada.

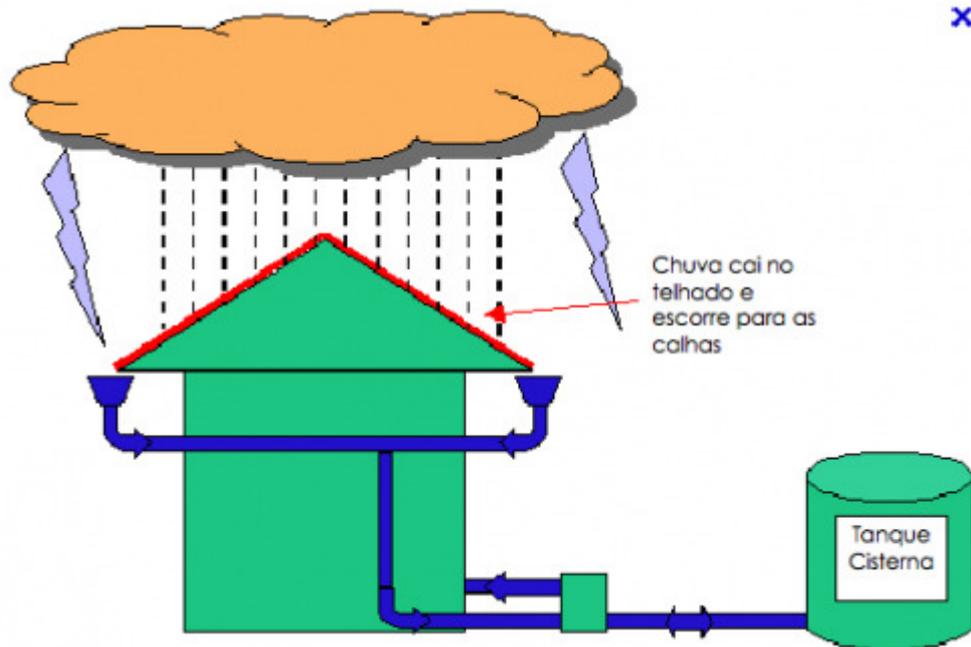


Figura 4 – Área de Captação de chuva
Fonte: Casos de Casa (2013)

Com relação ao tipo de cobertura, pode-se afirmar que existe influência nos materiais da telhas, tipo cerâmica, cerâmica esmaltada, concreto, fibrocimento, metálica ou outra, denomina-se coeficiente de Runoff, onde determina-se o volume de água escoado. Já as calhas e condutores da água devem dimensionados seguindo recomendações da norma ABNT – NBR 10844, por tratar de instalações prediais de água pluvial.

2.5.2 - Sistema de Descarte Inicial

Deve ser feito o descarte da primeira chuva, devido a muita sujeira dos telhados, onde pode retirados manualmente como uso de tubulações, sendo estas desviadas do reservatório ou automaticamente por meio de dispositivos de autolimpeza. (TOMAZ, 2003)

Recomenda-se que seja instalado um reservatório de autolimpeza para obtenção de uma água de melhor qualidade. Deve-se desprezar as primeiras chuvas, visto que estas carregam todas as impurezas existentes no telhado ou laje, como folhas, poeiras, fuligem, dejetos de pássaros entre outras. Pode ser dimensionado para um volume compreendido entre 0,4 l/m² até 1,5 l/m² de telhado. (FENDRICH, 2002). A Figura 5 mostra um dispositivo de descarte inicial disponível no mercado.

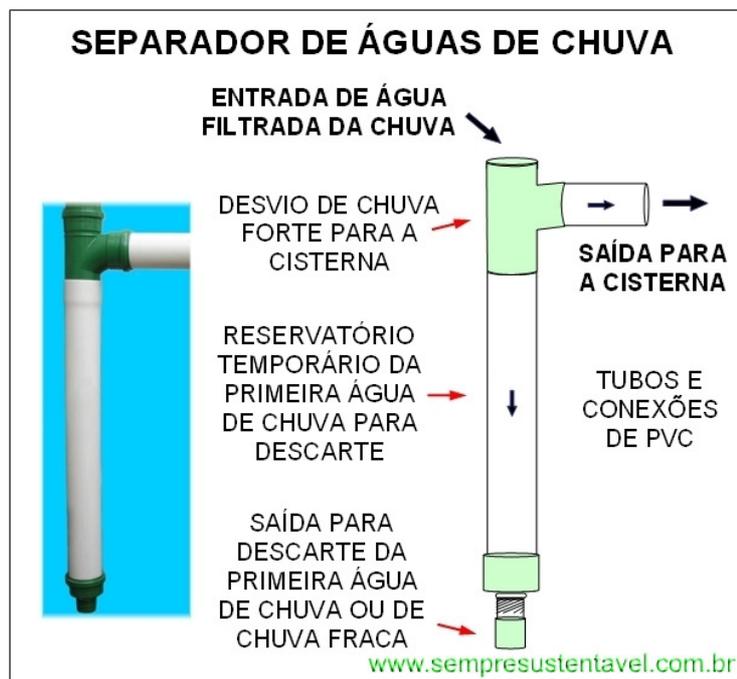


Figura 5 – Sistema de Descarte Inicial da chuva
 Fonte: Sempre Sustentável (2013)

2.5.3 - Sistema de Armazenamento

O dimensionamento do reservatório de água deve ser baseado em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando-se em conta práticas de engenharia, além de o projetista utilizar-se dos métodos mencionados na Norma Brasileira de Normas Técnicas, sendo estes Métodos de: Rippl, Simulação, Azevedo Neto, Prático Alemão, Prático Inglês, e Prático Australiano.

