

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Roberval Bresolin**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

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

**por**

**Roberval Bresolin**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), com requisito parcial para obtenção do título de  
**Mestre em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Dr. João Hélio Righi de Oliveira**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Área de Concentração em Gerência de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

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

elaborado por  
**Roberval Bresolin**

como requisito parcial para obtenção do Grau de  
**Mestre em Engenharia de Produção**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. João Hélio Righi de Oliveira, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Prof. Ailo Valmir Saccol, Dr. (FISMA)**

---

**Prof. Sérgio Antônio Brondani, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 31 de agosto de 2010.

Agradecimentos em especial aos meus pais **Idílio Norberto Bresolin, (In memoriam) e Cenira Rosa Bresolin**, pela formação do meu caráter e educação; a minha esposa, **Marione Thomas Bresolin**, e ao meu filho, **Bruno Vincenzo Thomas Bresolin**, pela compreensão da ausência suprindo as minhas necessidades; e dos demais familiares. Agradeço também a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Janis Elisa Ruppenthal, por ter sido a incentivadora no ingresso ao mestrado; e em especial meu Orientador, Prof. Dr. João Hélio Righi de Oliveira, que não mediu esforços na orientação, ensinamento e aconselhamento para suprir as dúvidas que surgidos ao longo da execução deste trabalho aos demais Professores, “amigos” que fiz e que ao longo desta jornada transmitiram o seu conhecimento, e também os novos amigos “colegas” de sala de aula.

**O meu eterno MUITO OBRIGADO.**

**“O sucesso não é um presente, mas sim uma consequência decorrente do trabalho e da busca constante pelo conhecimento adquirido ao longo dos anos, que somente os mais preparados alcançam”.**

Roberval Bresolin, 2010.

*Declaração Universal dos Direitos da Água*

*Art.1º “A Água faz parte do patrimônio do planeta, cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos”.*

*Organização das Nações Unidas.*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

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

Autor: Roberval Bresolin

Orientador: Prof. Dr. João Hélio Righi de Oliveira

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 31 de agosto de 2010.

“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 dependem da água para sobreviver. 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 tornar a água potável. Diante deste cenário, se não tomarmos uma atitude imediata não teremos mais o líquido da vida, e seguindo este pensamento e os caminhos propostos 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 para que venham qualificar a gestão e promover alterações na percepção quanto à forma de trabalhar em relação aos impactos causados na captação e conservação dos recursos naturais, e “Pensar Globalmente e Agir Localmente” (Agenda 21) é o propósito deste trabalho. Diante deste cenário aplica-se hoje o princípio do poluidor-pagador. Com isso a própria cobrança realizada sobre a água, que é um valor elevado, incentiva o racionamento da água beneficiada, minimizando os impactos da sua escassez. Nas inovações viu-se a necessidade de estabelecer normas para a construção de bacias sanitárias assim como outros equipamentos que reduzissem o consumo. Mas somente isso não basta, é necessário à promoção de alternativas em busca de uma solução para uso em uma residência da água da chuva em itens que não necessitem o investimento em beneficiá-la. Conclui-se, portanto que das diversas soluções que ao longo dos anos vem sendo pesquisado e comprovadamente a de menor custo de investimento e a instalação de um sistema de captação de água de chuva, qual possibilita uma economia de água tratada em mais de 41% somente na utilização em vasos sanitários conforme estudos realizados na Holanda. As análises destes fatos justificam a presente proposta do trabalho, que tem por resultado 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:** hidrologia; água de chuva; abastecimento de água; sustentabilidade; conscientização; redução de custo; sistema de captação residencial.

## **ABSTRACT**

Master Dissertation  
Post-Graduation Course in Production Engineering  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **UTILIZATION OF RAIN WATER IN A RESIDENCES TREATMENT WITHOUT**

Author: Roberval Bresolin  
Advisor: Dr. João Helvio Righi de Oliveira  
Date and Place: Santa Maria, 31 august 2010 - RS, Brazil

"Water source of life"! Research conducted so far, about life on earth that are proven and tested as we are today would not exist if there was no water. Any form of life depends on water for their survival and for their development; even life forms for more primitive depend on water to survive. 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 and requires the use of high technology to make water potable. In this setting, unless we take immediate action we will not have the liquid of life, and following this thought and the ways proposed in the meeting of 92 countries in Rio, in its action plan for the 21st century, aiming at the sustainability of life on Earth, in one of its 40 chapters, Agenda 21 addresses the "conservation and management of natural resources." Therefore, the adoption of measures that will qualify for the management and promote changes in the perception of how to work in relation to impacts on catchment and natural resource conservation, and "Think Globally and Act Locally" (Agenda 21) is the purpose this work. In this scenario applies today the polluter-pays principle. Thus the actual charge to the water, which is a high value, encourages water rationing benefit while minimizing the impacts of their scarcity. Innovations in saw the need to establish standards for the construction of toilets and other equipment that would reduce consumption. But that alone is not enough, it is necessary to promote alternatives to find a solution for use in a home rainwater on items that do not require investment in benefit it. It follows therefore that the various solutions over the years has been researched and proven to lower investment cost and installation of a system to capture rainwater, which allows an economy of treated water in more that 41% only use in toilets according to studies conducted in the Netherlands. The analysis of these facts justify the proposal of the work, which is looking for innovations result from a millennial issue, especially for the process of cutting costs, reducing the use of natural resources as: "Use of Rainwater without treatment in a Residential ".

**Key words:** Hydrology, Rain water, Water Supply, Sustainability, Awareness, Cost Reduction, Residential collection system.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1.1 - Comparativo dos reservatórios em percentual de Água doce e Água Salgada.  | 19 |
| FIGURA 1.2 - População sem Acesso ao Serviço de Saneamento – 1994.....   | 23 |
| FIGURA 1.3 - População sem acesso a beber água em segurança .....  | 24 |
| FIGURA 4.1 - Ciclo Hidrológico .....   | 28 |
| FIGURA 4.2 - Causas da Falta de Impermeabilização do solo.....   | 29 |
| FIGURA 4.3 - Principais problemas e processos relacionados com a contaminação de águas de superfície (rios, lagos e represas)..... | 34 |
| FIGURA 4.4 - Fotos do Lixão de Santa Maria – 2007 .....  | 36 |
| FIGURA 4.5 - Fotos do Lixão de Santa Maria – 2007 .....  | 36 |
| FIGURA 4.6 - Fotos do Lixão de Santa Maria, área próxima do lixão – 2007.....  | 37 |
| FIGURA 4.7 - Índice de Perda de Faturamento .....  | 38 |
| FIGURA 4.8 - Mar do Aral comparativo do volume de água de 1973 a 2009 .....  | 41 |
| FIGURA 4.9 - O Ressecamento do Mar de Aral.....  | 42 |
| FIGURA 4.10 - Cataratas do Iguaçu – Volume normal de Água.....   | 44 |
| FIGURA 4.11 - Cataratas do Iguaçu – Volume das Águas em período de estiagem – maior Seca em 30 anos .....                          | 44 |
| FIGURA 4.12 - Município de Rosário do Sul – RS-BR, assoreamento do Rio Santa Maria.  | 45 |
| FIGURA 4.13 - Principais problemas decorrentes da urbanização que incidem sobre a quantidade e qualidade das águas. ....           | 47 |
| FIGURA 4.14 - Índices de Precipitações Média Anual do RS. ....   | 61 |
| FIGURA 4.15 - A árvore da qualidade total da água.....   | 62 |
| FIGURA 4.16 - Área de um telhado.....  | 69 |
| FIGURA 4.17 - Tipos de Calhas conforme ABNT NBR 10844 /89.....   | 71 |
| FIGURA 4.18 - Válvula de funcionamento reverso, funcionamento manual. ....   | 73 |
| FIGURA 4.19 - Filtro Volumétrico.....  | 74 |
| FIGURA 4.20 - Filtro de Descida - Filtro 3P Rainus.....  | 74 |
| FIGURA 4.21 - Filtro Flutuante .....   | 75 |
| FIGURA 4.22 - Filtro de areia.....   | 76 |
| FIGURA 4.23 - Separador da primeira água de chuva de baixo custo .....   | 77 |
| FIGURA 4.24 - Moto bombas a Gasolina, Elétrica e Submersa. ....  | 78 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 4.25 - Evolução dos moinhos de vento em geradores de energia eólica para movimentar Moto bombas. ....  | 78  |
| FIGURA 4.26 - Esquemática de uma turbina eólica moderna (gôndola e seus componentes). ....  | 79  |
| FIGURA 4.27 - Cisternas em relação ao terreno.....  | 81  |
| FIGURA 4.28 - Tipos de Cisternas .....  | 81  |
| FIGURA 4.29 - Desenho esquemático de Funcionamento de uma Cisterna .....  | 83  |
| FIGURA 4.30 - Reservatórios Internos e Externos.....  | 85  |
| FIGURA 5.1 - Fluxograma da metodologia da pesquisa .....  | 86  |
| FIGURA 5.2 - Fluxo do sistema de captação de água de chuva .....  | 91  |
| FIGURA 5.3 - Localização do projeto estudado .....  | 92  |
| FIGURA 5.4 - Planta situação/localização onde será instalado o sistema de captação de água de chuva, e eólico. ....   | 93  |
| FIGURA 5.5 - Área do Telhado = $178,76\text{m}^2 \approx 180,00\text{m}^2$ .....  | 94  |
| FIGURA 5.6 - Corte Transversal, com localização dos dutos condutores da distribuição da água potável e da água vinda da cisterna. ....                      | 95  |
| FIGURA 5.7 - Corte Lateral – Localização da cisterna e da moto bomba para manejo da água da cisterna, ou por movimentação eólica. ....                      | 96  |
| FIGURA 5.8 - Corte Longitudinal Projeto Piloto – Canalização Pluvial e alimentação eólica alternativa para bombeamento d'água. ....                         | 97  |
| FIGURA 6.1 - Fluxo para dimensionar o tamanho do sistema de Captação de Água de Chuva em uma residência localizada na Região de Santa Maria – RS – BR. .... | 98  |
| FIGURA 6.2 - Representando os pontos de loc. dos Estudos de Caso e Projeto Piloto .....   | 114 |
| FIGURA 6.3 - Estudo de Caso – I .....   | 114 |
| FIGURA 6.4 - Estudo de Caso – II – em construção. ....  | 115 |
| FIGURA 6.4.1 - Estudo de Caso – II – Sistema já construído. ....  | 115 |
| FIGURA 6.5 - Filtro anaeróbico retangular de areia.....   | 116 |
| FIGURA 6.6 - Estudo de Caso – III – Em construção .....   | 117 |
| FIGURA 6.7 - Estudo de Caso – IV .....  | 118 |
| FIGURA 6.8 - Estudo de Caso – V .....   | 119 |
| FIGURA 6.9 - Estudo de Caso – VI .....  | 120 |
| FIGURA 6.10 - Gráfico que estabelece o grau de conhecimento sobre os Rec. Hídricos. ....  | 121 |
| FIGURA 6.11 - Gráfico que corresponde ao conhecimento sobre Índice Pluviométrico da Região e Captação de Água de Chuva. ....                                | 122 |
| FIGURA 6.12 - Gráficos que representam o conhecimento técnico dos respondentes. ....  | 122 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 6.13 - Gráfico que demonstra pelo qual o motivo que o respondente construir e qual o tempo de retorno.....                                      | 123 |
| FIGURA 6.14 - Gráfico da Desagregação do uso da água e eficiência do sistema. ....   | 124 |
| FIGURA 6.15 - Gráfico representando a Captação da Água da Chuva nos sistemas pesquisados.....  | 125 |
| FIGURA 6.16 - Gráfico representa o manejo e local do armazenamento da água da chuva.   | 126 |
| FIGURA 6.17 - Gráfico da Área do telhado e material.....   | 126 |
| FIGURA 6.18 - Gráfico dos materiais utilizados pelos respondentes na construção do sistema de captação e volume da cisterna em m <sup>3</sup> . ....   | 127 |
| FIGURA 6.19 - Gráfico representativo do tipo de energia que movimenta o motor utilizado na transposição da água captada.....                           | 127 |
| FIGURA 6.20 - Gráfico representativo dos números que compõem uma residência em número de moradores e utensílios domésticos e aparelhos sanitários..... | 128 |
| FIGURA 6.21 - Gráfico dos itens de desagregação externos de água de uma residência. ....   | 129 |
| FIGURA 6.22 - Gráficos que identificam o tipo de perfil dos usuários do sistema de Captação de Água de chuva. ....                                     | 129 |
| FIGURA 7.1 - Comparação dos modelos de Filtros Volumétricos e autolimpante, ambos para grandes partículas. ....  | 136 |

