

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA SEM TRATAMENTO EM UMA
RESIDÊNCIA**

UTILIZATION OF RAIN WATER IN A RESIDENCES TREATMENT WITHOUT

Roberval Bresolin e João Hélio Righi de Oliveira

RESUMO

“Água fonte da vida”! Pesquisas realizadas até o momento sobre a vida na terra são provadas e comprovadas que não existiríamos como somos hoje se não houvesse água. Qualquer forma de vida depende da água para a sua sobrevivência e para o seu desenvolvimento, mesmo formas de vidas por mais primitivas que sejam dependem da água para sobreviver. Portanto somente 2,8% ou seja, um percentual muito baixo diante do universo da Água do Planeta Terra é doce e grande parte desta é imprópria para o consumo humano sendo necessário o emprego de alta tecnologia para torna - lá potável. Tendo estes números como parâmetro, e nos transportando para o Brasil, o qual detém 11,6% da água doce superficial do mundo e estão distribuídas da seguinte forma, 70% da Água disponíveis para uso estão localizadas na Região Amazônica, e os 30% restantes distribuem-se desigualmente pelo País, para atender a 93% da população. Somente na América Latina, no período de 1950 a 2000, portanto nas últimas cinco décadas, a redução de água caiu de 105,0 (1.000m³ p/habitante) para 28,3 (1.000m³ p/habitante), portanto uma queda drástica nos reservatórios naturais disponíveis. Diante destes fatos, se não tomarmos uma atitude imediata não teremos mais o líquido da vida, e seguindo este pensamento e os caminhos propostas no encontro dos países na Rio 92, em seu plano de ação para o século 21, visando a sustentabilidade da Vida na Terra, em um dos seus 40 capítulos, a Agenda 21 aborda a “conservação e manejo dos recursos naturais”. Portanto, a adoção de medidas que venha organizar, tecnificar, qualificar a gestão e promover alterações na percepção quanto à forma de trabalhar em relação aos impactos causados na conservação dos recursos naturais, e “Pensar Globalmente e Agir Localmente” (Agenda 21) é o propósito deste trabalho. As análises destes fatos justificam a presente proposta do trabalho, que tem por objetivo buscar inovações de um assunto milenar, principalmente, para o processo de redução de custos, redução do uso dos Recursos Naturais como; “Aproveitamento de Água de Chuva sem Tratamento em uma Residencial”.

Palavras-chave: água de chuva, abastecimento de água, sustentabilidade, redução de custo, sistema de captação residencial.

ABSTRACT

"Water source of life"! Research conducted to date on life on earth are proven and tested that would not exist as we are today if there was no water. Any form of life depends on water for their survival and for their development, whether by life forms that are more primitive depend on water to survive. Thus only 2.8% ie a very low percentage of the universe on the Water Planet Earth is sweet and much of it is unfit for human consumption sedo necessary to use high technology to make - there drinking. Taking these numbers as a parameter, and transporting to Brazil, which holds 11.6% of the world's surface freshwater and are distributed as follows, 70% of water available for use are located in the Amazon region, and 30% others

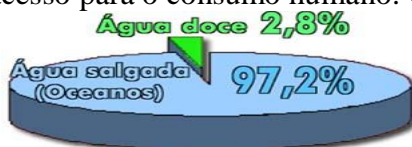
are distributed unevenly throughout the country, to meet 93% of the population. In Latin America alone over the period 1950 to 2000, so the last five decades, the reduction of water fell from 105.0 (1.000m³ p / capita) to 28.3 (p 1.000m³ / capita), so a drastic drop Available in natural reservoirs. Given these facts, unless we take immediate action we will not have the liquid of life, and following this thought and the ways proposed in the countries meeting in Rio in 1992, in its action plan for the 21st century, aiming at the sustainability of life in Earth, in one of its 40 chapters, Agenda 21 addresses the "conservation and management of natural resources." Therefore, the adoption of measures that will organize, Tec, describing management and promote changes in perception on how to work in relation to impacts on the conservation of natural resources, and "Think Globally and Act Locally" (Agenda 21) is purpose of this work. The analysis of these facts justify the proposal of the work, which aims to seek novelty of a millennial issue, especially for the process of cutting costs, reducing the use of natural resources as, "Utilization of Rain water in a Residences Treatment without. "

Keywords: Rain water, Water Supply, Sustainability, Cost Reduction, Residential collection system.

1 INTRODUÇÃO

A inclusão social não existirá se a população mais carente não tiver direito a princípios básicos, como o direito de ter acesso à água, em muitas situações o acesso é negado decorrente de falta de políticas públicas que promovam um saneamento básico a população, mas em muitas vezes o investimento será elevado para atingir um grupo muito ínfimo da população.

Planeta Água, 70% da superfície do Planeta Terra é Água, destes 97,2% das águas são salgadas e estão em Oceanos e Mares, 2,793% é doce, mas se encontra em geleiras ou regiões subterrâneas (aquíferos), de difícil acesso, e destes 0,007% é doce e é encontrada em rios, lagos e na atmosfera, de fácil acesso para o consumo humano. Clarke, (2008. p.20)



Fonte: Clarke (2008. p.20)

Figura 1.1 – Comparativo dos reservatórios em percentual de Água doce e Água Salgada.

Diante destes números, ainda mais para agravar o cenário apresentado pela natureza, a humanidade vem promovendo ações que deixam cada vez menos opção de se obter água potável.