A água de chuva deverá ser coletada e armazenada em reservatório próprio, devidamente identificado. Não deve ser misturada com a água tratada, pois não é água potável. O reservatório das águas pluviais deve atender as mesmas recomendações dos reservatórios de água potável. É importante que sejam cobertos, devem possuir dispositivos de entrada e saída que propiciem a sedimentação de partículas existentes na água e evitar sua saída. Também deve possuir tampa para inspeção e limpeza e dispositivo para saída do excesso de água, extravasor (FENDRICH, 2002).

É necessária a instalação de algum dispositivo de retenção de impurezas antes da água ir para o reservatório, como grelhas e filtros. Os reservatórios podem ser em concreto armado,

de polietileno, metálicos, cerâmicos ou de fibra de vidro, desde que sejam resistentes, inclusive quanto à carga rodante se for enterrado no subsolo (ABNT, 1989).

A escolha do tipo de reservatório a ser utilizado, está relacionada ao fim a que se destina a água coletada, também se deve considerar o local onde será instalado e as características da edificação.

O dimensionamento do reservatório deve seguir três valores importantes, que são: a demanda necessária, o índice pluviométrico local e a área onde será coletada a água de chuva. A demanda deve ser calculada em função do fim a que se destina a água, através de estudos feitos no local ou adotando-se valores sugeridos pela Norma Brasileira (ABNT, 2007).

O índice pluviométrico da região pode ser obtido junto aos órgãos responsáveis. A área de coleta corresponde à área onde será captada a água.

O volume aproveitável de captação, pode ser calculado pela equação abaixo (ABNT, 2007);

$$V = A_c \cdot P \cdot C$$

Onde:

V = volume do reservatório (m³)

A_c = Área de coleta da água de chuva (m²)

P = Precipitação no período considerado (m)

C = Coeficiente de Runoff (número entre zero e um, que expressa a perda do volume de água que cai sobre área de captação devido a fatores como evaporação, infiltração, distância e declividade).

O reservatório deve atender as normas técnicas, além de considerar no projeto o extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Deve ser evitado o turbilhamento, para dificultar a ressuspensão de sólidos. É recomendado a retirada da água a 15 cm da superfície.

De acordo com NBR 5626, o reservatório deve ser limpo e desinfectado com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez ao ano. (ABNT, 2007).

2.5.4 - Sistema de Abastecimento de Água aos Pontos de Uso

O sistema de distribuição de água de chuva deve ser independente do sistema de água potável, além de não ser permitido a conexão cruzada. (ABNT, 2007).

O abastecimento deve ser feito através de torneiras pré-determinadas no empreendimento, sendo estas de uso restrito e identificada com placa de advertência com a inscrição “água não potável” conforme figuras 6 e 7. Os reservatórios de água potável e de água de chuva devem ser separados (ABNT, 2007).



Figura 6 – Torneira de uso restrito
Fonte: Cia das Torneiras (2014)



Figura 7 – Modelo de Placa de Identificação
Fonte: Sinal Seg (2014)

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização deste trabalho foi realizada inicialmente a revisão da literatura pertinente ao tema. Na sequência foram desenvolvidas as seguintes etapas:

3.1 – Caracterização da Área de Estudo

A área em estudo está localizada no município de Itapoá, o qual pertencia ao município de Garuva, no estado de Santa Catarina, porém em 26 de abril de 1989 foi transformado em município, pela Lei estadual 7586, possui 256,1 km², com uma população aproximada de 14.775 habitantes, conforme Figura 8.