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| QUADRO 4.1 - Uso múltiplo da água por Região (km <sup>3</sup> ).....   | 31  |
| QUADRO 4.2 - Consumo doméstico X Elasticidade do Preço .....   | 51  |
| QUADRO 4.3 - Parâmetros de qualidade de água para uso não potável .....  | 64  |
| QUADRO 4.4 - Capacidade de cond. horizontais de seção circular para vazões em l/min.....                             | 70  |
| QUADRO 4.5 - Condutores verticais para chuvas críticas .....   | 70  |
| QUADRO 6.1 - Custo de construção de uma cisterna de tijolo de 15,5m <sup>3</sup> .....                               | 111 |
| QUADRO 7.1 - Medidas convencionais de Conservação da Água para a cidade de <i>Providence</i> prevista para 2010..... | 135 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 1.1 - Países com mais água e com menos água. ....   | 21  |
| TABELA 2.1 - Consumo de água engarrafada per capita por região .....   | 25  |
| TABELA 4.1 - Produção Hídrica do Mundo por Região.....   | 30  |
| TABELA 4.2 - Produção Hídrica de Superfície da América do Sul.....   | 31  |
| TABELA 4.3 - Disponibilidade Hídrica no Brasil por Região .....  | 31  |
| TABELA 4.4 - Região do Brasil com área em Km <sup>2</sup> e população .....  | 32  |
| TABELA 4.5 - Indicadores 2007 - Serviço de Esgoto do Município de Santa Maria – RS ....  | 35  |
| TABELA 4.6 - As doenças mais comuns, de transmissão hídrica, são as seguintes: .....   | 40  |
| TABELA 4.7 - Evolução da população no Brasil .....   | 46  |
| TABELA 4.8 - Medidas convencionais de Conservação da Água para a cidade de Providence prevista para 2010.....  | 49  |
| TABELA 4.9 - Quantidade de produtos para beneficiamento de 1 litro de Água .....   | 51  |
| TABELA 4.10 - Índice de perda de água tratada por Região do Brasil.....  | 52  |
| TABELA 4.11 - Índice de perda p/ Região do Brasil. (Perda p/Ligação X Consumo Médio) 52  |     |
| TABELA 4.12 - Serviço de Água do Município de Santa Maria – RS – Indicadores 2007 ....   | 53  |
| TABELA 4.13 - Coeficiente de Runoff médios .....   | 68  |
| TABELA 4.14 - Coeficiente Runoff - escoamento Superficial “C” .....  | 68  |
| TABELA 4.15 - Coeficiente de rugosidade n de Manning .....   | 72  |
| TABELA 4.16 - Custo médio de um reservatório de 50m <sup>3</sup> .....   | 82  |
| TABELA 5.1 - Desagregação da água em uma residência .....  | 87  |
| TABELA 5.2 - Desagregação do uso de água em aparelhos sanitários .....   | 88  |
| TABELA 6.1 - Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante (x)m <sup>3</sup> /mês, sendo usado as chuvas médias mensais da Região de Santa Maria, para uma área de captação de água de chuva de 180m <sup>2</sup> e com coeficiente de runoff C = 85% - Período compreendido entre 1912 a 1942 ..... | 102 |
| TABELA 6.2 - Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante (x)m <sup>3</sup> /mês, sendo usado as chuvas médias mensais da Região de Santa Maria, para uma área de captação de água de chuva de 180m <sup>2</sup> e com coeficiente de Runoff C = 85% Período compreendido entre 1917 a 2003.....    | 103 |
| TABELA 6.3 - Média de Dias com chuva X Dias sem chuva em um período de 86 anos....   | 105 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 6.4 - Aplicação da Análise de simulação para reservatório com 18,5m <sup>3</sup> - Método Rippl .....   | 108 |
| TABELA 6.5 - Aplicação da Análise de simulação para reservatório com 10,21m <sup>3</sup> - Método. Prático brasileiro.....   | 109 |
| TABELA 6.6 - Custo de um kit residencial para captação de água de uma área: 180 m <sup>2</sup> .....   | 110 |
| TABELA 6.7 - Custo de material para compor o sistema de captação de água, área: 180 m <sup>2</sup>   | 111 |
| TABELA 6.8 - Custos para construção de Sistema de captação de água de chuva em Santa Maria-RS, com área de 180m <sup>2</sup> com consumo de 9,31m <sup>3</sup> /mês..... | 112 |

## LISTA DE FORMULAS

|  |     |
|--|-----|
| FÓRMULA 4.1 - Fórmula do Valor da Perda em Faturamento.....          | 54  |
| FÓRMULA 4.2 - Fórmula para vazão das calhas .....                    | 70  |
| FÓRMULA 4.3 - Fórmula para vazão dos dutos .....                     | 72  |
| FÓRMULA 4.4 - Fórmula para calcular uma cisterna redonda .....       | 82  |
| FÓRMULA 4.5 - Fórmula do Método prático brasileiro:.....             | 84  |
| FÓRMULA 6.1 - Fórmula para vazão das calhas .....                    | 99  |
| FÓRMULA 6.2 - Equação para aplicação do Método de Rippl .....        | 101 |
| FÓRMULA 6.3 - Fórmula para cálculo do Método prático brasileiro..... | 105 |
| FÓRMULA 6.4 - Fórmula para cálculo do Método da Simulação .....      | 106 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- **ANA** – Agência Nacional de Águas
- **ANVISA** – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- **CC** – Cargos de Confiança, ocupados em Instituições Públicas, normalmente por indicação e sem concurso público.
- **CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- **CO<sub>2</sub>** – Gás Carbônico – Uma molécula de Carbono e duas de Oxigênio
- **CH<sub>4</sub>** – Gás Metano – Uma molécula de Carbono e quatro de Hidrogênio
- **ETE** – Estação de Tratamento de Esgoto
- **FAO** – *Food And Agriculture Organization* - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação
- **IBAMA** – Inst. Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Nat. Renováveis.
- **Mícron ou um micrômetro** = 1  $\mu\text{m}$  = 10<sup>-6</sup> m = 0,001mm
- **pH** – O termo ph (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade da água. A escala de ph, vai de 0 até 14, valores abaixo de 7 a água esta ácida, para valores acima de 7 indicam aumento da basicidade.
- **PMSS** – Programa de Modernização do Setor de Saneamento.
- **ppb** – Parte por Bilhão
- **psi** – libras por polegada quadrada
- **OMS** – Organização Mundial da Saúde
- **ONU** – Organização das Nações Unidas
- **RDC** – Resolução Diretoria Colegiada
- **SABESP** – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- **SNIS** – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
- **CC** – Cargos de Confiança, ocupados em Instituições Públicas, normalmente por indicação e sem concurso público.
- **UNESCO** – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* – Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura
- **UNEP** – *United Nations Environment Programme* – Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas.

## **LISTA DE ANEXOS**

|   |            |
|---|------------|
| ANEXO A - Questionário de avaliação de sistemas residencial de coleta de água de chuva.   | <b>149</b> |
| ANEXO B - Lei Complementar nº 003/02 de 22-01-2002, e Lei Municipal nº 5064, de 13 de novembro de 2007. ....  | <b>151</b> |
| ANEXO C - Texto de Lei 10785/2003 Curitiba – PR 18/09/2003 - O programa de conservação e uso racional da água nas edificações – PURAE .....   | <b>155</b> |
| ANEXO D - DECRETO No 293/06 Regulamenta a Lei no 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências....   | <b>157</b> |
| ANEXO E - LEI Nº 13.276, 04 DE JANEIRO DE 2002 - Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m2. .... | <b>159</b> |
| ANEXO F - Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios conforme ABNT – NBR nº 15 527/2007 .....   | <b>161</b> |
| ANEXO G – Orçamento - Irrigarden soluções em aproveitamento de água de chuva e irrigação .....  | <b>164</b> |
| ANEXO H - Estudo de Caso – I - Sidnei Ricardo Hausmann .....  | <b>166</b> |
| ANEXO I - Estudo de Caso – II - Maurício Trevisan .....   | <b>168</b> |
| ANEXO J - Estudo de Caso – III - Anencir Filho .....  | <b>173</b> |
| ANEXO K - Estudo de Caso – IV - Vânia Regina Pereira Pinto e Maria Marli Pinto .....  | <b>175</b> |
| ANEXO L - Estudo de Caso – V - Valdir José Moro .....   | <b>177</b> |
| ANEXO M - Estudo de Caso – VI - Alexandre Pires Rosa .....  | <b>180</b> |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>3 OBJETIVOS .....</b>   | <b>27</b> |
| 3.1 Objetivo Geral .....   | 27        |
| 3.2 Objetivos Específicos.....   | 27        |
| <b>4 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>28</b> |
| 4.1 Água doce no mundo .....   | 28        |
| 4.2 Histórico dos reservatórios para aproveitamento de água de chuva.....  | 32        |
| 4.3 Como estamos localmente cuidando dos Recursos Hídricos .....   | 33        |
| 4.4 Problemas ambientais que estão se agravando em decorrência da poluição e falta de água, provocado pelo mau uso deste recurso não renovável. .... | 39        |
| 4.5 Medidas que estão sendo tomadas para reverter a insustentabilidade no mau uso dos Recursos Hídricos .....  | 48        |
| 4.6 Leis, Decretos e Resoluções com relação à institucionalização de Políticas Públicas Nacionais de Recursos Hídricos. ....                         | 56        |
| 4.7 Precipitações da Região de Santa Maria .....   | 60        |
| 4.8 Qualidades das Águas .....   | 61        |
| 4.9 O Uso de água captada em uma residência.....   | 65        |
| 4.10 Materiais Utilizados no Processo para Captação de Água de Chuva.....  | 67        |
| 4.10.1 Tipos de materiais usados na captação de Água de Chuva .....  | 67        |
| 4.10.2 Telhados e os coeficientes de escoamento e vazão de calhas.....   | 68        |
| 4.11 Filtros.....  | 72        |
| 4.12 Motores.....  | 78        |
| 4.13 Tipos e formas de Cisternas.....  | 80        |
| 4.14 Tipos de reservatório internos ou Caixas de água. ....  | 84        |
| <b>5 METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>   | <b>86</b> |
| 5.1 Considerações sobre a Metodologia.....   | 80        |
| 5.2 Delimitações do Tema .....   | 87        |
| 5.3 Abordagens e definição do tamanho da amostra e a população .....   | 88        |
| 5.4 Procedimentos .....  | 89        |
| 5.5 Materiais.....   | 90        |
| 5.6 Localização .....  | 91        |
| 5.7 Aplicação do Projeto Piloto Estudado .....   | 93        |
| 5.7.1 O Presente projeto piloto será aplicado no terreno planta figura 5.4, no telhado de 180m <sup>2</sup> da área da edícula. ....                 | 93        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.7.2 Telhado da edícula .....  | 94         |
| 5.7.3 Diferentes sistemas – Rede de Água potável e água captada da chuva.....   | 95         |
| 5.7.4 Localização da Cisterna.....  | 96         |
| 5.7.5 Aplicação do projeto piloto em corte longitudinal .....   | 97         |
| <b>6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>   | <b>98</b>  |
| 6.1 Apurações dos elementos para o dimensionamento do sistema de Captação. ....   | 98         |
| 6.2 Método de Rippl.....  | 101        |
| 6.3 Método prático brasileiro .....   | 105        |
| 6.4 Método da Simulação .....   | 106        |
| 6.5 Financeiros .....   | 110        |
| 6.7 Resultados das entrevistas dos Estudos de Casos. ....   | 113        |
| 6.8 Gráficos representando os resultados qualitativos dos questionários de avaliação de conhecimento hídrico e sobre os usuários dos sistemas residenciais de coleta de água de chuva. .... | 121        |
| <b>7 CONCLUSÃO (CONSIDERAÇÕES FINAIS).....</b>  | <b>131</b> |
| 7.1 Propostas de Trabalhos Futuros .....  | 138        |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>141</b> |
| <b>GLOSSÁRIO .....</b>  | <b>145</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>148</b> |

# 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. Diante destes números, pode-se constatar que o percentual de aproveitamento de água doce entre difícil acesso e fácil acesso é na faixa de 2,8%, 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”.

SILVA, (2003, p.29) salienta para um fato importante que surgiu depois que o comitê das Nações Unidas para os Direitos Econômicos, Culturais e Sociais declarou ser a água um bem social e cultural, devendo ser considerada como “Direitos Humanos”, diante desta preocupação das Nações Unidas, logo nos depararam com acordos da natureza que segue em anos seguintes ao da declaração da ONU.