Rebouças, (2004, p. 53), a “Revolução Industrial gerou um grande aumento na produção de vários tipos de bens e grandes mudanças na vida e no trabalho das pessoas, destacando o crescimento desordenado da demanda localizada da água, grande desperdício e a degradação da sua qualidade em níveis nunca imaginados nas cidades e na agricultura”.

Em decorrência do crescimento desordenado que afetou diretamente os Recursos Hídricos ao longo dos anos, e com o seu agravamento, teve início no ano de 1992 uma campanha promovida pela ONU, para a preservação dos Recursos Hídricos, nesta resolução foi institucionalizada o dia 22 de março como “O dia Mundial da Água”, e também foi proclamada a “Declaração Universal dos Direitos da Água”.

DIAS, (2004, p. 31) – Da à seguinte definição para: “Desenvolvimento Sustentável, é um novo modelo, que busca compatibilizar o atendimento das necessidades sociais e econômicas do ser humano com as necessidades de preservação do ambiente, de modo que assegure a sustentabilidade da vida na terra para as gerações presentes e futuras”.

Para Gilbert (1995, p. 2), os princípios do desenvolvimento sustentável envolvem o processo de integração dos critérios ambientais na prática econômica, a fim de garantir que os planos estratégicos das organizações satisfaçam as necessidades de crescimento e evolução contínuos e, ao mesmo tempo, conservem o capital da natureza para o futuro. Aplicar o princípio significa viver dentro da capacidade dos ecossistemas existentes.

Diante destas situações, é que este trabalho esta voltado a apresentar alternativas viáveis de acesso à água, com baixo custo de investimento, e provar que existe formas de promover a distribuição de água por toda a população utilizando os sistemas de captação de água da

chuva, tanto para atender individualmente residências unifamiliares como era feito há mais de 850 a.C. pelo povo moabita.

2 JUSTIFICATIVA

A execução do presente projeto justifica-se pelas seguintes razões:

- O uso inadequado da água, ligado à falta de saneamento, falta de controle e conservação dos sistemas de canalização pelos órgãos públicos, onde mais de 35,4% da água tratada é perdida com vazamentos e descontrole por ligações clandestinas durante a sua distribuição. Na Região Sul, sendo que a média nacional é de 40,7% (Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2008) diante destes números é necessário buscar alternativas que visam à compensação deste desperdício, além da conscientização da população que depende exclusivamente dos envolvidos neste cenário em tomar uma atitude para reverter o quadro e proporcionar redução no desperdício da água e aumentando a receita com a redução do custo cobrado por ela.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico dos reservatórios para aproveitamento de água de chuva

Tratar do assunto reservatório para aproveitamento de água de chuva, não é novidade, apenas deixou-se de ser usado em larga escala, devido à grande quantidade de água existente aliada ao emprego de tecnologias, que facilitou o seu uso, e hoje sem esforço recebemos a água em nossas residências e demais estabelecimentos.

Tomaz (2005), mas o que era realidade está mudando decorrente da falta de uma consciência ambiental, de políticas públicas e fiscalização e pela mesma necessidade do passado que foi a falta de água, destaca em seu livro sobre registros de inscrições revelando a descoberta de reservatórios escavados há 3.600 a.C., e a Pedra *Moabita*, encontrada no Oriente Médio com gravações onde era exigido pelo Rei do povo Moabita, que sejam construídos nas casas os reservatórios de captação de água de chuva, isto há 850 a.C.

3.2 Precipitações da Região de Santa Maria

Conforme o autor TUCCI, (p.177, 1993), “a precipitação é entendida em hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre”... O índice de precipitação para a região de Santa Maria conforme figura 4.1, fica na faixa entre 1.700 a 1.800 mm/a., portanto uma média de 1.750mm/a. por m², ou 1.750 litros por m² / a ou ainda uma média de 145,83 mm / mês.

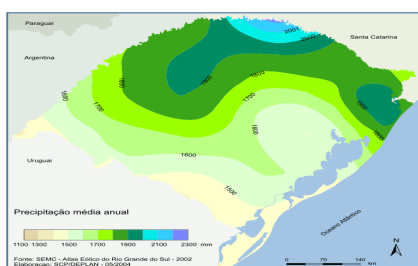


Figura 3.1 - Índices de Precipitações Média Anual do RS

3.3 O Uso de água captada em uma residência

Tomaz (2005, p.32), transcreve o artigo 102 e 103 do Código das águas decreto 24.643/1934, “Art. 102 – Consideram águas pluviais as que procederem imediatamente das chuvas” é o “Art. 103 – As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em contrário”.

(Yamagata et al IWA, 2002 apud Tomaz 2005, p.09), em suas pesquisas feitas no Japão garante que a economia de água potável, fornecida pelo estado é de 30%, quando aplicado o sistema de captação de água de chuva e água servida.

Tomaz (2005, p.18), Estimativas feitas em 1999, pelo *International Environmental Technology Centre* (IETC) das Nações Unidas, concluíram que em 2010, a população da Alemanha e dos Estados Unidos aceitariam de 45% a 42% de água de chuva.