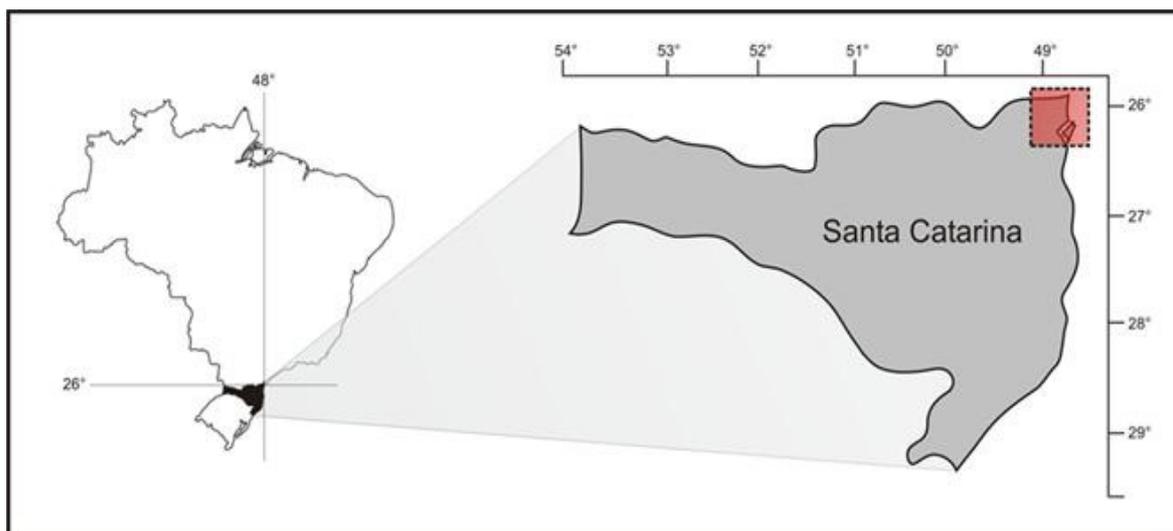


Figura 8 – Mapa do estado de Santa Catarina

Fonte: Prefeitura Municipal de Itapoá (2013)

O Município de Itapoá fica localizado ao norte do estado de Santa Catarina e faz divisa com os municípios de: Guaratuba - PR, São Francisco do Sul - SC (Sul), Garuva - SC (Oeste) e Oceano Atlântico (Leste), conforme Figura 9.

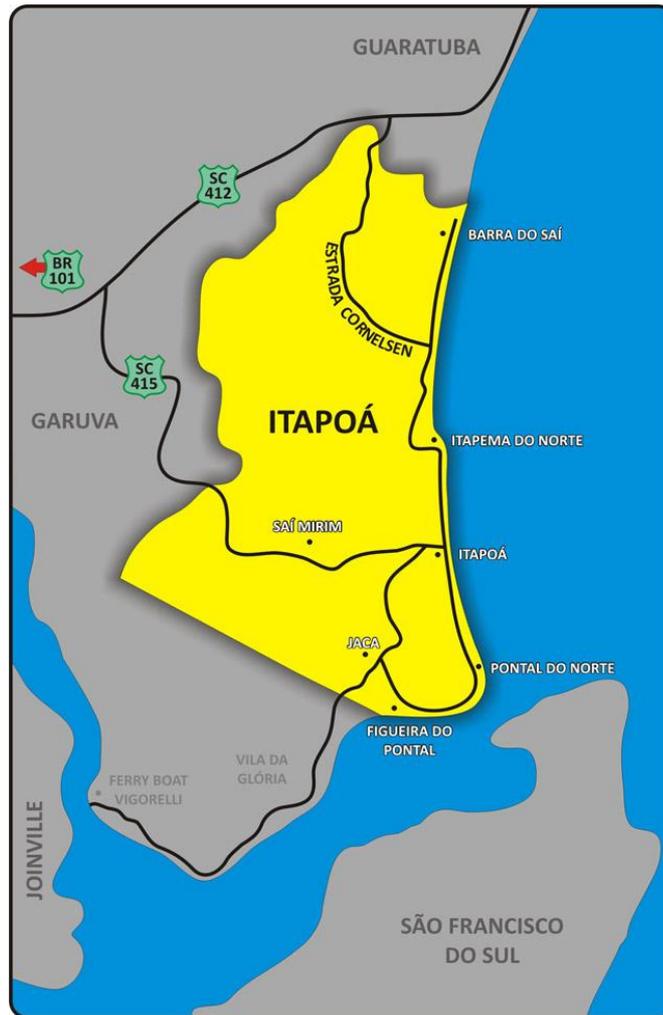


Figura 9 – Mapa de Itapoá com Entorno

Fonte: Prefeitura Municipal de Itapoá (2013)

O clima de Itapoá é tropical úmido e com chuvas distribuídas sem muita oscilação ao longo do ano. A temperatura média anual é de 20°C, Umidade relativa do ar 87,18% e Precipitação média anual 1.904,00 mm. (PREFEITURA, 2013).

A edificação onde foi desenvolvido o estudo está localizada na região central do Município de Itapoá. Trata-se de um Condomínio residencial multifamiliar denominado “Residencial Marrocos” com 2 pavimentos e totalizando 600 m² de área construída. Sendo esta, disposta em 6 apartamentos de 100m² cada, onde são compostos de três dormitórios, 2 banheiros, sala, cozinha, garagem, despensa, lavanderia e sacadas.

A utilização da água de chuva coletada pelo telhado, composto de telhas esmaltadas, calhas e condutores em PVC 100 mm, levados até a cisterna localizada nos fundos da edificação, onde a mesma será utilizada para limpeza das calçadas, rua interna e regar os jardins que compõem o condomínio residencial, conforme figura 10.



Figura 10 – Imagem 3d do Condomínio
Fonte: Autor (2013)

Os detalhes da edificação estão apresentados no apêndice referente ao projeto arquitetônico do residencial.