Clarke (2008) acordo comercial entre a Turquia e Israel, chamado de acordo das águas em 2004 foi negociado que a Turquia compraria armamento militar de Israel em troca de água doce, sendo a água transportada por navios tanques construída por Israel, com capacidade de carregamento de 50 milhões de metros cúbicos por ano, durante um período de 20 anos. Outros negócios desta natureza já foram feitos no passado pela Turquia com Chipre, e as negociações estão agora com os países Malta, Creta e Jordânia.

As literaturas sobre o tema “Recursos Hídricos”, abordam com unanimidade o uso inadequado da “Água” pela população de diversas formas, na irrigação da agricultura, nas indústrias, no comércio, nos escritórios e as residências, além da falta de aplicação de políticas públicas direcionadas para um item específico, e comprometimento governamental em atingir resultados favoráveis a redução do mau uso da água, e a necessidade a um adequado desenvolvimento sustentável.

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”.

Diante deste pensamento, temos que promover este desenvolvimento sustentável, em vista da desigualdade natural promovida pelo descontrole do crescimento populacional e da divisão desigual dos recursos hídricos, conforme está apresentado na tabela – 1.1.

**Tabela 1.1 - Países com mais água e com menos água.**

| Países com mais água (em m <sup>3</sup> / habitante)  |         |
|---|---------|
| 1° Guiana Francesa                                    | 812.121 |
| 2° Islândia   | 609.319 |
| 3° Suriname   | 292.566 |
| 4° Congo  | 275.679 |
| 25° Brasil  | 48.314  |
| Países com menos água (em m <sup>3</sup> / habitante) |         |
| 1° Kuwait   | 10      |
| 2° Faixa de Gaza (Território Palestino)               | 52      |
| 3° Emirados Árabes Unidos                             | 58      |
| 4° Ilhas Bahamas                                      | 66      |

Fonte: UNESCO (2003 *apud* TUNDISI, 2005, p.17)

A falta de uma conscientização por parte dos políticos em não só cobrar impostos e taxas, mas sim na busca de alternativas favoráveis na promoção de um desenvolvimento mais sustentável. Além da necessidade cada vez maior por parte das indústrias em certificações ambientais, em procurar tecnologias inovadoras e tornar o seus produtos mais competitivas.

Porter, (1999, p. 372) Salienta que “as normas ambientais elaboradas de forma adequada são capazes de desencadear inovações que reduzam os custos totais de um produto, ou aumentam o seu valor”.

Em suas análises e colocações, Sanches (2000), as empresas que procuram manter-se ou mesmo sobreviver e se adequar a essa mudança turbulenta e imprevisível do ambiente organizacional, percebem que é preciso uma renovação contínua na maneira de operar seus processos. Nesse contexto, elas estão se deparando cada vez mais com as questões relativas à preservação do meio ambiente.

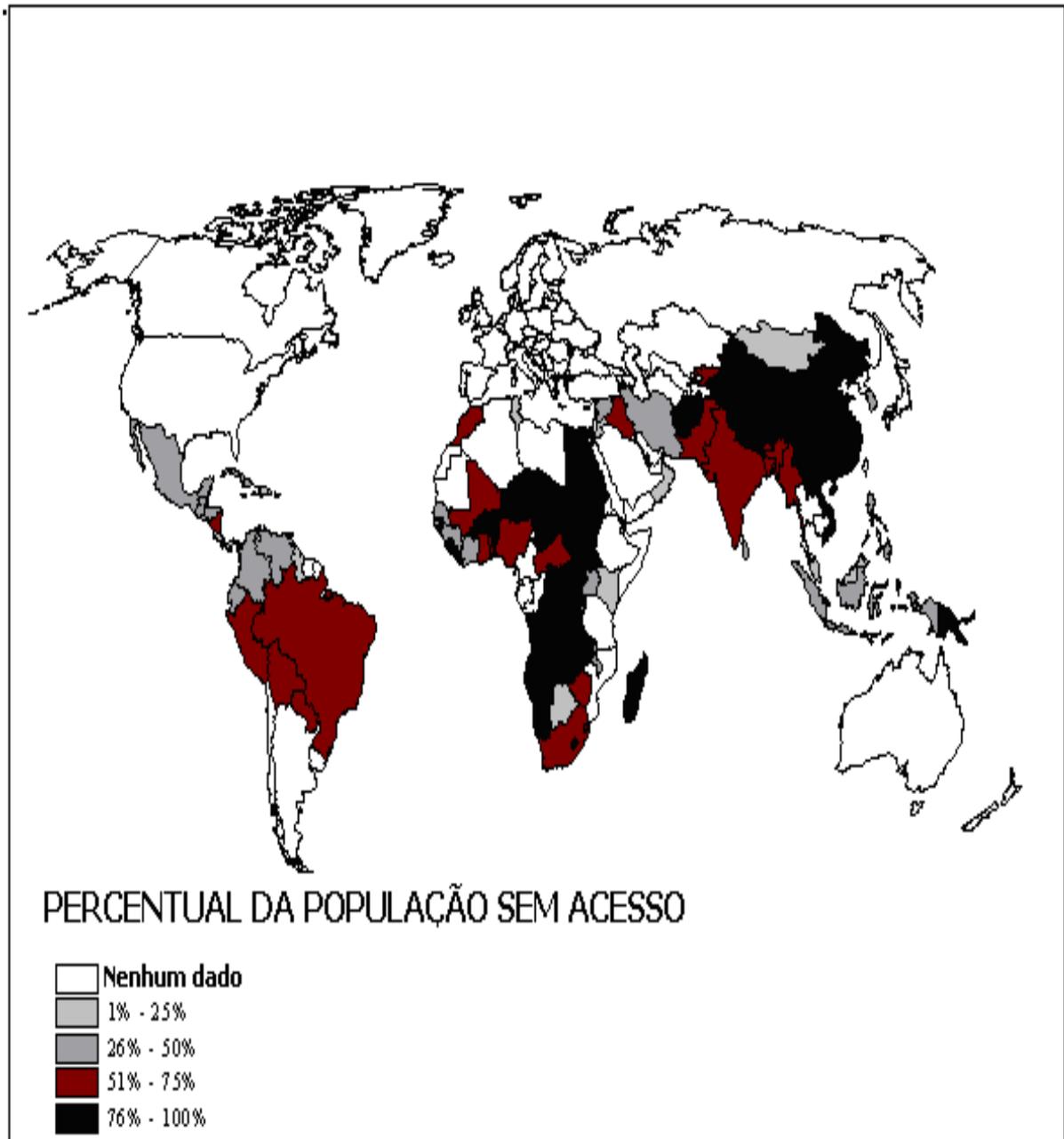
A busca por inovações para ampliação da demanda em um ambiente competitivo e sustentável, o permanente desenvolvimento das tecnologias, minimizam a agressão ao meio ambiente.

O conhecimento científico, a pesquisa, as invenções e as inovações que resultem em bens e serviços novos ou aperfeiçoados, constituem o ambiente tecnológico, e este ambiente é que deve-se trabalhar na obtenção de melhores resultados tecnológicos, aumento na produtividade e redução na agressão ao meio ambiente. CHURCHILL e PETER (2000, p.45)

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.

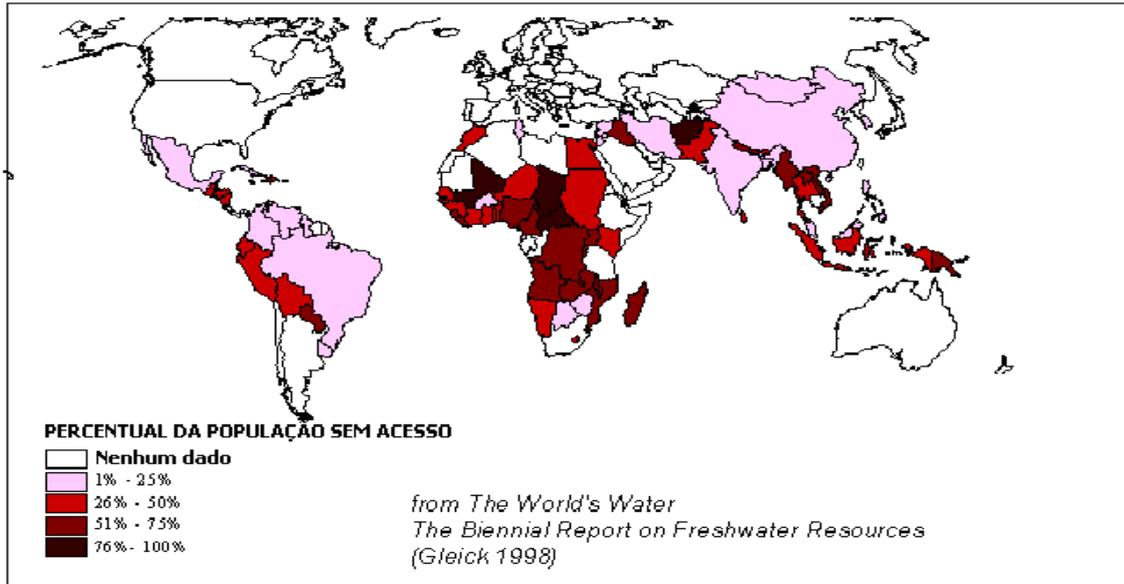
E na população em modo geral, o que presenciamos, são poucas as iniciativas apresentadas de “Educação Ambiental”, somente aquelas sob o ponto de vista econômico, praticado em geral por classes sociais mais elevadas, sendo que as populações de baixa renda, não conseguem ter acesso aos programas e processo das inovações tecnológicas, e nem mesmo a um simples saneamento básico, conforme demonstra Figuras 1.2 e 1.3 a seguir, e nem estão cientes dos problemas ambientais, desconsiderando a necessidade de participar ativamente da sua defesa e na busca constante por melhorias.

Na figura 1.3, pode-se constatar uma grande parte da população global não tem segurança quanto a beber uma água de boa qualidade. Onde para muitos a usam com desperdícios, muitos não tem nem água para sua sobrevivência. A água imprópria pode causar diversos problemas de saúde, e o inverso é utilizado inclusive para tratamento de saúde como medicina alternativa, denominada de hidroterapia.



Fonte: *The World's Water* – 1994

**Figura 1.2 - População sem Acesso ao Serviço de Saneamento - 1994**



Fonte: *The World's Water* (apud Gleick, 1998).

### **Figura 1.3 - População sem acesso a beber água em segurança**

Diante destas situações, é que este trabalho está voltado a apresentar alternativas viáveis de acesso à água, com baixo custo de investimento, e provar que existem 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.

Conforme relatórios da SNIS chegam à ordem de R\$ 4,4bilhões de perda de faturamento ao ano, sendo que o investimento total feito no ano de 2007 em água e esgoto foi ao redor de R\$ 12,0 bilhões de reais;

- A carência da capacitação tecnológica na extração do produto, aliado ao uso de equipamento inadequado em seu beneficiamento, dutos ultrapassados e corroídos e com pouca resistência faz com que medidas paliativas sejam adotadas em busca da solução do problema, e com isso, devido à precariedade do serviço a água a ser consumida é de baixa qualidade, conforme figura 1.3 (Fonte: *The World's Water*). E para amenizar este problema a solução imediata é a busca de um produto de melhor qualidade nas empresas fornecedoras de água engarrafada, promovendo o crescimento no consumo de água potável engarrafada, conforme demonstra nas tabelas a seguir.

**Tabela 2.1 - Consumo de água engarrafada per capita por região**

– 1997-2004 - Litros per capita.

| <b>Regiões</b>   | <b>1997</b> | <b>1998</b> | <b>1999</b> | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004(P)</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| América do Norte | 59,4        | 59,7        | 68          | 72,2        | 77,9        | 85,2        | 91,8        | 97,5           |
| Europa           | 47,8        | 50,3        | 55,6        | 58,8        | 61,9        | 65,5        | 72,1        | 74,7           |
| América do Sul   | 14,8        | 16,9        | 19,2        | 22,1        | 25,3        | 28,5        | 31,2        | 33,2           |
| Ásia             | 3,7         | 4,3         | 5,1         | 6           | 7           | 8,3         | 9           | 9,7            |
| África / Oriente |             |             |             |             |             |             |             |                |
| Médio e Oceania  | 2,6         | 2,9         | 3,1         | 3,4         | 3,7         | 4,1         | 4,2         | 4,4            |
| Total            | 13,8        | 14,8        | 16,4        | 17,8        | 19,3        | 21,3        | 23          | 24,2           |

Fonte: *Beverage Marketing Corporation* – 2005

O despreparo gerencial dos governantes e pessoas envolvidas, aliado a falta de planejamento e a ausência de uma política de promoção e conscientização ecológica torna políticas habitacionais em verdadeiros predadores do lençol freático e na preservação dos mananciais de água potável, havendo exceção em alguns casos onde ocorre financiamento habitacional exemplo COHAB e este é exigido pelo financiador um projeto na área de saneamento.