Em outras localidades também estão tomando medidas que visam promover a economia e redução no uso de água pública tratada, com a captação da água de chuva para fins não potável:

- No Texas, a cidade de Austin, que tem a média pluviométrica anual de 810 mm, fornece US\$ 500 a quem instalar sistema de captação de água de chuva;
- A Cidade de *San Antonio* – Texas repassa o valor de US\$ 200 para quem economizar 1.230m³ de água da rede pública usando água da chuva, durante o período de 10 anos;
- Sumida, cidade da área metropolitana de Tóquio no Japão, tem uma precipitação média de 1.400mm e mesmo assim é aproveitada a água da chuva, devido à segurança no abastecimento de água em caso de emergência;

Com base nas citações apresentadas, constata-se que o uso de alternativas na busca de soluções para promover o aumento dos reservatórios de água estão cada vez mais inseridos no cotidiano das pessoas, mas são muito modestas e sendo assim a resposta da natureza na recuperação é lenta, tem-se cada vez mais a necessidade de promoverem alternativas e estas serem apoiadas maciçamente pelos órgãos públicos, só assim recuperaremos o dano causado.

Diante destes problemas “Diagnosticar os processos tecnológicos de extração, beneficiamento e gestão operacional, visando identificar os fatores que contribuem para a captação adequada de Água da Chuva” é um dos objetivos específicos.

3.4 Materiais Utilizados no Processo para Captação de Água de Chuva

Não podemos deixar de dar ênfase aos sistemas de captação de água de chuva existentes para residências que são: - captação para se evitar enchentes, denominadas de piscinas de contenção e captação para o uso residencial, que é o objetivo geral deste trabalho.

4.4.1 Tipos de materiais usados na captação de Água de Chuva

A área de captação da chuva pode ser de diversos materiais, como metal, vidro, ferro galvanizado, concreto armado, mas os telhados para captação de água de chuva os mais usados são cobertos com telhas de barro, fibrocimento e zinco.

Para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado. Para isto, 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. Usa-se C para o coeficiente de Runoff. Tomaz, (2005, p.79)

Ruskin, (2001 *apud* TOMAZ, 2005, p.80), em sua pesquisa cita que o valor do coeficiente de Runoff de acordo com a literatura esta entre 0,70% e 0,90% – dando a sugestão de ser mais eficiente utilizar o valor de $C = 085\%$.

Estas divergências nas perdas de água precipitada para a armazenada são devido ao grau de limpeza do piso por onde irão cair à água, evaporação, perdas nas autolimpeza e outras variáveis que são consideradas.

Uma destas variáveis é a área de captação ou a superfície por onde irá escorrer a água da chuva, esta superfície pode ser de diversos materiais, medindo-se esta área em m^2 ., no telhado demonstrado na figura 4.2. A água poderá ser captada em um ou em ambos os lados do telhado, isto depende somente do sistema de calhas, quantidade de pessoas na residência e o destino que terá esta água captada.

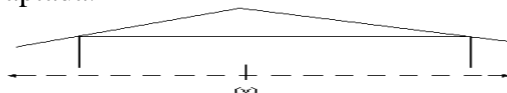


Figura 3.2 - Área de um telhado

Tomaz, (2005, p.63) As calhas e condutores verticais deverão obedecer às normas brasileiras de instalações de esgoto pluvial (NBR 10844 de dezembro de 1989 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT).

Para tal condutor a NBR 10844/89 determina que o diâmetro mínimo seja 70 mm.

3.5 Filtro

Uma das grandes preocupações que temos de ter é com a qualidade da água que iremos armazenar, e para isso é imprescindível à utilização de algum tipo de filtro.

3.6 Motores

O uso de motores sempre é utilizado quando o armazenamento da água não for distribuído por sistema gravitacional, que ocorre quando a cisterna esta acima dos pontos de utilização da água armazenada.

3.7 Tipos e formas de Cisternas

Outro item importante para se calcular o tamanho do reservatório é a demanda no período de estiagem, e qual a quantidade de água da chuva que será captada neste período, para isso o que difere é a forma para qual estimativa de demanda que pretendemos dar para esta água captada.

Em pesquisas realizadas nas bibliografias que abordam o assunto, existem vários métodos para saber o volume de água de uma cisterna podendo ser usados os seguintes: **Método de Rippl; Método da simulação; Método Prático alemão; Método prático inglês; Método australiano e Método prático brasileiro**, este último método fornece aproximadamente 85 % de probabilidade de êxito na permanência de água no reservatório durante períodos de estiagem, conforme ABNT – NBR n° 15 527/2007, portanto será aplicado este modelo.

Fórmula do Método prático brasileiro: $V = 0,042 \times P \times A \times T$ (3.1)

Sendo:

P = precipitação média anual (mm);

T = número de meses de pouca chuva ou seca

A = área do telhado em projeção (m²);

V = volume de água aproveitável e volume de água do reservatório (litros)

3.8 Tipos de reservatório internos ou Caixas de água.

Quando se trata de captar água da chuva para uso em bacias sanitárias, em sua grande maioria, é necessário o uso de caixas de água para armazenar a água que ira ser usada, portanto não podemos deixar de ter uma atenção especial as ligações do sistema hidráulico. Conforme Yamagata, 2002 *apud* Tomaz, (2005, p.45), “varias localidades do Japão como a cidade de Furuoka e a região metropolitana de Tóquio estabelecem regras para o uso de água de chuva no ponto de uso, que é a geralmente usada em bacias sanitárias”.