3.2 – Identificação dos Dados Hidrológicos

Foram levantados os dados hidrológicos da região pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de junho de 2007 a dezembro de 2010. De acordo com a estação pluviométrica número A851. A estação de meteorologia esta localizada à aproximadamente dois quilômetros de distância da edificação em estudo.

Neste estudo foram adotados os dados relativos aos meses de janeiro a dezembro dos anos de 2008, 2009 e 2010. Foram identificadas a média pluviométrica total anual, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 01 – Precipitação Média Mensal (mm) – Relativa aos anos de 2008, 2009 e 2010.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
2008	445,8	399,6	218,4	143,8	81,4	104	37,2	146	117	371,8	891,6	406,4	3363,4
2009	295	197,6	429,8	73,4	61,8	49,8	139,2	96,6	307,4	142,2	194,6	212,8	2200,2
2010	632,8	203,4	355,2	84,2	0,8	1	168,6	99,2	64,2	185,6	154,4	261,4	2210,8
MÉDIA	457,87	266,87	334,47	100,47	48,00	51,73	115,00	113,93	162,87	233,20	413,53	293,53	2591,47

Dados INMET /SC (2010) – A851 – Itapoá/SC.

3.3 - Identificação da demanda de água não potável

A demanda de água não potável foi estimada em função da análise da rotina do condomínio fundamentado em dados prescritos na NBR 5626 de instalações prediais de água fria referente ao uso de lavagem de pisos, calçadas e rega de jardim e rua interna de acesso as residenciais com água não potável.

3.4 – Estimativa do volume captável

Conforme a equação da norma técnica (ABNT, 2007), nesta etapa foi calculado o volume de água de chuva captável na área em estudo.

Conforme dados descritos no item 4.1, o Condomínio Residencial, possui 284,22 m² de área de captação, sendo duas coberturas com 142,11m² cada. Através da área de coleta e de posse dos dados hidrológicos e identificado o coeficiente de escoamento superficial, adotado o valor de $C=0,8$, foi possível identificar o volume captável na edificação.

3.5 – Seleção dos Métodos de dimensionamento de reservatório

Para a elaboração desta etapa, foram consultados trabalhos acadêmicos, livros e, Normas Técnicas, a fim de subsidiar a escolha dos métodos a serem aplicados no trabalho, são os três apresentados em seguida:

3.5.1 - Método Azevedo Neto;

Considerado como “Método Prático Brasileiro”, utiliza-se da precipitação média, valor numérico de meses com pouca chuva ou seca, além área da área de coleta da água.

O dimensionamento dos sistemas de abastecimento de água de chuva, segue os dados abaixo:

- a) Precipitação anual mínima;

- b) Número máximo de dias sem chuvas significativas;
- c) Consumo de água mensal;

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

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

onde:

V = volume do reservatório (litros)

P = precipitação média anual (mm)

A = área de coleta em projeção (m²)

T = número de meses de pouca chuva ou seca

3.5.2 - Método Prático Alemão;

É método empírico, no qual retira-se o menor entre os seguintes valores de 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

Trata-se de um método, cujo dimensionamento do reservatório procede embasado na relação (ABNT, 2007):

$$V \text{ adotado} = \min (V; D) \times 0,06$$

onde:

V = volume aproveitável de água de chuva anual (litros)

D = Demanda anual de água não potável (litros)

V adotado = Volume de água do reservatório (litros)

3.5.3 - Método Prático Inglês;

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

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

$$V = 0,05 \times P \times A \text{ onde:}$$

P = precipitação média anual (mm)

A = área de coleta em projeção (m²)

V = volume de água da cisterna (litros)

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

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo, conforme apresentado no capítulo 4 do procedimento experimental foi calculada a demanda mensal de água do Condomínio estudado, cujos resultados são apresentados na Tabela 02. Levando em consideração 2,00 litros de água por m², e a área de 350,00 m² de pisos e 100,00 m² de jardim, totalizando 450,00 m², tendo a demanda média estimada de 27.000,00 litros por mês, totalizando a uma média anual de 324.000,00 litros. Assim sendo, aplicando os valores na equação apresentada no capítulo 3.5 foi encontrado o volume aproveitável anual de 589.238,00 litros.

Tabela 02 – Cálculo da Demanda

Usos	Consumo (litros/dia/m ²)	Área (m ²)	Volume (litros/ dia)	Volume (litros/ mês)
Lavagem de pisos	2,00	350,00	700,00	21000,00
Rega de jardins	2,00	100,00	200,00	6000,00
Demanda Anual total (litros):				324.000,00

Fonte: Autor (2013)

Por sua vez, quando da aplicação do método Azevedo Neto foram encontrados os resultados apresentados na tabela 03.

Tabela 03 – Método Azevedo Neto

Precipitação média anual - P (mm)	Área de coleta - A (m ²)	Número de meses com pouca chuva - T	Volume do reservatório	litros	(m ³)
2.591,47	284,22	1	$V = 0,042 \times P \times A \times T$	30.934,99	30,93

Fonte: Autor (2013)

Ressalta-se que neste estudo conforme sugerido em TOMAZ (2003) foi adotado o valor de T igual a um mês de pouca chuva fundamentado na análise do regime pluviométrico da região estudada caracterizada por pluviometria regular, podendo apresentar resultados diferentes para regiões de precipitação irregular.