## **3 OBJETIVOS**

O presente trabalho tem por objetivo mostrar um panorama mundial sobre as diversas formas de como estamos tratando a água, e que medidas estão sendo tomadas para que este recurso que representa a nossa permanência com vida na terra não se esgote.

### **3.1 Objetivo Geral**

Pesquisar nas bibliografias breve histórico hídrico mundial, leis relacionadas aos recursos hídricos, e estudar entre os sistemas de captação de água que hoje estão sendo utilizados como alternativas de armazenamento, 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.

### **3.2 Objetivos Específicos**

Definir estratégias e difundi-las como prática responsável e de economia no uso da água, não é mais admissível aceitar que este recurso natural e finito, seja usado para outros fins a não ser o consumo humano.

Diagnosticar os processos tecnológicos de extração, beneficiamento e gestão operacional, visando identificar os fatores que contribuem para a coleta adequada da Água;

Dimensionar o potencial de aproveitamento da Água da Chuva em uma Residência na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil;

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Dias (2004 p. 34), “O ser humano precisa modificar o quadro de insustentabilidade existente no planeta. Para tanto, será necessário buscar um novo estilo de vida baseado numa ética global, resgatar e criar novos valores e repensar seus hábitos de consumo”.

### 4.1 Água doce no mundo

Oliveira (1978) em modo geral, quando falamos de precipitação atmosférica, lembra-se sempre e exclusivamente da chuva, mas não podemos deixar de lembrar que as precipitações atmosféricas são sob forma de chuva, neve ou granizo quais produzem, além do escoamento superficial e da evaporação, a infiltração, no solo, de certa parcela de água. Parte da água infiltrada evapora-se nas primeiras camadas, e outra parte é absorvida pelas plantas e sofre o fenômeno da transpiração e, ainda, certa quantidade infiltra-se mais e vão concentrar-se em camadas mais profundas, denominadas águas subterrâneas.



Fonte: <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle> (2007).

Figura 4.1 - Ciclo Hidrológico

Diante da perda da capacidade de infiltração, e decorrente do crescimento descontrolado das cidades, onde ocorre o aumento dos espaços de impermeabilização, e devido à concentração da precipitação atmosférica em determinadas regiões, juntando todos estes fatores, é que hoje seguidamente temos as inundações, os deslizamentos e catástrofes ambientais, conforme está demonstrado na figura 4.2.



Fonte: <http://guiaecologico.files.wordpress.com/2009>

#### **Figura 4.2 - Causas da Falta de Permeabilidade do Solo**

“Hidrologia é, em um sentido amplo, a ciência que se relaciona com a água. Como ela se relaciona com a ocorrência primária da água na Terra, é considerada uma ciência natural”. Prof. Rubem L. Porto Dr., EPUSP, (1998, apud TOMAZ, 2005, p.36)

“Hidrologia é a ciência que trata da água na terra, sua ocorrência, e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas (*U.S.Fedral Concil for Science andt Technology, apud Chow, 1959, apud TUCCI, (p.25, 1993).*)

Oliveira (1978, p. 205), hidrologia é a “ciência natural que trata dos fenômenos relativos à água em todos os seus estados da sua distribuição e ocorrência na atmosfera, na superfície terrestre e no solo e da relação da vida com as atividades do homem”.

Sendo assim podemos dizer que hidrologia é matéria de interesse da humanidade que se preocupando com os problemas relacionados ao abastecimento de água.

Para TOMAZ (2001, p. 30), a “água tem de ser encarada no sentido holístico (global), considerando o uso na agricultura, na indústria, na municipalidade e na evaporação de água das grandes barragens e reservatórios”.

SILVA (2003, p.21) acrescenta que “a água é imprescindível a qualquer ecossistema. Sem ela, não existiria a vida, tal a conhecemos na Terra. Trata-se de um bem indispensável à vida: humana, vegetal e animal. Compartilha dos processos ecológicos essenciais, como o da fotossíntese, o da quimiossíntese e da respiração”.

TOMAZ (2001, p.30)... ”a retirada total de água no ano de 1900 foi de 331 km<sup>3</sup>/ano, no ano de 2000 foi de 3.973 km<sup>3</sup>/ano e em 2025 será de 5.235 km<sup>3</sup>/ano”.

Para melhor nos localizarmos na produção hídrica mundial de Água doce, nas tabelas a seguir demonstra claramente como esta distribuída desigualmente esta produção:

Na Tabela 4.1, pode-se ver que em duas regiões no mundo está localizado 54,7% da Água doce, mais de 50%, em proporção a população existente. Temos uma concentração na Ásia de 50,3% da população mundial, contra 5,71% da América do Sul, em proporção entre estas duas regiões à disparidade é muito elevada, visualizando para breve uma escassez deste recurso na Ásia, provocando o extermínio de civilizações como já aconteceu no passado.

**Tabela 4.1 - Produção Hídrica do Mundo por Região**

| Regiões do Mundo     | Vazão média (m <sup>3</sup> /s) | (%) Vazão | (%) População |
|----------------------|---------------------------------|-----------|---------------|
| Ásia                 | 458.000                         | 31,6      | 50,31         |
| América do Sul       | 334.000                         | 23,1      | 5,71          |
| América do Norte     | 260.000                         | 18,0      | 6,72          |
| África               | 145.000                         | 10,0      | 13,56         |
| Europa               | 102.000                         | 7,0       | 12,07         |
| Antártica            | 73.000                          | 5,0       | ---           |
| Oceania              | 65.000                          | 4,5       | 0,01          |
| Austrália e Tasmânia | 11.000                          | 0,8       | 0,03          |
| Total                | 1.448.000                       | 100%      | 100%          |

Fonte: *Unstats.un.org* – Jul/2009 – Tomaz (2005, p. 20)

| Região                              | Irrigação      | Indústria    | Doméstico / Municipal |
|-------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------|
| África                              | 127,7          | 7,3          | 10,2                  |
| Ásia                                | 1.388,8        | 147          | 98,0                  |
| Austrália – Oceania                 | 5,7            | 0,3          | 10,7                  |
| Europa                              | 141,1          | 250,4        | 63,7                  |
| América do Norte e Central          | 248,1          | 235,5        | 54,8                  |
| América do Sul                      | 62,7           | 24,4         | 19,1                  |
| <b>Total mundial</b>                | <b>2.024,1</b> | <b>684,9</b> | <b>256,5</b>          |
| <b>Percentagem do total mundial</b> | <b>68,3</b>    | <b>23,1</b>  | <b>8,60</b>           |

Fonte: Raven *et al.*(1998 apud TUNDISI, 2005 p.30)

#### Quadro 4.1 - Uso múltiplo da água por Região (km<sup>3</sup>)

Na tabela 4.2, pode-se constatar que na América do Sul, o Brasil concentra a maior parte da Água doce, tendo um volume de água superior à soma total dos outros países, e uma população inferior a estes países.

#### Tabela 4.2 - Produção Hídrica de Superfície da América do Sul

| América do Sul | Vazão média (m <sup>3</sup> /s) | (%) Vazão | (%) População |
|----------------|---------------------------------|-----------|---------------|
| Brasil         | 177.900                         | 53        | 49,81         |
| Outros países  | 156.100                         | 47        | 50,19         |
| Total          | 334.000                         | 100%      | 100%          |

Fonte: Unstats.un.org – Jul/2009 – Tomaz (2005, p. 21)

#### Tabela 4.3 - Disponibilidade Hídrica no Brasil por Região

| Região do Brasil | Vazão (km <sup>3</sup> /ano) | (%) Vazão | (%) População |
|------------------|------------------------------|-----------|---------------|
| Norte            | 3.845,5                      | 68,5      | 7,94          |
| Nordeste         | 186,2                        | 3,3       | 28,00         |
| Sudeste          | 334,2                        | 6,0       | 42,32         |
| Sul              | 365,4                        | 6,5       | 14,53         |
| Centro-Oeste     | 878,7                        | 15,7      | 7,18          |
| Total            | 5.610,0                      | 100%      | 100 %         |

Fonte: IBGE 1997 – Tomaz (2005, p. 21)

**Tabela 4.4 - Região do Brasil com área em Km<sup>2</sup> e população**

| Região do Brasil | Área (km <sup>2</sup> ) | População   | (%)   |
|------------------|-------------------------|-------------|-------|
| Norte            | 3.869.637               | 14.623.316  | 7,94  |
| Nordeste         | 1.561.177               | 51.534.406  | 28,00 |
| Sudeste          | 927.286                 | 77.873.120  | 42,32 |
| Sul              | 577.214                 | 26.733.595  | 14,53 |
| Centro-Oeste     | 1.612.077               | 13.222.854  | 7,18  |
| Total            | 8.547.403               | 183.987.291 | 100 % |

Fonte: IBGE 1997 - Tomaz (2005, p. 21)

#### 4.2 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. E hoje para reduzir os danos estamos diante de regramentos como a Lei n° 9.984 de 17.07.2000 que criou a Agência Nacional da Água – ANA, e muito outras relacionada a preservação e manuseio de recursos hídricos que nos doutrinam a mudar o nosso comportamento por falta de uma conscientização natural criando leis como as criadas a milhares de anos atrás, pelo rei do povo Moabita.

Tomaz (2005, p. 4), em outra época bem mais recente; a grande fortaleza e convento dos Templários, localizada na cidade de Tomar, Portugal, que teve seu início de construção em 1° de março de 1160 d.C., foi descoberto a existência de dois reservatórios para aproveitamento de água de chuva, sendo um com 215m<sup>3</sup> e outro com 145m<sup>3</sup>.

Tomaz (2005) salienta que, também foi descoberto em 1885, em *Monturque*, Roma, doze (12) reservatórios subterrâneos. Tendo a capacidade de armazenagem superior a 99m<sup>3</sup> de água cada reservatório, e tinha a finalidade do abastecimento público.

*United Nations Environment Programme - UNEP*, (2002) O maior tanque para captação de água de chuva já localizado foi na cidade de Istambul, cidade mais populosa da Turquia, denominado de *Yerebatan Saray* sendo a sua tradução “SOB A RODA DO PALÁCIO”, este tanque foi construído durante o império de *Caesar Justinian*, possui uma extensão de 140 metros de comprimento por 70 de largura, e sua capacidade de armazenamento é de 80.000 m<sup>3</sup> de água.

Diante destas citações percebe-se que eram altos os números de mão de obra em sua maioria escrava, para promover formas alternativas de armazenamento da água, tanto para consumo, ou para facilitador meio de transporte em canais, irrigação e abastecimento.

Podemos dizer com certeza que os acontecimentos e as necessidades para o homem sobreviver na terra vão se repetindo após a passagem de milhares de anos, mudando apenas as tecnologias empregadas decorrente da evolução da espécie, e das condições econômicas, mas o foco dos acontecimentos relacionados aos fenômenos da natureza se repete.