Estas precauções dos japoneses e em vista de terem medo de uma contaminação por falta de cuidado nas conexões cruzadas (*cross conection*).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Considerações sobre a Metodologia

Para pesquisar métodos no uso racional e economia de água, que se apresentam como alternativas de captação e armazenamento, a pesquisa será fundamental para o levantamento de informações e chegar à conclusão dos materiais e equipamentos que estão sendo utilizadas, normas técnicas empregadas, e mão de obra especializada, diante destas variáveis será estudado o mais viável e de menor custo a ser utilizado no Aproveitamento de Água de Chuva em uma residência a ser aplicado no município de Santa Maria, RS - BR.

4.2 Delimitações do Tema

Quanto à delimitação do problema a ser estudado, é o “**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA SEM TRATAMENTO EM UMA RESIDÊNCIA**”, com o foco na conscientização ambiental e em questão a redução dos gastos com o consumo de Água tratada sendo esta utilizada precisamente nos item mencionados abaixo na tabela 4.1.

Tipo de uso da água	Porcentagem	Água de Chuva
Descargas na bacia sanitária	41%	sim
Rega de jardim com sprinkler	3%	sim
Lavagem de carros	1%	sim
Piscinas	0 a 5%	sim

Qasim, Syed R., 1994, *apud* Tomaz, (2000, p.37)

Tabela 4.1 – Desagregação da água em uma residência

4.3 Abordagens e definição do tamanho da amostra e a população

Hair, *et al.* (2005, p.31), “Assim, pesquisa em administração é uma função de busca da verdade que reúne, analisa, interpreta e relata informações de modo que as decisões administrativas se tornem mais eficazes”.

Para implantação do projeto de Captação de Água de Chuva em um sistema Residencial, será feita abordagem qualitativa.

Hair, (2005, p.152) “as abordagens qualitativas para coletas de dados são usadas tipicamente no estados exploratório de processos de pesquisa. Seu papel é identificar e/ ou refinar problemas de pesquisa que podem ajudar a formular e testar estruturas conceituais. Tais estudos normalmente envolvem o uso de amostras menores ou estudo de caso”.

Hair *et al.* (2005, p.51), salienta que “ a proposta de pesquisa desempenha um papel fundamental em qualquer projeto de pesquisa. Ela identifica e define o problema a ser investigado”...

Para, Marconi e Lakatos (2003, p.92), “A entrevista é um encontro entre duas pessoas, afim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social”.

4.4 Procedimentos

Diante do tema já definido “**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA SEM TRATAMENTO EM UMA RESIDÊNCIA**”, será aplicados questionários “*in loco*” entrevistando 6 (seis) usuários do sistema de captação de água de chuva e confrontado com o referencial bibliográfico, e com estas informações estabelecendo parâmetros e procedimentos para a execução do projeto que proporcione menor custo e que atenda as necessidades do usuário.

Com estes dados em mãos, e após a realização do estudo bibliográfico sobre a metodologia a ser aplicada definiu-se estratégias que irão atender os objetivos específicos deste trabalho.

Para o sucesso da captação de água da chuva para uso residencial, é fundamental dispor de tecnologias que reúnam simplicidade de construção, alta resistência, baixo custo e principalmente mão de obra qualificada a executar o projeto, para ser atrativo.

4.5 Materiais

Tendo como plano piloto uma residência em construção, com uma área de telhado de 180m², tem-se condições de um controle exato dos materiais que estarão sendo empregados, assim como os valores para conclusão do projeto em questão.

Materiais diretamente empregados na construção de um sistema de captação de Água de Chuva, salientando que para compor os custos serão considerados somente os materiais que não fazem parte da estrutura da construção, e estes estarão destacados (S):

- Telhas; calhas, (S); dutos condutores subterrâneos em PVC, (S);
- caixas de tijolos coletoras subterrânea, (S);
- seixos roliços para filtrar grandes resíduos, (S);
- caixa de Fibra para armazenamento de água de chuva, (S);
- filtros para pequenos resíduos, construção em “Z”,(S);

- cisterna, (S) e motor, ou moto bomba, (S).

O segundo item dos objetivos específicos é: “Dimensionar o potencial de aproveitamento da Água da Chuva em uma Residência na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil”, sendo assim será apresentado o **Projeto Piloto Estudado**.

4.6 Aplicação do Projeto Piloto Estudado

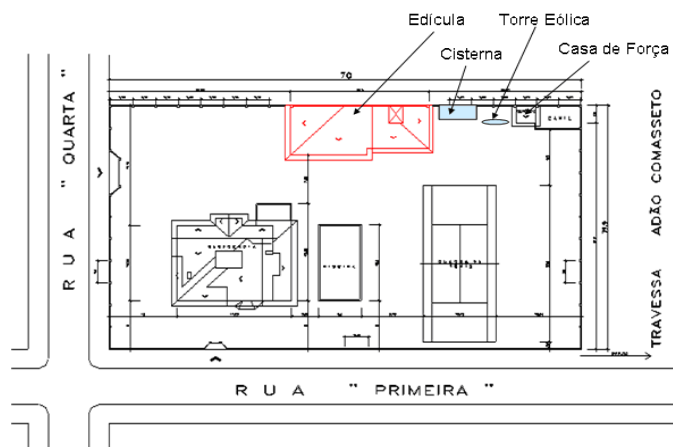


Figura 4.1 – Planta situação/localização onde será instalado o sistema de captação de água de chuva, e eólico. Escala 1/200

4.6.1 Telhado da edícula

Área do telhado da edícula com medida aproximada de 180 m² com planta de indicação da movimentação da água no telhado, tendo três saídas de duto de 100 mm, com responsabilidade de área de 60m² cada.