No que se refere a aplicação do Método Prático alemão, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 04. Destaca-se que em tal método o volume do reservatório é encontrado através da análise de 6% do menor volume entre a demanda anual e o volume aproveitável anual. Neste estudo, o menor valor corresponde à demanda anual cujo valor é de 324.000,00 litros, pois, o volume aproveitável anual corresponde a 589.238,00 litros.

Tabela 04 – Método Prático Alemão

Volume anual de consumo - D (litros)	Volume anual de chuva aproveitável - V (litros)	Volume do reservatório	litros	(m ³)
324.000,00	589.238,00	$V = \text{mín} (V ; D)$	19.440,00	19,44

Fonte: Autor (2013)

Com respeito à aplicação do método prático inglês os resultados foram obtidos com na área de coleta e na precipitação média anual e são apresentados na tabela 05.

Tabela 05 – Método Prático Inglês

Precipitação média anual - P (mm)	Área de coleta - A (m ²)	Volume do reservatório	litros	(m ³)
2.591,47	284,22	$V = 0,05 \times P \times A$	36.827,38	36,87

Fonte: Autor (2013)

Observa-se fazendo uma análise comparativa entre os métodos de dimensionamento, a existência de divergência nos resultados apresentados fato este que era esperado, devido à concepção de cada método.

Observa-se que na simulação da aplicação do método Azevedo Neto o volume de reservatório encontrado foi de 30.934,99 litros. Por sua vez, volume obtido pelo método Prático Alemão foi de 19.440,00 litros, resultado este inferior ao obtido pelo método de Azevedo Neto e também do método Prático Inglês, cujo volume foi de 36.827,38 litros.

Através desta análise, fica evidenciado a necessidade de avaliação da relação entre os objetivos propostos e a identificação do método a ser utilizado. Destacando então, que a escolha equivocada do método de dimensionamento do reservatório pode induzir a resultados insatisfatórios do ponto de vista técnico, econômico, sanitário e ainda da sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica (GIACCHINI, 2010).

A determinação do volume do reservatório deve-se fundamentar na análise dos dados hidrológicos locais, sobretudo da regularidade pluviométrica também na demanda de água não potável necessária para o atendimento ao consumo em função das características e finalidades da edificação.

Neste caso trata-se de uma edificação residencial localizada no litoral e que possui uma demanda diferenciada de água não potável em alguns meses do ano devido ao incremento da população do prédio na temporada de verão.

Desta forma para a identificação do volume de reservatório mais precisa, podem ser simulados outros métodos de dimensionamento coma a utilização de dados pluviométricos diários ou mensais e com a análise comportamental do volume do reservatório.

De posse dos resultados encontrados para o volume do reservatório que melhor atende o Condomínio Residencial , adotou-se o volume de 30,93 m³ encontrado pelo método de Azevedo Neto em virtude deste ser o resultado mais próximo da demanda média mensal, que é de 27,00 m³ e finalizou-se o estudo com um orçamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva, podendo assim visualizar a parte financeira para instalação do mesmo, conforme Tabela 06.

Tabela 06 – Orçamento de Sistema Completo de Captação e Aproveitamento de Água

PRODUTOS	VALORES
Filtro VF1 - Residencial	R\$ 1.122,00
Sifão Ladrão - 100mm	R\$ 165,00
Freio Dágua - 100mm	R\$ 74,00
Conj. Sucção Bóia-Mangueira 1"	R\$ 389,00
Bóia Elétrica - 25A	R\$ 45,00
Realimentador Acqua Save 3/4 - 220V	R\$ 279,00
Pressurizador - 1/2 CV	R\$ 535,00
Cisterna - Materiais Construção	R\$ 4.450,00
Cisterna - Mão de Obra	R\$ 4.200,00
TOTAL	R\$ 11.259,00

Fonte: Autor (2014)

Considerando a redução na fatura de água no valor mensal de R\$ 105,00, totalizando a um valor de R\$ 1.260,00 anual, considerando o reajuste anual deste serviço de aproximadamente 8%, pode-se afirmar que o tempo necessário para diluição destes valores seria aproximadamente sete anos para que o investimento fosse pago. Tendo assim a partir deste período o retorno financeiro, além da contribuição com o meio ambiente.

5. CONCLUSÃO

Através deste estudo foi estimada a demanda de água não potável no objeto de estudo sendo este um Condomínio Residencial em Itapoá, Santa Catarina. Foram levantados os dados hidrológicos da região junto ao INMET/SC, foi feita uma comparação entre três métodos de dimensionamento do reservatório para obter um volume que proporcione economia de água potável.

Assim conclui-se que a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva é viável tendo como objetivo principal a complementação do sistema existente e no intuito de redução da conta de água, além de contribuir para a preservação da água no planeta.