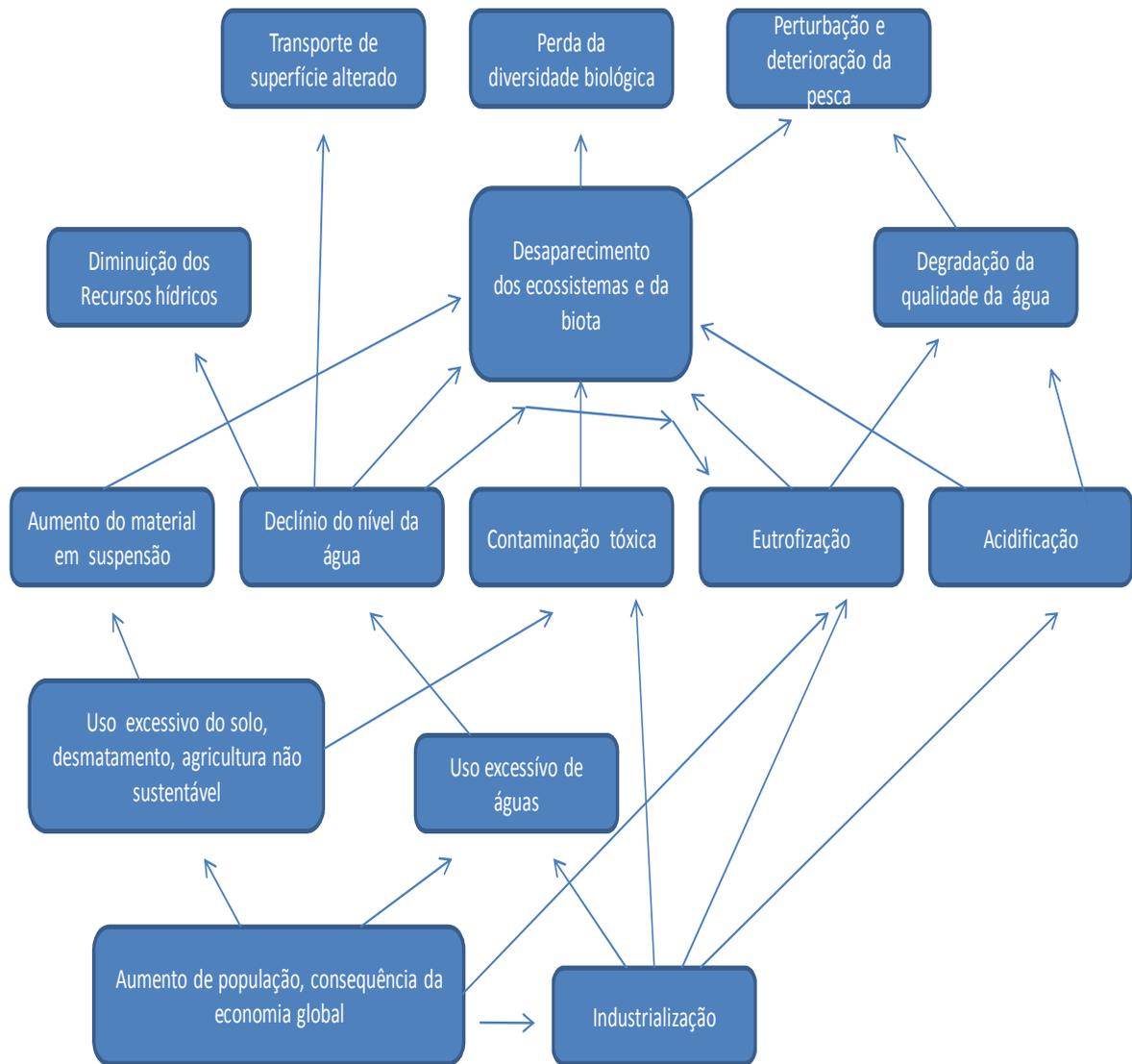
Estes acontecimentos fizeram com que o homem a mais de 5.500 anos visse a necessidade de armazenar água para sobrevivência devido às grandes estiagens, e falta de canalização adequada a qual de alguma forma transportasse a água para outras regiões com tecnologias mais apropriadas ou para extração da mesma.

### **4.3 Como estamos localmente cuidando dos Recursos Hídricos**

Hoje, após o passar de todos estes anos, estamos enfrentando problemas semelhantes de falta de água, problemas estes vivido pelos egípcios e outros povos, como já fora citado anteriormente embora hoje tenhamos as tecnologias que anteriormente não dispúnhamos, o grande vilão da história é a falta de cuidados com a redução de poluentes, relacionados com o crescimento desordenado da população urbana, atividades agrícolas, e o aumento a intensificação das atividades nas bacias hidrográficas.

Conforme página 271 do livro ” *Águas Doces no Brasil*”, 1999, o Dr. Ivanildo Hespanhol *apud* Tomaz (2001, p.65), salienta que a escassez de água do Brasil não esta somente nas regiões áridas e semi-áridas.” As bacias como a do Alto Tietê, tem uma

população superior a 15 milhões de habitantes e um dos maiores complexos industriais do mundo e apresenta recurso hídrico insuficiente para atender a demanda excessivamente elevada”... Portanto apresenta uma escassez de água mesmo sendo um local não árido.



Fonte: ILEC (Kira, 1993; *apud* Tundisi, 2005, p.49)

**Figura 4.3 - Principais problemas e processos relacionados com a contaminação de águas de superfície (rios, lagos e represas).**

A grande emissão de poluentes na atmosfera como, gases dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, partículas sólidas, líquidos em suspensão e material biológico provocam alterações e causam impactos catastróficos ao meio ambiente, e conseqüentemente grande dano a saúde humana. Se não bastassem estes problemas nas cidades o que vemos é um total descaso com os Recursos Hídricos principalmente com a água doce, onde é mais rentável instalar hidrômetros do que canalização e tratamento de esgotos, conforme se pode constatar na tabela 4.5, a situação da cidade de Santa Maria – RS, e em 2009 o escritório da Companhia Rio-grandense de Saneamentos - CORSAN, foi o de maior rentabilidade do Estado do Rio Grande do Sul, conforme site [www.corsan.org.br](http://www.corsan.org.br) comprovando o que foi mencionado acima.

**Tabela 4.5 - Indicadores 2007 - Serviço de Esgoto do Município de Santa Maria - RS**

| Descrição                                  | Valor (R\$) | Percentual (%) | Medida |
|--|-------------|----------------|--------|
| Tarifa Média (R\$/m <sup>3</sup> )         | 1,85        | -              | -      |
| Índices de atendimento Urbano              | -           | 46,56          | -      |
| Índice total de atendido                   | -           | 44,09          | -      |
| Volume coletado (1.000m <sup>3</sup> /ano) |             |                | 8.032  |
| Volume tratado (1.000m <sup>3</sup> /ano)  |             |                | 8.010  |
| Extensão da Rede (km)                      |             |                | 241    |

Fonte: SNIS - 2007

Clarke et al.( 2005, p. 57) Quantidades microscópicas de produtos químicos na água potável podem se depositar no organismo e produzir efeitos devastadores na saúde.

Diante do agravo do problema será necessário o emprego de uma quantia maior de produtos químicos, tecnologia e energia para purificar a água que bebemos, e decorrente destes fatores o custo de comercialização do produto é maior.

Outros vilões que devemos mencionar são os desmatamentos, queimadas, lixões urbanos, conforme figuras de número 4.4 e 4.5, que causam uma agressão a natureza e aos reservatórios de água contribuindo ainda mais com os poluentes lançados pelas chaminés das indústrias, todos estes problemas contribuem em muito para o agravamento do efeito estufa, que é causado pelo acúmulo de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> na atmosfera, esse aumento ocorre devido ao ar estar saturado, ou seja, são produzidos mais gases poluentes do que a natureza pode assimilar, Dias (2004, p. 15) e com isso o grande prejudicado é o meio ambiente, devido à contaminação

dos mananciais, e em consequência o extermínio das nascentes provocando a desertificando o solo.



Fonte da Imagem: Grupo Escoteiro Boca do Monte – 2007

**Figura 4.4 - Fotos do Lixão de Santa Maria – 2007**



Fonte da Imagem: Grupo Escoteiro Boca do Monte – 2007

**Figura 4.5 - Fotos do Lixão de Santa Maria - 2007**



Fonte da Imagem: Grupo Escoteiro Boca do Monte – 2007

**Figura 4.6 - Fotos do Lixão de Santa Maria, área próxima do lixão - 2007**

Para Dias (2004, p.11), ao se aumentar o consumo (bens e serviços), aumenta-se a pressão sobre os recursos naturais, ou seja, necessita-se mais água, mais matérias-primas, mais eletricidade, mais combustível, mais solos férteis, com isso cresce a degradação ambiental, em todas as suas formas. Perde-se então a qualidade de vida.

Com toda esta agressão são necessários altos investimentos para reverter o processo de degradação ambiental, como purificar a água, tornando-a apropriada para a ingestão humana.

Decorrente de todos estes fatores é necessário o emprego de altas tecnologias e grande quantidade de produtos, emprego de energia e mão de obra e com emprego de todo este processo de beneficiamento da água, é que em nossas casas recebemos um produto de alto custo que pagamos para tê-la em nossas torneiras e de boa qualidade, e não podemos conceber que simplesmente seja descartada em vasos sanitários, onde esta água poderia ser substituída pela água da chuva.

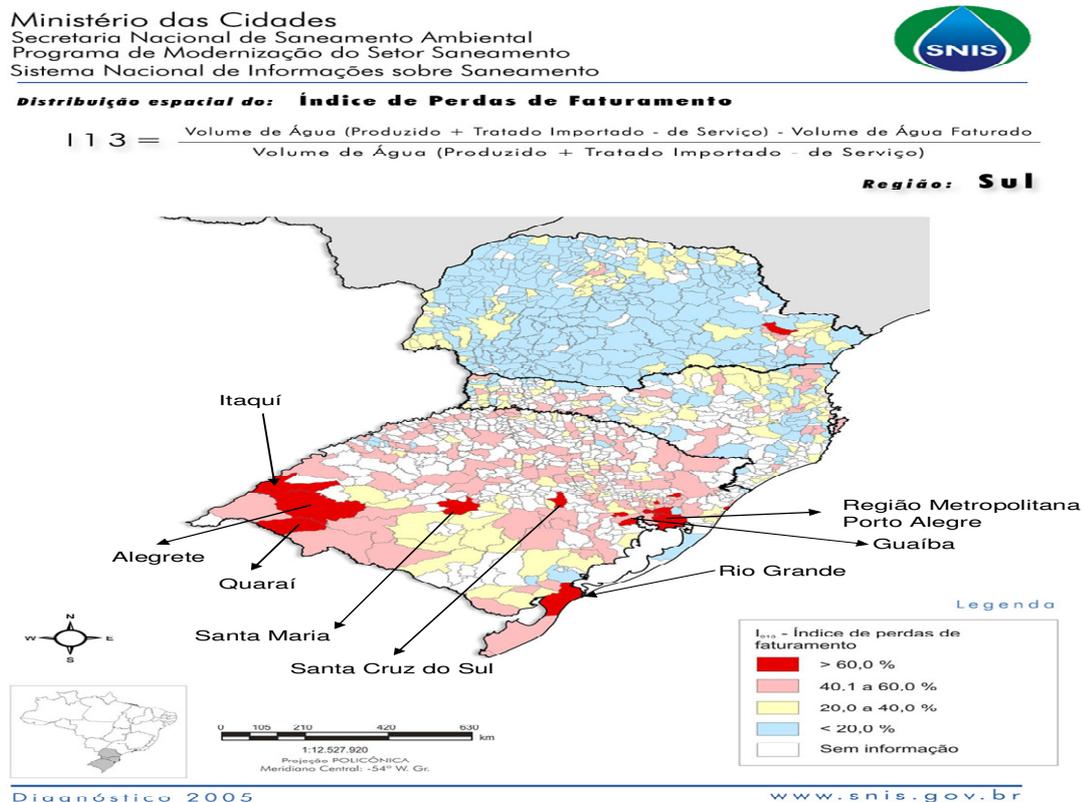
Com a construção de grandes obras no passado, já mencionado anteriormente, constata-se elevado número de mão de obra para promover formas alternativas de

armazenamento da água, tanto para consumo, ou para facilitador meio de transporte e abastecimento.

Hoje, os investimentos financeiros são astronômicos em vista da promoção de alternativas para a população ter acesso a um produto que para os brasileiros que temos em grande quantidade não damos muita importância, somente quando falta em nossas torneiras.

O Banco mundial irá investir mais de US\$ 800 bilhões, para amenizar a falta de água em determinadas regiões do Planeta, e aqui no Brasil o próprio governo tem em média a nível nacional um desperdício de água tratada em torno de 40,7% (SNIS 2008), somente em Santa Maria o desperdício com perda de distribuição chega a 45,34% (SNIS 2007).

Na figura 4.7, pode-se constatar conforme SNIS (2007), a perda de faturamento por parte das empresas prestadoras de serviço de saneamento, esta perda comprova a falta de conservação dos equipamentos. No estado do Paraná, constata-se um excelente exemplo onde o índice de perda está dentro do aceitável a nível mundial que é abaixo de 20%.



**Figura 4.7 - Índice de Perda de Faturamento**

Além do alto custo financeiro, existe o alto custo pago com vidas perdidas e o custo de tratamento com doenças causadas pela falta e contaminação agressiva das águas, conforme será visto no próximo parágrafo.

#### **4.4 Problemas ambientais que estão se agravando em decorrência da poluição e falta de água, provocado pelo mau uso deste recurso não renovável.**

Rebouças (2004, p.89), maiores temperaturas na atmosfera da Terra significa mais potencial de evaporação e, conseqüentemente, maiores quantidades de precipitações na forma de chuva, neblina e neve.

UNESCO (2003, *apud* Rebouças 2004, p.89), que em termos hidrológicos, a mudança climática global tão anunciada será responsável por aproximadamente 20% do aumento da precipitação nas regiões já ricas por esse elemento ou redução equivalente naquelas onde a disponibilidade de água já é relativamente escassa.