Portanto para sabermos se as calhas e os condutores têm tamanho adequado, teremos de aplicar o coeficiente de escoamento superficial $C = 85\%$ (Coeficiente de runoff) além do coeficiente de rugosidade de Manning que para este modelo que é de cobertura de telhas de cerâmica, o coeficiente rugosidade será de 0,013.

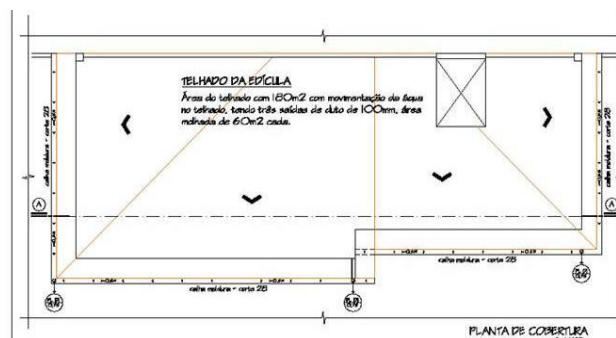


Figura 4.2 – Planta cobertura da Área do Telhado = 178,76m² ≈ 180,00m² . Escala 1/50

Nas próximas figuras esta sendo mostrada em corte longitudinal distribuição da água potável, água esta servida pelo sistema público (CORSAN), e a água da chuva captada pelo sistema

onde a água após ser armazenada na caixa com volume de 1.000 litros ou 1m³ localizada sobre a laje e distribuída por toda residência.

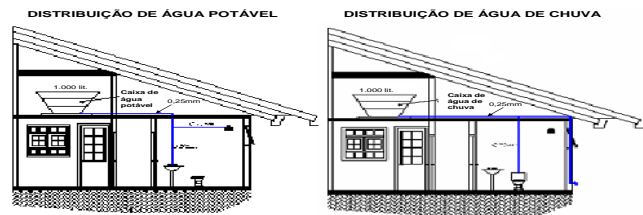


Figura 4.3 – Corte transversal, com localização dos dutos condutores da distribuição da água potável e da água vinda da cisterna.

Tomaz (2005, p.38), “ A água potável municipal não deve, em hipótese alguma, estar interligada com a água de chuva, evitando assim a possível contaminação da rede pública com uma *cross connection*.

4.6.2 Localização da Cisterna

Portanto, para resolver este problema um dos métodos a ser adotado será o método que fornece aproximadamente 85 % de probabilidade de êxito na permanência de água no reservatório durante períodos de estiagem, e este método é o método prático brasileiro.

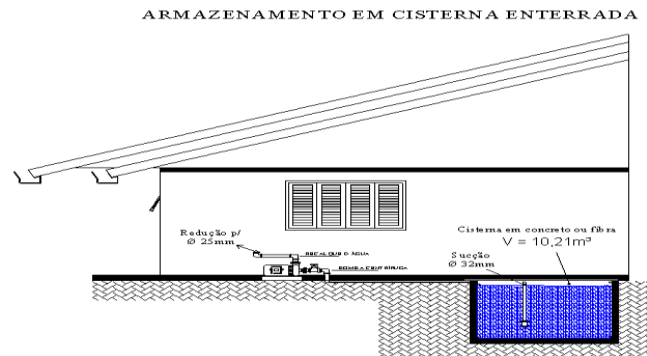


Figura 4.4 - Corte Lateral – Localização da cisterna e da moto bomba para manejo da água da cisterna, ou por movimentação eólica.

Na figura 4.5, temos a aplicação do projeto piloto estudado em sua totalidade, podendo ser visto a canalização pluvial, alimentação eólica alternativa para bombeamento d’água, caixas de recepção da primeira água para filtragem de resíduos.

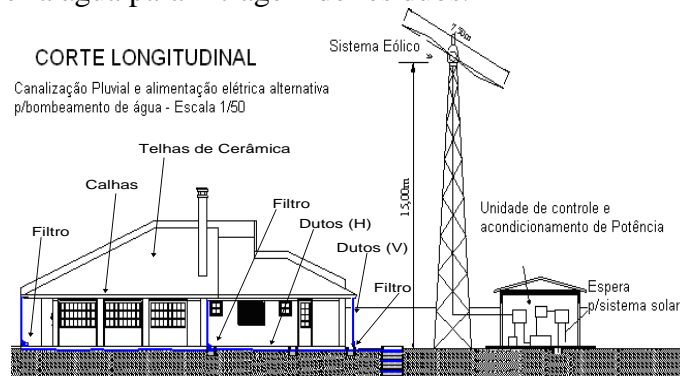


Figura 4.5 - Corte Longitudinal Projeto Piloto – Canalização Pluvial e alimentação eólica alternativa para bombeamento d'água.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Apurações dos elementos para o dimensionamento do sistema de Captação.

Com base nos elementos conforme apresenta o fluxo, será reagrupado as informações levantadas até o momento para apuração dos respectivos resultados:

- 5.1.1 Índice de precipitação média anual da região de Santa Maria, conforme figura 3.1, está em 1.750mm/a. por m².
- 5.1.2 Área de captação de 180m², figura 5.5, levando em consideração telhas de cerâmica, (coeficiente de rugosidade de Manning C = 0,013%) e coeficiente de escoamento superficial de Runoff C = 85%
- 5.1.3 Calhas e Condutores verticais, para a vazão da calha é levado em consideração a fórmula:

- Formula para vazão das calhas:
$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (5.1)$$

Onde:

Q = vazão do projeto (L/min)

I = intensidade pluviométrica (0,1997 mm/h)

A = área de contribuição (180m²)

Q = 0,1997 x 180 / 60 = 0,60 L/min.