Como o objeto de estudo esta inserido em uma cidade litorânea, onde a mesma possui um sistema de água potável incapaz de fornecer água em toda a cidade durante os meses de temporada de verão. Sendo assim ficando diversas residências sem água, por períodos de até 15 dias em datas festivas, tais como natal e ano novo. E ainda durante todo o período do verão, o fornecimento de água potável fica comprometido durante os fins os fins de semana. Portanto, a implantação deste sistema não apenas contribuiu na economia financeira, mas sim para suprir uma necessidade básica de todos os moradores do condomínio.

Ainda pode ser feito uma análise mais profunda da sequência de dias sem chuva na região para a identificação mais real dos meses de pouca chuva para aplicação do método de Azevedo Neto, como no estudo apresentado por Giacchini (2010) para a região de Curitiba no estado do Paraná, onde identificou que o período seco é inferior a um mês devido à regularidade pluviométrica da região.

Assim conclui-se que a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva é viável tendo como objetivo principal a complementação do sistema existente e no intuito de redução da conta de água, além de contribuir para a preservação da água no planeta.

REFERÊNCIAS

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626, 36p: Instalações prediais de água fria. Rio de Janeiro, Novembro de 1982.

AECWEB: Disponível em:

<http://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589> Acessado em 02 Mai. 14.

ANA AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conservação e Reúso da Água em Edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica, Jun. 2005, 152p.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES, 2001.

AQUASTOCK: Disponível em:

<<http://www.aquastock.com.br/>> Acessado em 12 Jul. 12.

CASOS DE CASA: Disponível em:

< <http://www.casosdecasa.com.br/index.php/tags/captacao-de-aguas-pluviais/>> Acessado em: 23 Out. 13.

CHRISTIAN, Priscila. Análise das exigências impostas pelo Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE, existente na cidade de Curitiba – PR. 2008. 105f. Monografia (Conclusão de curso de Engenharia de Produção Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, PR. 2008.

CIA DAS TORNEIRAS: Disponível em:

<http://www.ciadastorneiras.com.br/index.php?coluna=1&link=central&Categ_Id=1515&Sub_id=23> Acessado em: 10 Out. 13

CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura) Disponível em:

<<http://www.confea.org.br/publique/media/saofranciskonordeste.doc>> Acessado em: 10 Jul. 2013.

Conservação e Reúso de Água. Manual de Orientações para o Setor Industrial v.1. São Paulo 2004. Disponível em:

<<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-da-agua-2004>> Acessado em: 27 Fev. 2014.

CURITIBA. Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003. Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. Curitiba, set. 2003.

ESTUDO PRÁTICO: Disponível em:

<<http://www.estudopratico.com.br/ciclo-da-agua-na-natureza>> Acessado em: 28 Abr. 14.

FENDRICH, R. Manual de Utilização das águas Pluviais (100 Maneiras Práticas). Curitiba, Chain Editora. 2ª Ed –190p. 2009.

FENDRICH, R. Aplicabilidade do armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana. Curitiba, 2002. 504f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

GIACCHINI, Margolaine. Estudos quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos. 2010.145 f.Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Departamento Hidráulica e Saneamento . Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GIACCHINI, Margolaine. Estudo sobre aproveitamento de água de chuva nas edificações. 2003.67f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2003.

IDHEA (Instituto de Desenvolvimento e Habitação Ecológica) Disponível em:
<http://www.idhea.com.br/construcao_sustentavel.asp> Acessado em: 10 Mai. 2013.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Estações Convencionais / Dados Curitiba. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>> Acessado em: 28 Set. 2013.

MENEZES, André Vaz. Estudo do Impacto da Inclusão de Sistemas de Conservação de Água na Qualidade do Investimento para Edifícios Residenciais na Cidade de São Paulo. 2006. 84f. Monografia (Conclusão de curso de MBA em Gerenciamento de Empresas e Empreendimentos na Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

PREFEITURA DE ITAPOÁ: Disponível em:
<<http://www.itapoa.sc.gov.br>> Acessado em: 08 Nov. 13.

PROSAB, Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano, Belo Horizonte, MG, 2009.

SABESP. O uso racional da água no comércio. São Paulo, 2010. Disponível em:
< http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf>
Acessado em: 10 nov. 2013.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Programa de Uso Racional da Água. Disponível em:
<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=&docid=C4B7E622A7962E6A8325711B005098ED> Acessado em: 11 de Nov. 2013.

SEMPRE SUSTENTÁVEL: Disponível em:

<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva.htm>> Acessado em: 23 Out. 13.