Atentamos para alguns problemas que já estão ocorrendo em decorrência da falta de água, onde a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, alerta que é necessário 40 litros de água potável por dia para cada habitante, diante desta preocupação da FAO, nos deparamos com os seguintes dados conforme revista (*New Scientist* 2002, p.11 *apud* Caubert 2008, p.19):

- 1,1 bilhões de pessoas vivem sem água potável;
- 2,4 bilhões não têm acesso a instalações sanitárias;
- 30 a 40% da população de cidades como México, Seul, Xangai, Manila, Dehli, Buenos Aires, Rio de Janeiro, e outras, não tem acesso à água potável;
- 13 milhões de norte-americanos vivem bebendo água cujo teor de arsênico (50 ppb) ultrapassa a norma da OMS;
- 200 milhões de pessoas em todo mundo estão com esquistossomose;
- 20 milhões de bangladeshis bebem água contaminada com arsênio, e sofrem de alta incidência de câncer;
- 33 milhões de chineses bebem água de poços contaminados com radon-222, elemento radioativo que provoca alto índice de câncer.

Caubert, (2008, p.20), no ritmo do crescimento demográfico mundial, em 2025 dois terço da população mundial não terá acesso a água potável, onde a demanda poderá superar a oferta em 56%.

Recentemente a UNESCO, divulgou alguns números que complementam os já apresentados pela Organização Mundial da Saúde - OMS e a FAO vem confirmar deixando-nos cada vez mais preocupados, diante da falta de políticas sérias e que saiam do papel:

- A população mundial chegará a 8,3 bilhões em 2025 e a 10 ou 12 bilhões em 2050;
- Estima-se que em torno de 20% da população mundial necessitam atualmente de água para consumo;
- A demanda mundial de água aumentou 6 a 7 vezes nos últimos 10 anos, o que equivale a mais do que o dobro da taxa de crescimento demográfico.

ONU (2006), segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano – RDH, metade dos leitos hospitalares é ocupado por doenças causadas pela ingestão de água poluída imprópria para o consumo, e que a diarreia mata mais de 4.900 crianças por dia com idade até 5 anos de vida.

Richter (1991, p.4). Segundo a OMS, cerca de 80% de todas as doenças que se alastram nos países em desenvolvimento são provenientes da água de má qualidade.

**Tabela 4.6 - As doenças mais comuns, de transmissão hídrica, são as seguintes:**

| DOENÇAS             | AGENTES CAUSADORES               |
|---------------------|----------------------------------|
| Febre tifóide       | Salmonela tifóide                |
| Febres paratífoides | Salmonela paratífoides (A, B, C) |
| Disenteria basilar  | Bacilo Disentérico               |
| Disenteria amebiana | Estamoeba histolítica            |
| Cólera              | Vibrião da cólera                |
| Diarréia            | Enterovírus, E. Coli             |
| Hepatite infecciosa | Vírus tipo A                     |
| Giardiose           | Giárdia Lamblia                  |

Fonte: OMS – *apud* Richter (1991, p. 4).

Nestes relatos, quais demonstram a pura realidade do que esta acontecendo, Shiklomanov, (1998 *apud* TOMAZ, 2001, p.27), salienta que alguns problemas locais em relação a falta d'água doce em rios já estão ocorrendo gravemente a exemplo da Rússia, onde o mar Aral era alimentado pelos rios *Amu Darya* e *Syr Darya*, onde a retirada de água para irrigação das plantações de algodão, fizeram com que os dois rios, não mais chegassem no mar, com isso afetou todo o ecossistema existente causando inclusive o desaparecimento gradativo do mar do Aral, além da sua contaminação por poluentes. Figura 4.8, o Aral, que fica entre o Uzbequistão e o Cazaquistão, já foi o quarto maior lago do planeta de água salgada, mais conhecido como “**Mar do Aral**”.



Fonte: ONU – abril de 2010

**Figura 4.8 - Mar do Aral comparativo do volume de água de 1973 a 2009**

O ressecamento do Mar de Aral é um dos desastres mais chocantes do planeta, disse o secretário-geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon. O lago, que já foi o quarto maior do mundo, secou 90% desde que os rios que o alimentavam foram desviados em um projeto para aumentar a produção de algodão na árida região.



Fonte: ONU – abril de 2010.

#### **Figura 4.9 - O Ressecamento do Mar de Aral**

Em suas considerações Shiklomanov, (1998 *apud* TOMAZ,2001, p.27) o Rio Nilo cuja a descarga média em 1900 era de 85km<sup>3</sup>/ano, hoje caiu para a média de 52km<sup>3</sup>/ano, chegando a atingir o mínimo de 42km<sup>3</sup>/ano.

Portanto, conforme já foi mencionado sobre o Rio Nilo também podemos citar a Documentária Civilização Egípcia – Cronologia do Egito Antigo que de 2.300 a 2.100 a.C., a decadência o enfraquecimento da autoridade do Faraó, foi causada principalmente pela seca, que em conseqüência provocou a fome a desorganização social e revolta dos administradores.

Para Clarke e King (2005, p.67), a cidade do México é um bom exemplo do que pode acontecer com o uso desenfreado dos recursos naturais não renováveis e saneamento

inadequado para uma população que cresce desproporcionalmente e muito depressa. Cerca de três quartos da água da cidade vem do aquífero, e com o ritmo do crescimento e o consumo de mais de 15 milhões de m<sup>3</sup> por dia, em aproximadamente 150 a 200 anos não terão mais água. Outro problema é decorrente da localização da cidade, como ela esta sobre o aquífero, e em decorrência de todo este consumo de água, por mais de um século a cidade esta afundando, o centro já afundou 7,5m, estando mais baixo que o nível do lago *Texcoco*. Estão tomando providências, a cidade corre sério risco de inundação.

Somente 25% da água consumida pela população da Cidade do México recebem algum tipo de tratamento, e com isso as conseqüências são doenças infecciosas comuns em países em desenvolvimento, Clarke e King (2005, p.67).

O rio Jordão, onde os cristãos acreditam que Jesus foi batizado, se resume agora a um córrego poluído que pode morrer no próximo ano em 2011 a menos que a poluição seja interrompida. - O rio foi reduzido a um fio de água ao sul do mar da Galileia, devastado pela exploração, poluição e falta de gestão regional. Mais de 98% do curso de água do rio foi desviado por Israel, Síria e Jordânia ao longo dos anos. Fonte: ONG (Organização Não Governamental) Amigos da Terra do Oriente Médio (FoEME) Maio / 2010

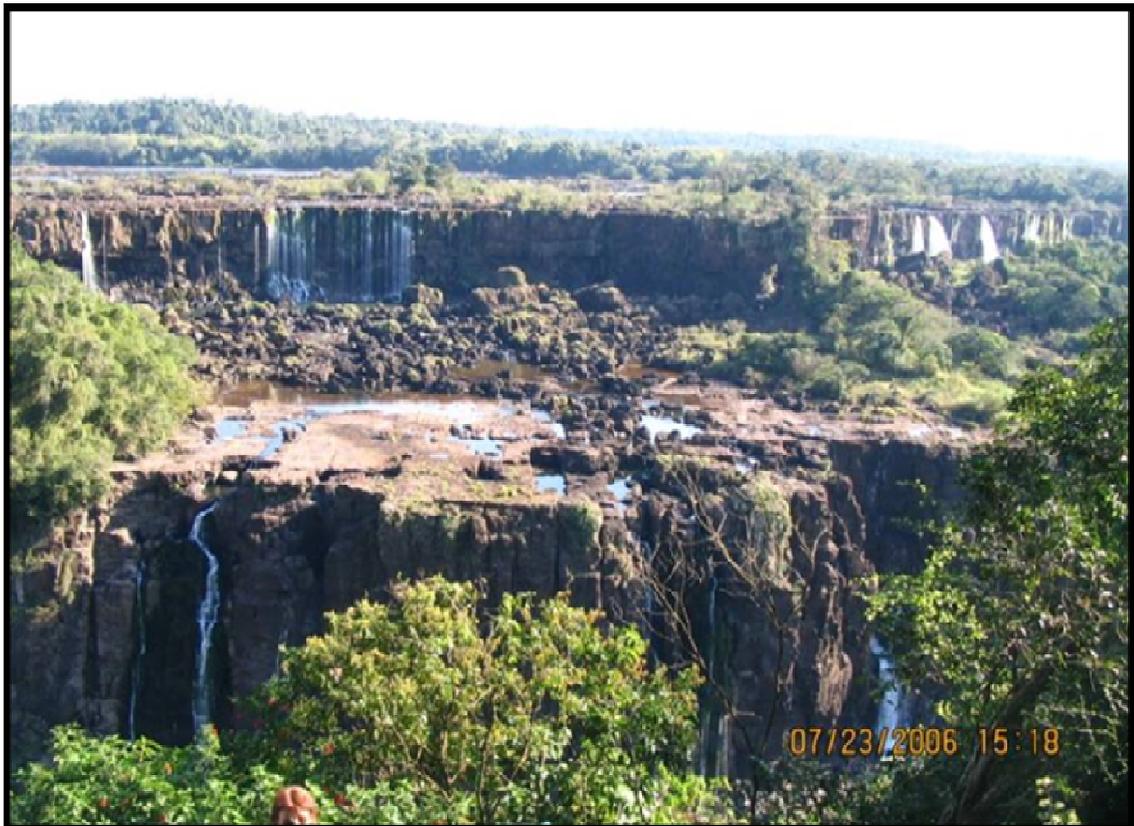
A conclusão que chegamos é que o ciclo dos problemas ambientais devido à falta de uma conscientização não é de hoje, a vazão do Rio Nilo era bem superior e em consequência de problemas ambientais acontecidos já naquela época provocou a decadência de uma civilização.

Em outros exemplos de danos provocados ao meio ambiente, pode-se ver nas figuras a seguir em Foz do Iguaçu, em decorrência de longos períodos de estiagem as mudanças no volume de água no Rio Iguaçu, representando claramente a resposta dada pela natureza em consequência dos danos que causamos a ela.