- 5.1.4 Condutores verticais, quadro 4.5, para saber a vazão que suporta o condutor vertical é necessário transformar o volume de precipitação de 1.750mm/a/m² em mm/h, e adequar ao diâmetro do condutor. Portanto se temos este volume em mm ao ano faremos a seguinte conversão:

$$1.750 : 365 \text{ dias} = 4,79\text{mm/dia}$$

$$4,79 : 24 \text{ horas} = 0,1997\text{mm/hora}$$

$$0,1997 \times 180\text{m}^2 = 35,96\text{mm/h}$$

$$35,96 \times 24 \text{ horas} = 863,04 \text{ mm/dia} = 863,04 \text{ litros de média captados}$$

por dia para um telhado de 180m², não descontado as perdas com filtros e rugosidade nas calhas. Obs. Com este resultado, será considerado o proposto pela norma NBR 10844/89 determina que o diâmetro mínimo seja 70 mm, para condutores verticais e calhas, conforme (NBR 10844 de dezembro de 1989 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT).

- 5.1.5 Número de pessoas; para projetar este sistema é muito importante ter a noção exata do número de pessoas em uma residência unifamiliar, e para isso foram utilizadas as informações contidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS de 2007 que são:

5.1.5.1 População do município de Santa Maria em 2007 é de 236.931 pessoas;

5.1.5.2 Quantidade de ligações ativas de água em 2007, 51.992 ligações;

5.1.5.3 Consumo médio percapita de água em 2007 124,17 lit/hab/dia;

5.1.5.4 Tarifa média de água 2010, R\$ 3,83 m³.

5.1.5.5 Número médio de pessoas por ponto de ligação de água é de?

Diante dos números apresentados pelos relatórios do SNIS, constata-se que, se a população é de 236.931 pessoas e existem 51.991 ligações ativas, logo temos uma média de 4,56 pessoas por ligação, ou por economia ou também podemos dizer por residência unifamiliar, e que por arredondamento adotaremos um número de 5 pessoas por residência como média.

Logo, se o consumo médio de água é de 124,17 litros/hab/dia, então $124,17 \times 5 = 620,85$ litros/dia $\times 30$ dias = 18.626 litros/mês ou 18,62m³/m.

Portanto, conforme tabela 5.1, desagregação de água em uma residência, em torno de 45 a 50% de água é usada em locais onde tranquilamente poderia estar sendo usada água de chuva armazenada em cisterna. Diante deste percentual e do volume mensal médio de água tratada que é consumido em uma residência unifamiliar com 5 pessoas de média, se chega a consumir um volume de 18,62m³/mês de água tratada, portanto conforme consta no início deste parágrafo em torno de 50% ou 9,31m³/mês é o uso de água que pode ser a da chuva. Sendo o padrão a utilização deste volume de água tratada, quando poderia ser de chuva armazenada, portanto uma excelente economia, sem levar em conta os benefícios ao meio ambiente, em redução de energia, melhor adequação dos recursos economizados pelo serviço público a serem investidos em tratamento de esgotos e demais resíduos.

- Precipitação média anual da região de Santa Maria: 1.750mm
- Demanda constante mensal de: 9,31m³/mês
- Área de Captação, conforme projeto piloto é de 180 m²
- Coeficiente de Runoff que é de C = 85%;
- Volume de água da chuva captada por dia: 733,58 já descontados a perda por escoamento e filtragem;
- Volume de água da chuva mensal captada, $863,04 \times 85\% = 733,58 \times 30 = 22\text{m}^3/\text{mês}$;
- Diferença entre os volumes da demanda e volumes de chuva captada pelo sistema, $9,31 - 22 = 12,69\text{m}^3$;

5.1.6 Cisterna, portanto, com a obtenção destes valores poderá ser dimensionada a cisterna para chegar a viabilidade econômica do projeto, e para isso será realizado cálculo, com **método prático brasileiro** ($V = 0,042 \times P \times A \times T$). Podendo ser feitos outros cálculos com outros métodos já mencionado

Em pesquisa na revista Ciência & Ambiente volume 38 de autoria Prof. Haldwein, da UFSM (2009, p. 43 – 58), período compreendido entre 1917 e 2003 nesta referencia será levantado os dados para suprir a informação “T” solicitada na tabela do método prático brasileiro que é o número de meses de pouca chuva ou seca, portanto para este levantamento será montado uma tabela com os dias de chuva para saber-mos quantos dias não choveram em um período de média mensal de aproximadamente 42.

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ano	
Com Chuva	11	11	10	11	11	13	13	11	11	11	9,4	9,4	132	Com Chuva
Sem Chuva	20	17	21	19	20	17	18	20	19	20	21	22	233	Sem Chuva
Total dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	

Fonte: Ciência & Ambiente v.38 2009 – Somente os dias com chuva.