SINAL SEG: Disponível em:

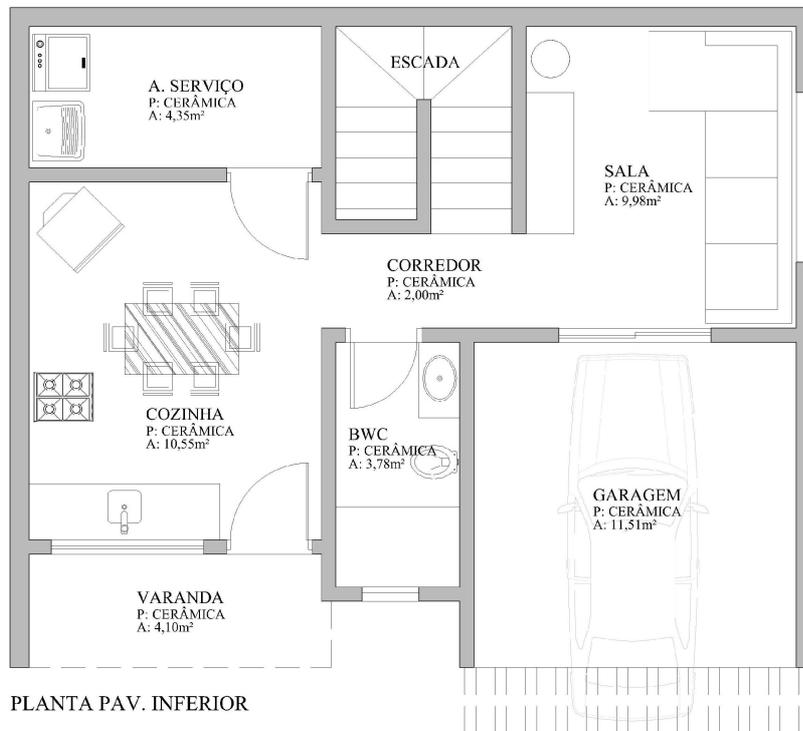
<http://www.sinalseg.com.br/prod_det.php?idprod=142> Acessado em: 20 Mar. 14.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água de chuva 1.a ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TOMAZ, Plinio. Aproveitamento de Água da Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis. 2.a ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005.