Fonte: <http://www.trivago.com.br/foz-do-iguacu/paisagem-natural> - 2008

**Figura 4.10 - Cataratas do Iguazu – Volume normal de Água**

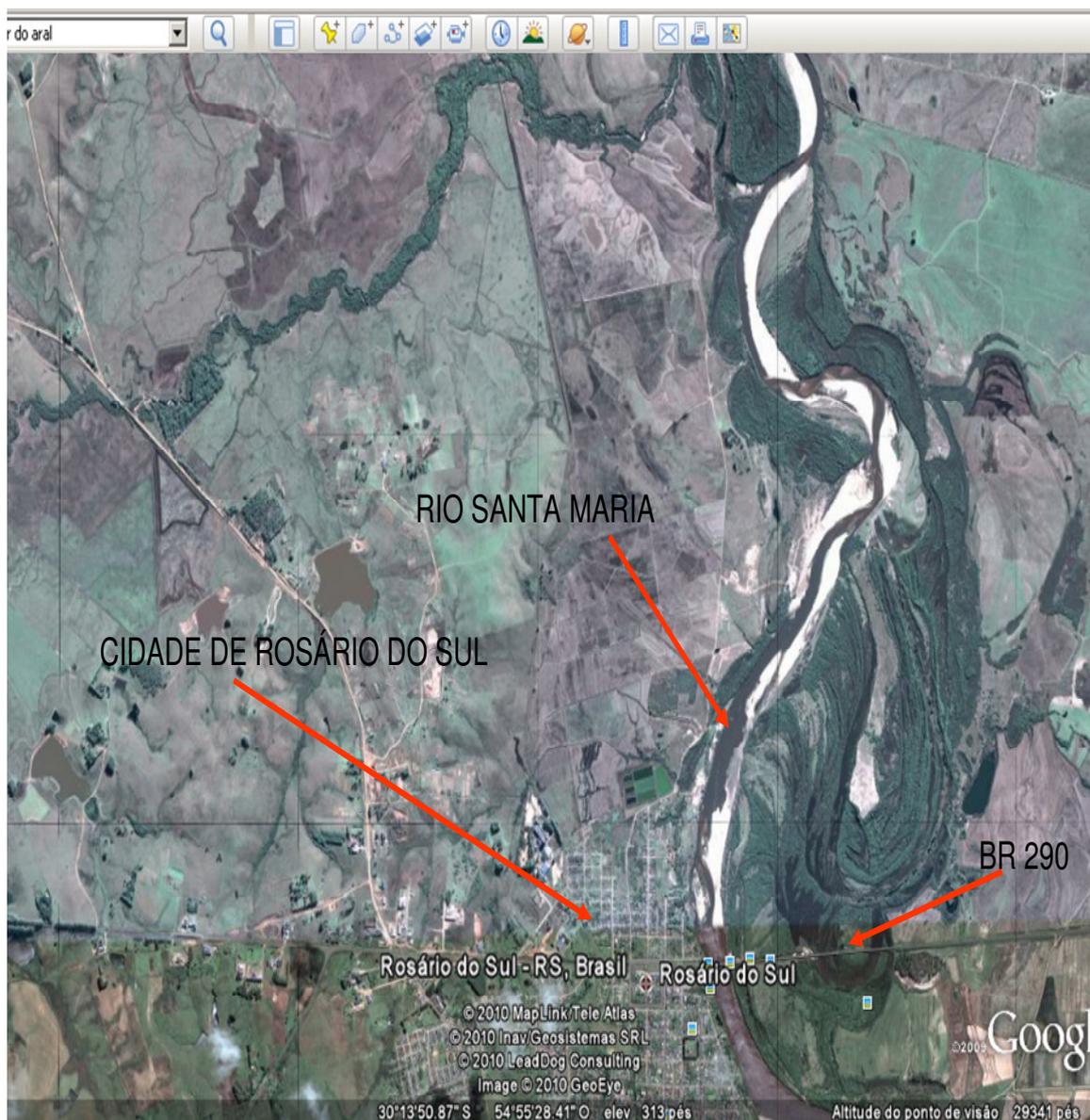


Fonte: <http://img217.imageshack.us/i/foz13ey2.jpg> - 2006

**Figura 4.11 - Cataratas do Iguazu – Volume das Águas em período de estiagem – Maior Seca em 30 anos**

Não indo muito longe, em uma região mais próxima todo ano constatamos o baixo nível do Rio Santa Maria, na cidade de Rosário do Sul, com cenas de total escassez de água, estiagem esta provocada por retirada da água por parte dos produtores para irrigação das lavouras no cultivo do arroz irrigado, que em período de chuvas na entressafra, não tomam nenhuma providência para o seu armazenamento.

Neste exemplo podemos constatar que os problemas são semelhantes em toda a parte do mundo, se transportar-mos o problema para nossa região nos dias de hoje, a cultura é o arroz, e os rios são os Santa Maria, Vacacai, Vacacaí Mirim e Ibicuí e outros menores que estão gradativamente desaparecendo.



Fonte: Google Earth – 2010

**Figura 4.12 - Município de Rosário do Sul – RS-BR, assoreamento do Rio Santa Maria.**

É pertinente, ainda, citar as palavras de Makoto Murase, Presidente da Conferência Internacional sobre Aproveitamento de Água de Chuvas em 1999 *”estima-se que, pelo meio do século XXI, 60% da população estarão concentradas nas áreas urbanas, principalmente na Ásia, África e América Latina, e aparecerão os problemas de secas e enchentes”*.

Conforme Rebouças (2004, p.53), o mundo experimentou uma inusitada transformação demográfica a partir da revolução Industrial. Vem complementar o pensamento de Makoto Murase, em 1999, demonstrado na tabela 4.7.

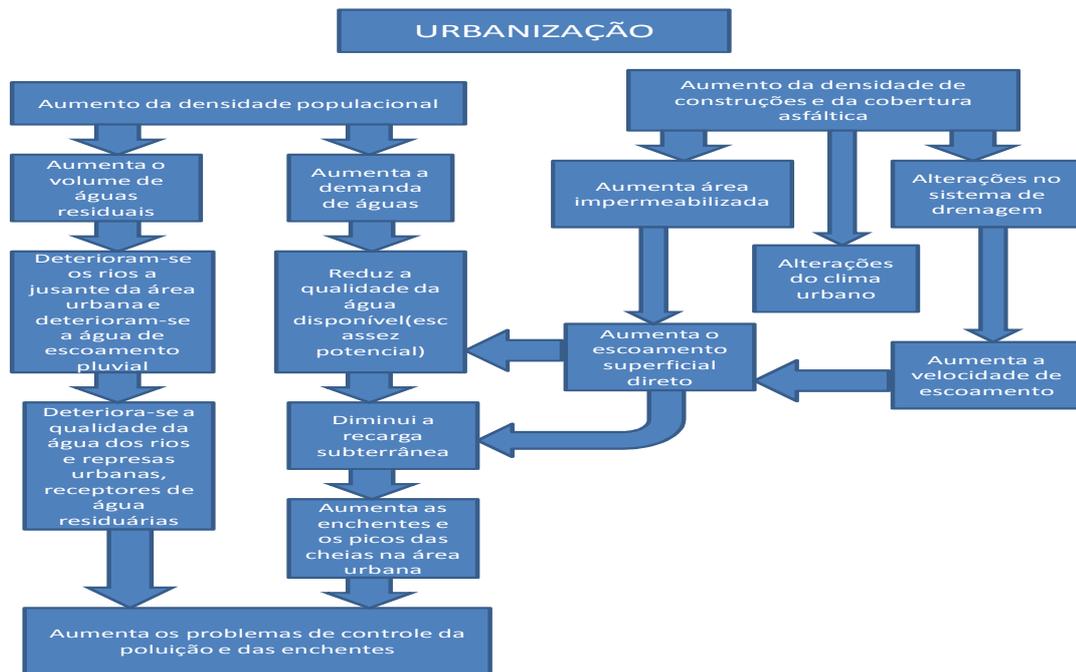
**Tabela 4.7 – Evolução da população no Brasil**

| Ano  | Pop. Total  | % Urbana  | % Rural   | ± pontos %  |
|------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| 1940 | 41.000.000  | <b>31</b> | <b>69</b> | <b>+38</b>  |
| 1950 | 52.000.000  | <b>36</b> | <b>64</b> | <b>+28</b>  |
| 1960 | 71.000.000  | <b>45</b> | <b>55</b> | <b>+10</b>  |
| 1970 | 94.000.000  | <b>56</b> | <b>44</b> | <b>- 12</b> |
| 1980 | 121.000.000 | <b>68</b> | <b>32</b> | <b>- 36</b> |
| 1991 | 147.000.000 | <b>75</b> | <b>25</b> | <b>- 50</b> |
| 2000 | 170.000.000 | <b>81</b> | <b>19</b> | <b>- 62</b> |

Fonte: IBGE, 2000

Cada vez mais existe a necessidade de buscar alternativas para resolver o problema visível que será a falta de água, segundo o Ministério do Meio Ambiente, 70% das internações Hospitalares no Brasil são decorrentes da falta de água, e hoje já sabemos que nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, a urbanização já passou dos 60%, sendo que em alguns casos está próximo dos 90%, (TOMAZ, 2005, p.22).

Tundisi (2005, p 41), um dos principais impactos produzidos no ciclo hidrológico é a rápida taxa de urbanização, com inúmeros efeitos diretos e indiretos.



Fonte: Tucci (2000, Tundisi, 2005, p. 42)

**Figura 4.13 - Principais problemas decorrentes da urbanização que incidem sobre a quantidade e qualidade das águas.**

Caubert (2008, p.33), dá ênfase ao ponto de vista da operacionalização das políticas públicas, dizendo que sempre há risco de existirem políticas especiais, e com isso provocarem o entrave na operacionalidade dos projetos, entre os itens alguns exemplos se destacam conforme a Fundação:

- Descontinuidade causada por mudanças na direção das instituições, significando a interrupção de programas. (Ex. Troca de governo – CC);
- Ações não integradas, individuais;
- Sobreposição, decorrente de ações concorrentes;
- Focalização pontual, através de ações não sistêmicas, em relação a ações emergenciais;
- Falta de transparência nos processos decisórios, de modo a atender a pequena parcela dos agentes envolvidos.

Em vista das exigências ambientais, e da realidade que vivemos permitira trazer resposta às indagações que nos cercam em relação ao futuro do meio ambiente, e como nos estaremos inserido neste contexto.

#### 4.5 Medidas que estão sendo tomadas para reverter a insustentabilidade no mau uso dos Recursos Hídricos

No Brasil, o Código das Águas foi criado em 1934, tendo como objetivo organizar o regime jurídico dos recursos hídricos, nesta data não se tinha a preocupação que temos hoje, a escassez da água para a finalidade de sobrevivência de seres animais e vegetais.

Dias (2004), ao longo dos tempos a consciência e conhecimento sobre meio ambiente ganharam maior dimensão institucional e internacional, a exemplo na conferência de Estocolmo em 1972, portanto há 38 anos, e mais recente a RIO 92, e posteriormente a RIO+10, que foi um encontro promovido pela ONU, em Johannesburgo – África do Sul, com o objetivo da concretização e promoção de um plano de ação com relação a desenvolvimento economicamente sustentável, socialmente justo e ecologicamente equilibrado a serem alcançado pelos seus 193 países participante, e posterior a estes surgiram inúmeros encontros, mas com pouco resultado em decorrência de boicoto dos maiores poluidores USA e China.

Conforme Tomaz (2005, p.25), as primeiras iniciativas que demonstram preocupação com foco na conservação da água no Brasil devem-se ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo em 1986, demonstrada nos Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público, realizado pela Escola Politécnica.

Tomaz, (2005, p.17) “A *American Water Works Association – AWWA* em 31 de janeiro de 1993 definiu a conservação da água como a prática, tecnológica e de incentivos que aperfeiçoam a eficiência do uso da água”.

“Um programa de conservação da água constitui-se de *medidas e incentivos*. *Medidas* são as tecnologias e mudanças de comportamento, chamada de práticas, que resultam no uso mais eficiente da água. *Incentivos* de conservação da água são a educação pública, as campanhas, a estrutura tarifária e os regulamentos que motivam o consumidor a adotar as medidas específicas”. (Amy Vickers, 2001) *apud* Tomaz, (2005, p.17)

TOMAZ (2001, p.38), em 1993, realizou-se congresso em Las Vegas - Nevada com o tema “Estratégias para Conservação da Água”, nesta edição foi apresentada pela cidade de *Providence* localizada no Estado de *Rhode Island* nos Estados Unidos, medidas agressivas para conservação da água para a cidade de *Providence* prevista para 2010. Para atingir o objetivo proposto os pesquisadores enumeraram sete procedimentos necessários com respectiva meta e percentual a serem atingidos.

**Tabela 4.8 - Medidas convencionais de Conservação da Água para a cidade de Providence prevista para 2010**

| Medidas Convencionais de Conservação de Água  | Porcentagem Aproximada de Economia Prevista |
|---|---|
| 1. Consertos de vazamentos nas Redes Públicas | 32%   |
| 2. Mudanças nas Tarifas                       | 26%   |
| 3. Leis sobre aparelhos sanitários            | 19%   |
| 4. Consertos de vazamentos nas casas          | 8%  |
| 5. Reciclagem e reuso da água                 | 7%  |
| 6. Educação Pública                           | 5%  |
| 7. Redução de Pressão nas redes públicas      | 3%  |
| Total   | 100%  |

Fonte: *Water Supply Board* – Pg. 1357 – 1993 *apud* TOMAZ (2001, p.38)

Como se pode ver em 1993 foi estabelecido metas a serem atingidas neste congresso pela Cidade de Providence, o objetivo do congresso era de provocar aos participantes que traçassem estratégias para economia de água, diante do que está apresentado na tabela 10, foi estabelecido tais Medidas convencionais de Conservação da Água para a cidade de Providence prevista para 2010, *Water Supply Board* – Pag. 1357 – 1993 *apud* TOMAZ *et al.* (2001, p.38).

Em 11 de março de 2010, foi feito contato com o gabinete do Prefeito da cidade de Providence, senhor David N. Cicilline, o objetivo deste contato procurou-se saber se o que foi estabelecido como meta em 1993, foram alcançado em 2010, já que estamos em 2010, portanto foram enviado a tabela mencionada solicitando um posicionamento quanto ao que foi proposto naquele ano.

No dia 30 de março de 2010, o Senhor Matthew G. Stark, Diretor de Políticas para cidade de Providence qual prontamente respondeu, conforme a integra das respostas traduzidas. No que diz respeito às questões em pauta são:

**1. Consertos de vazamentos nas Redes Públicas, previsão de 32% economia.**

R. PW tem um programa contínuo de detecção de fugas e reparo de vazamentos encontrados. Estamos atualmente instalando um sistema computadorizado de sinais de vazamento no sistema de distribuição que envia informações de som para trás através da web para futuras

investigações. Estamos usando fundos \$ 890.000 dólares para estimular o projeto para ligação.