Tabela 5.1 - Média de Dias com chuva X Dias sem chuva em um período de 42 anos

5.2 Método prático brasileiro

Fórmula do Método prático brasileiro conforme ABNT – NBR nº 15 527/2007.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (5.1)$$

Este método fornece aproximadamente 85 % de probabilidade, Sendo:

P = precipitação média anual (mm);

T = número de meses de pouca chuva ou seca

A = área do telhado em projeção (m²);

V = volume de água aproveitável e volume de água do reservatório (litros)

0,0042 ou 0,42% = declividade da calha

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

P = Conforme tabelas 6.1 e 6.2 a média normal pluviométrica no período de mais de 85 anos é de 1.740,7mm/a

T = Conforme tabela 6.3 o número de dias sem chuva é de 233 que corresponde a 7,76 meses de seca ou sem chuva.

A = área do telhado, será a área do telhado do projeto piloto que é de 180m²

Aplicação da Formula

$$V = 0,042 \times 1.740,7 \times 180 \times 7,76$$

$$V = 102.119 \text{ litros ou } 10,21\text{m}^3 \text{ de volume de água aproveitável na cisterna}$$

O volume do reservatório com esta capacidade corresponde ao um suprimento de 38 dias de seca ou 1,2 meses.

Conforme tabela 5.1, “Média de Dias com chuva X Dias sem chuva em um período de 42 anos”, o número médio de dias sem chuva foi de 22 dias, portanto diante dos resultados apresentado, o método que perfeitamente pode ser utilizado é o método pratico brasileiro que é uma cisterna de 10,21m³, que corresponde a um período de consumo de 38 dias, portanto uma folga de 16 dias.

6 CONCLUSÕES (CONSIDERAÇÕES FINAIS)

A captação de água da chuva de necessidade humana imediata de sobrevivência passou para uma necessidade futura de sobrevivência das próximas gerações, em vista da queda drástica do volume de água doce para consumo humano em boa qualidade.

Para instigar o setor publico diante deste panorama podemos citar algumas das vantagens na utilização de água de chuva:

- Reduzir o consumo de água fornecida pela rede pública e do custo de fornecimento desta água;
- Ter a consciência ecológica de não consumir água potável onde esta não tem necessidade de ser usado, a exemplo o foco deste trabalho que é o uso em bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de pisos, piscinas etc.;
- A certeza de um retorno financeiro, aliado a facilidade em constituir este sistema o baixo custo e baixa manutenção faz com que a falta de informação seja o principal fator por não ter um número maior de usuários;

- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento **é sempre positivo**;
- É necessária a proteção dos recursos hídricos e financeiramente não desperdiçar um recurso natural que esta cada vez mais sendo escasso em todo o mundo, e disponível em abundância em nossos telhados quando das precipitações;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Diante de tantas informações procurou-se reuni-las e apresentar uma proposta de um sistema para captação de água de chuva em uma residência que diante das pesquisas realizadas apresenta-se o mais viável, adequando-se o mais próximo das normas de regulamentação ABNT – NBR n° 15 527/2007 e de menor custo para não torna-lo inviável e com isso deixar de ser atrativo para aplicação na Região de Santa Maria.

Conforme proposta apresentada, o presente projeto trata de um projeto piloto em uma residência em construção, portanto o desenvolvimento e aplicação dos resultados estudados nesta dissertação o tornam de fácil comparação com os outros projetos já em atividade levantados nas entrevistas e que constam em anexo como exemplos para serem estudados e os comparando em matérias e sistemas utilizados para proporcionar melhorias e os credenciando ao mais adequado e de menor custo a ser construído.

“Pesquisas feitas em Hamburg, Alemanha, em 346 propriedades que possuíam a coleta de águas pluviais, mostraram que 95% estão satisfeito com o aproveitamento da água de chuva e a recomendava o uso a outras pessoas”. Tomaz, (2005, p.30)

Os incentivos são feitos de diversas formas, como: políticas de simples promoção do sistema como alternativa para redução de gastos financeiros mensais, incentivos fiscais com redução de impostos, subsídios na compra do material para construção das cisternas, e campanhas promocionais de utilização e construção como forma de conscientização ambiental.

Esta promoção por parte do governo tem a sua contra partida, todo o usuário que esta utilizando o sistema de captação de água da chuva, ele está automaticamente reduzindo o seu gasto de água tratada, com isso a água que o serviço público ao nos repassar tem altos custos de beneficiamento poderá ser direcionada para outros fins, como novas tecnologias a serem empregadas nas perdas de distribuição que é o principal vilão das empresas públicas e privadas no fornecimento de água, e planejamentos em longo prazo.

Com o referencial bibliográfico e a resposta dos questionários, o estudo realizado “*in loco*” com os proprietários dos sistemas de captação de água da chuva, quais relataram as suas experiências, positivas com a captação e modificações que foram necessárias para uma maior eficiência.

Chegou-se a conclusão que:

Os materiais empregados nos estudos de caso são de excelente qualidade, mas de custo elevados em vista de serem em grande parte os fabricados de acordo com as normas dentro do padrão da ABNT – NBR n° 15 527/2007, mas como o objetivo principal deste trabalho é a busca do modelo mais apropriado para a captação de água de chuva se faz necessário à redução de custo para a promoção e a conquistas de políticas públicas favoráveis com

subsídios e a busca por equipamentos eficientes, de boa qualidade e de menor custo. Em alguns exemplos pesquisados constatou-se o uso de matérias alternativas em substituição de outros como o “filtro auto limpante” para água de chuva que tem um custo de R\$ 24,33 ou US\$ 13,68 e de fácil fabricação, comparado com o fabricado que esta em torno de R\$ 920,00 ou US\$ 517,14.