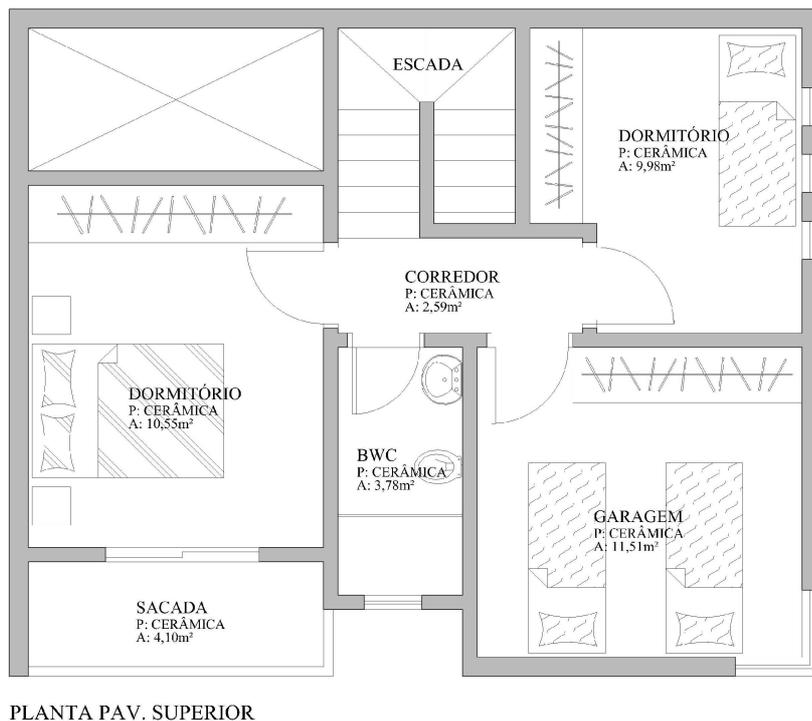
APÊNDICES

Figura 11 – Planta Pavimento Inferior



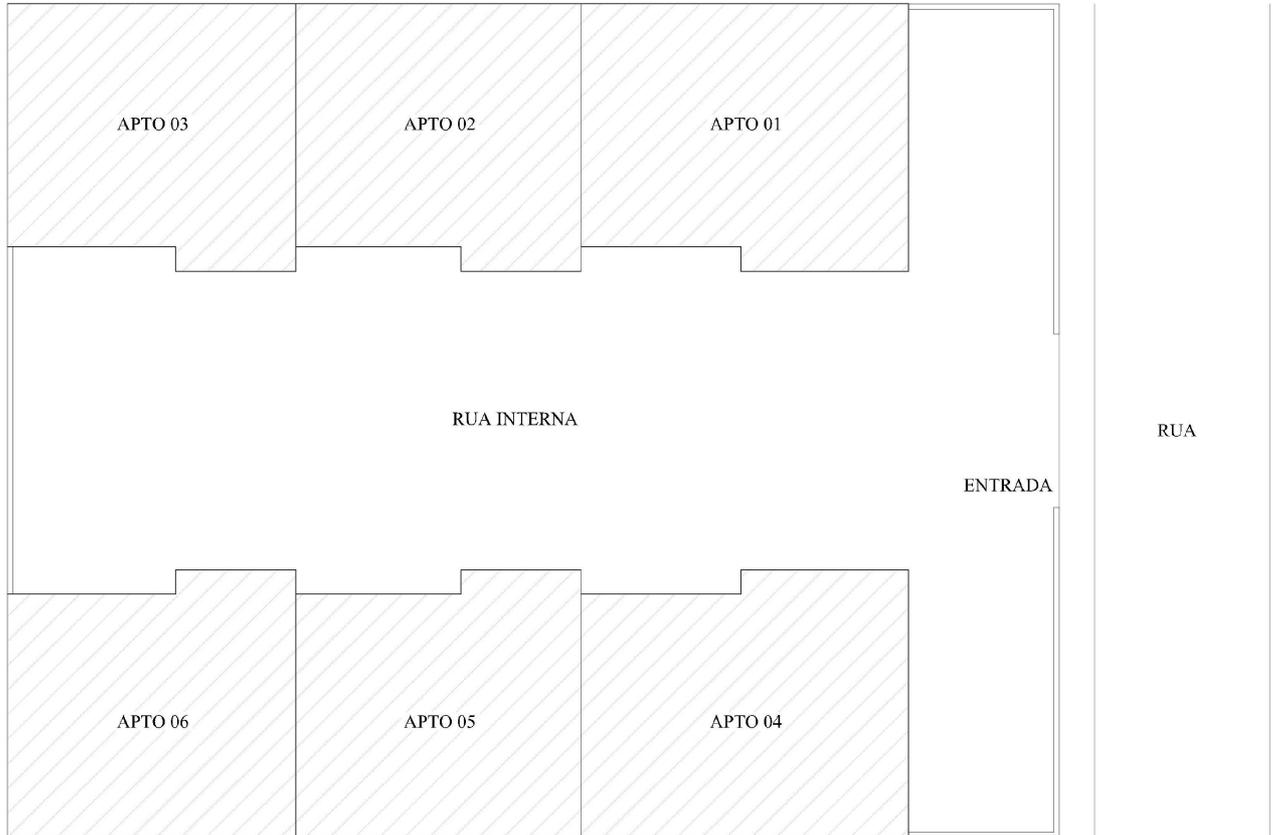
Fonte: Autor (2014)

Figura 12 – Planta Pavimento Superior



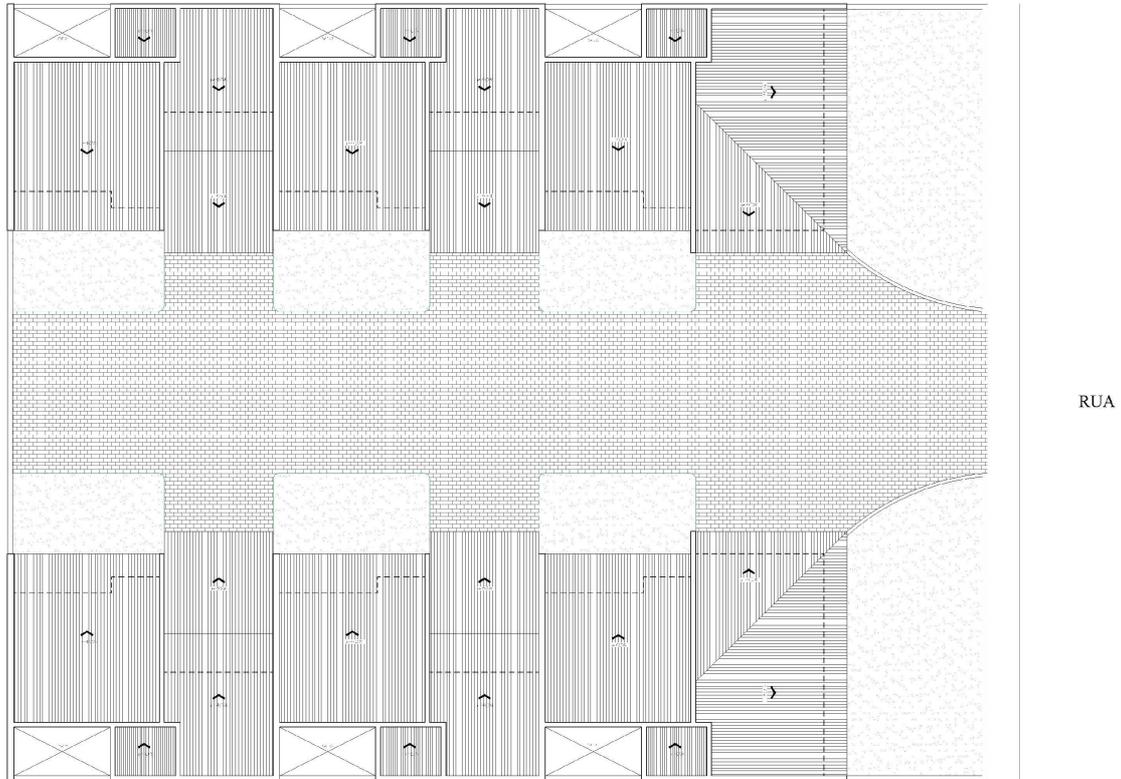
Fonte: Autor (2014)

Figura 13 – Identificação dos Apartamentos



Fonte: Autor (2014)

Figura 14 – Implantação e Cobertura



Fonte: Autor (2014)