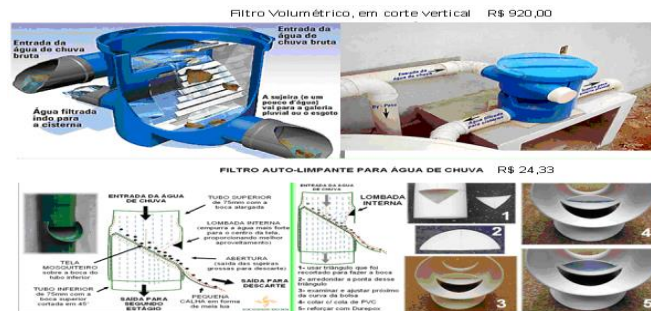


Figura 6.1 - Comparação dos modelos de Filtros Volumétricos e Auto limpante, ambos para grandes partículas.

Na figura 4.5 esta claramente demonstrada o projeto piloto para captação de água da chuva, pois além deste sistema ele pode ser todo auto sustentável e decorrerência da substituição de itens de alto custo de aquisição e de consumo elevado de energia que é os motores para a movimentação da água até os reservatórios elevados, que neste modelo é substituído por energia eólica ou por hélices de menor tamanho que é as que movem dínamos, ou porque não a movimentação por magnetismos altamente de menor custo e baixa manutenção.

Confrontando os grupos de perguntas com relação aos questionários aplicados aos usuários de sistemas de captação de água de chuva, chegou-se a conclusão que:

- Em primeiro plano a necessidade em ter o sistema decorrente da falta de água servida pelo concessionário;
- em segundo plano o objetivo e a economia financeira, mas em todos os casos estudados, embora a preocupação fosse esta, não se teve um planejamento e nem foi feito pesquisas antes da construção por parte de quem construiu para se saber se o que estava sendo realizado atenderia as suas necessidades;
- e em terceiro plano esta a preocupação em preservar os recursos hídricos, utilizando a água da chuva ao invés da água tratada e servida pelo concessionário.

Na construção de um sistema de captação de água de chuva, o que mais pesa no final da construção é o custo do reservatório ou “Cisterna”, não é só o custo financeiro, mas também o custo das consequências pelo mau dimensionamento do tamanho da cisterna. Com os levantamentos efetuados para a região de Santa Maria, foi necessário pesquisar e efetuar cálculos simulando com base em dois métodos o de Rippl e o método pratico brasileiro, além da aplicação da análise de simulação para reservatório, somente assim chegou-se ao tamanho ideal que satisfaz uma residência unifamiliar com 5 pessoas que é de 10,21m³, suficiente para um período de estiagem de 38 dias, sendo que em dados estatísticos a média normais em um período de 42 anos foi de 22 dias sem chuva.

Em questão ao estudo apresentado, e em referência aos resultados obtidos pelos usuários com relação à eficiência, em vista que para a qual finalidade ele foi construído esta satisfazendo o usuário, ficou identificado claramente que existe a total viabilidade na execução, e

consequentemente a obtenção de sucesso do presente projeto como promoção de políticas públicas para o município de Santa Maria.

Mas para chegar ao nível desejado é necessário para sua implantação em larga escala que os agentes envolvidos estejam coesos em querer proporcionar novos rumos e ações contínuas promovendo a sustentabilidade dos recursos hídricos disponíveis no momento e que estes estejam à disposição das próximas gerações para a permanência da espécie humana na forma que a conhecemos hoje.

BIBLIOGRAFIA

ABNT - NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais.

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

CLARKE, Robin e KING, Jannet – O Atlas da Águas – Publifolha – São Paulo – SP - 2008

DIAS, Genebaldo Freire – Eco Percepção: Um resumo Didático dos Desafios Sócio ambientais. São Paulo - SP: Gaia, 2004

GILBERT, Michael J. ISSO 14001/BS 7750: Sistema de Gerenciamento Ambiental, São Paulo – IMAM – 1995.

HAIR,Jr, Joseph F., BABIN, Barry e MONEY, Arthur H. e SAMOUEL, Phillip – Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração - Porto Alegre – RS – Bookmann Editora, 2005.

HELDWEIN, Arno Bernardo, BURIOL, Galileo Adeli, STRECK, Nereu Augusto. **O clima de Santa Maria, RS. Ciência & Ambiente**, v.38, p.43 – 58, 2009.

MARCONI, Marina de Andrade e LAKATOS, Eva Maria – **Técnicas de Pesquisa** – 5º Edição – Editora Atlas – São Paulo – 2002.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Uso Inteligente da Água** – Escrituras Editora, São Paulo – SP – 2004.

TOMAZ, Plínio – **Previsão de Consumo de Água** – Comercial Editora Hermano & Bugelli Ltda., São Paulo – SP – 2000

TOMAZ, Plínio – **Conservação da Água** – Comercial Editora Hermano & Bugelli Ltda., São Paulo – SP – 1999

TOMAZ, Plínio – **Economia de Água para Empresas e Residências** – Um estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água – Navegar Editora – 2ª Edição – São Paulo - SP - 2001

TOMAZ, Plínio – **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis** - Comercial Editora Hermano & Bugelli Ltda., São Paulo – SP – 2005

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia – Ciência e Aplicação**, Editora da Universidade – UFRGS –
ABRH: EDUSP, 1993 - RS