## **2. Mudanças nas Tarifas, previsão de 26% de economia.**

R. Em 2008, o PW arquivou as taxas de conservação. No entanto, a Comissão de Serviços Públicos que não havia informações suficientes sobre o uso individual do cliente para determinar uma taxa efetiva. PW começou a monitorar mensalmente os contadores em 2008. A Comissão alegou que a manutenção de 80% das tarifas com base na utilização da água como meio de conservação. A economia recente resultou em uma redução de 12% no uso da água.

## **3. Leis sobre aparelhos sanitários, previsão de 19% de economia.**

R. Códigos sanitários estaduais exigem a instalação de banheiros de baixo fluxo. Aparelhos Sense água são incentivados. PW desde torneira e chuveiro redutores de fluxo de cabeça para todos os usuários na década de 1990. Obs. Aparelhos com selo Sense de economia de água

## **4. Consertos de vazamentos nas casas, previsão de 8% de economia.**

R. Com o projeto de lei em panfletos os proprietários das casas são incentivados a localizar e reparar vazamentos na rede local.

## **5. Reciclagem e reuso da água. Previsão de 7% de economia.**

R. Reciclagem e reutilização da água é praticado sempre que possível em RI por indústrias e campos de golfe.

## **6. Educação Pública, previsão de 5% de economia.**

R. A educação pública tem sido mínima – Projeto de lei libera duas vezes por ano.

## **7. Redução de Pressão nas redes públicas, previsão de 3% de economia.**

R. Redução da pressão na distribuição não é praticada, como ele está definido para servir várias elevações - necessária para servir um mínimo de 20 psi na maior elevação.

Um dos pontos fundamentais ao grande consumo da água, para Tomaz (2001, p.40), esta relacionado ao preço, quanto mais alto o custo da água menor será o consumo. Na

resposta da questão 02 pelo diretor, este item não apresentou o resultado esperado, mas para a AWWA, no livro Programas de Evolução na Conservação da Água Urbana de 1993, cita a faixa de valores recomendados da elasticidade com referência ao preço, tendo como base os meses de verão e os seguintes consumidores:

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Consumo doméstico          | Elasticidade do preço |
| Residências unifamiliares  | - 0,2 a - 0,4         |
| Edifícios multifamiliares. | 0,0 a - 0,2           |

#### **Quadro 4.2 - Consumo doméstico X Elasticidade do Preço**

Tomaz (2001, p.41) Em análise aos números, pode constatar que aumentando em 10% o custo da água, a redução no consumo será maior nas residências. Este fator deve-se principalmente em vista da falta de relógios contadores individuais nos edifícios multifamiliares, onde as despesas são divididas por todos os moradores, diferente do sistema residencial.

Portanto o custo da água tratada é elevado para com um simples apertar de botão e ser despejada pela rede de esgoto. No quadro abaixo conforme pesquisa realizada pela Escola Vésper, situada na Vila Madalena em São Paulo, em uma estação como a de Guaraú, no município de São Paulo, pode-se ter uma noção da quantidade de produtos utilizados para o beneficiamento da água, oriunda de mananciais e dos poços, por conter microorganismos e partículas sólidas em suspensão, sendo necessário o emprego de diversos processos de decantação, a utilização de mão de obra qualificada, altos investimentos maquinários e a energia elétrica para movimentação dos motores.

**Tabela 4.9 - Quantidade de produtos para beneficiamento de 1 litro de Água**

| Produto             | Medida | Quantidade |
|---------------------|--------|------------|
| Cloro               | kg     | 0,00350    |
| Sulfato de Alumínio | kg     | 0,01402    |
| Cal                 | kg     | 0,00561    |
| Total               |        | 0,02314    |

Fonte: SNIS 2007

Com estes números podemos ter uma noção do alto custo, sendo necessário mais de 23 gramas, para o beneficiamento de um litro de água, ou 23,14 kg para o beneficiamento de um (01) m<sup>3</sup> e transportarmos para os dias de hoje na cidade de Santa Maria, onde a média do custo do m<sup>3</sup> de Água tratada é de R\$ 3, 83 contra R\$ 3,05 de São Paulo (SNIS 2007). Temos a noção com estes dados supra mencionada uma das hipóteses do alto custo que é cobrado para termos água em nossas residências.

**Tabela 4.10 - Índice de perda de água tratada por Região do Brasil**

|              | ÍNDICE DE PERDA TOTAL | ÍNDICE DE PERDA NA DISTRIBUIÇÃO |
|--------------|-----------------------|---------------------------------|
| CENTRO OESTE | 31,1 %                | 30,4 %                          |
| NORDESTE     | 49,4 %                | 54,9 %                          |
| NORTE        | 41,3 %                | 42,4 %                          |
| SUDESTE      | 40,0 %                | 39,0 %                          |
| SUL          | 35,4 %                | 34,3 %                          |
| <b>TOTAL</b> | <b>40,5 %</b>         | <b>40,7 %</b>                   |

Fonte: SNIS 2008

**Tabela 4.11 - Índice de perda p/ Região do Brasil. (Perda p/Ligação X Consumo Médio)**

|              | CONSUMO MÉDIO PERCAPITA DE ÁGUA (l / hab./dia) | ÍNDICE DE PERDA POR LIGAÇÃO (l / dia /Lig.) |
|--------------|--|---|
| CENTRO OESTE | 152,4  | 302,2                                       |
| NORDESTE     | 125,2  | 668,8                                       |
| NORTE        | 161,8  | 580,4                                       |
| SUDESTE      | 204  | 572,3                                       |
| SUL          | 151,1  | 388,3                                       |
| <b>TOTAL</b> | <b>168,2</b>                                   | <b>540,2</b>                                |

Fonte: SNIS 2008

Conforme estudos realizados pela pesquisadora Marussia Whately em 2004 e Coordenadora Adjunta do Programa, Mata Atlântica do Instituto Socioambiental – ISA, fez uma análise da Série Histórica do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS, compilando os dados e chegando a seguintes resultados:

- Que em 15 das 27 capitais analisadas, o desperdício de água tratada é superior a 50% do total da água retirada dos mananciais;
- Porto Velho, é a capital com maior perda de água tratada, 78,8%, São Paulo com 30,8%, dados de 2007, e Goiânia com 32,2% e a capital com o menor índice é Brasília com 27,7%, sendo que o recomendado é de 15 a 20%, Tóquio capital do Japão o índice de perda é de 4%.

Diante destes números, e em pesquisa realizada ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, constatou-se que Santa Maria não foge a regra nacional, e está bem claro ao analisar os números na tabela 4.12 a seguir:

**Tabela 4.12 - Serviço de Água do Município de Santa Maria – RS – Indicadores 2007**

| Descrição                                   | Valor (R\$) | Percentual (%) | Medida |
|---|-------------|----------------|--------|
| Tarifa Média (R\$/m <sup>3</sup> )          | 3,83        | -              | -      |
| Índices de perda de Faturamento             | -           | 47,68          | -      |
| Índices de perda na Distribuição            | -           | 45,34          | -      |
| Consumo (m <sup>3</sup> /mês/economia)      | -           | -              | 10.89  |
| Consumo médio Percapita (l/hab./dia) -      | -           | -              | 124,2  |
| Índices de perda por ligação (l/dia/lig.) - | -           | -              | 565,1  |
| Despesas Exploração (R\$/ano/econ.)         | 313,09      | -              | -      |
| Índice de atendimento total                 | -           | 89,95          | -      |
| Participação (Resid. X Econ.)               | -           | 92,17          | -      |
| Extensão da Rede (km)                       | -           | -              | 780    |
| Número de ligações ativas (ligações)        | -           | -              | 51.992 |

Fonte: SNIS - 2007

A outra hipótese já mencionada anteriormente e consta na tabela 4.12, é que 45,34% da água tratada é perdida na distribuição, com vazamentos e descontrole por ligações clandestinas, na cidade de Santa Maria, sendo que a média nacional é em torno de 50% em 2007, já reduzindo para 40,7% em 2008, conforme SNIS - portanto considerando a tabela 4.12, temos os seguintes valores em reais de perda de faturamento para Santa Maria-RS:

- Índices de perda por ligação (l/dia/lig.) 565,1
- Número de ligações ativas (ligações) 51.992

- Tarifa Média (R\$/m<sup>3</sup>) 3,83

Portanto:

N = 51.992 (número de ligações)  
 t = 365 dias  
 l = 565,1 litros / dia / ligação  
 R\$ = 3,83 (R\$/m<sup>3</sup>)  
 1m<sup>3</sup> = 1.000 litros  
 VPF = (Valor da Perda em Faturamento)

$$\text{VPF} = l \cdot t \cdot N / 1.000 \quad (4.1)$$

$$\text{VPF} = 565,1 \times 365 \times 51.992 / 1000$$

$$\text{VPF} = 10.723.948\text{m}^3 \times 3,83$$

$$\text{VPF} = \text{R\$ } 41.072.720,49 \text{ a/a. } 12 = \text{R\$ } 3.422.726,71 \text{ a/m}$$

$$\text{VPF} = \text{R\$ } 41.072.720,49 \text{ Valor em perda ao ano} / 51.992 \text{ ligações}$$

=

**R\$ 789,86 (Valor da perda em faturamento por ligação ao ano somente no município de Santa Maria).**

Clarke (2008, p.84), para este milênio serão necessários um investimento na ordem de 150 bilhões de dólares em rede de esgoto e usinas de tratamento de água para promover saneamento básico, e tubulações para abastecimento de água tratada, se a ONU, quiser reduzir pela metade o acesso da população que não tem estes serviços e com isso reduzir o índice de contaminação humana e melhoria da saúde.

Silva (2003, p.20) salienta que o Brasil esta seguindo a recomendação da ONU, cuja cartilha indica que se cobre pela água para reduzir o seu uso e tentar afastar o problema de âmbito mundial, que é a sua escassez.

Conforme dados do Centro Internacional de Referência em Reuso da Água – CIRRA, vinculado a Escola Politécnica da USP, salientam que entrará em vigor em janeiro de 2011, a cobrança sobre o uso dos recursos hídricos, as águas dos mananciais que abastecem a região metropolitana de São Paulo, as mais de 2.500 empresas que usam este recurso pagaram a taxa de R\$ 0,01/m<sup>3</sup> de água captado e R\$ 0,10/kg de efluentes devolvidos ao meio ambiente.

Silva *et al.* (2003, p.37). Salienta que, “a cobrança da água, em fim, levará em consideração o preço da conservação, da recuperação e da melhor distribuição desse bem”.

Já estamos pagando no Brasil um alto custo pela água, mas como vimos é mais conveniente aumentar os custos, ao invés de investir em melhoria nos sistema de canalizações mais eficientes e de maior durabilidade que é o principal ponto do desperdício. Em resposta ao questionamento feito referente a Medidas Convencionais na economia de água na cidade de Providence, o resultado não foi o esperado, dos 26% previstos com o uso de aumento de tarifa, foi atingido como resultado somente 12%, e que se acredita que ao longo do tempo não surtirá o efeito esperado.

Na região de São Paulo, é denominado de “Índices Globais de Perdas”, e este percentual chega a 45%, em relatório apresentado pela Sabesp, diz que 23%, ou seja, a metade desta perda é decorrente de perdas físicas, são vazamentos em modo geral, e os outros 22% são perdas decorrente de defeitos nos hidrômetros, ligações clandestinas, erros nos cadastros dos consumidores, e são denominadas de perdas comerciais. (Tomaz, 2001, p.39).

A realidade dos fatos, quando transformada em números são bem assustadores, é trata-se de um cenário próxima, não sendo necessários nos transportar para outras regiões do planeta imaginando que o problema não é nosso.

A perda de água por economia em Santa Maria no ano de 2007, conforme SNIS é de 565,1 litros por dia, e o consumo médio percapita dia é de 124,17 litros, portanto o que podemos constatar é que se perde mais água no trajeto entre os reservatórios da CORSAN até as nossas residências do que consumimos, ou seja, perde-se mais água do que uma família de 4 (quatro) pessoas consome que são de 496,68 litros por dia.

Conforme noticiário do site da CORSAN, em 08 de março de 2010, a CORSAN, teria investido R\$ 19.000.000,00 (Dezenove milhões de reais) em melhorias de adutoras e construção de novas, com isso o beneficiamento que era de 900 l/s ou 77.760m<sup>3</sup>/d passou para 1.375 l/s ou 118.800m<sup>3</sup>/d um aumento de 52,8%.

Portanto, se este valor investido tenha sido somente empregado na ampliação para aumentar o beneficiamento, e não foi feito nada em programas de redução de perdas, quer dizer que, passamos a perder 45,34% sobre 118.800m<sup>3</sup>/dia, que daria **R\$ 6.188.964,00 a/m**, e não mais o valor anterior que era de **R\$ 3.422.726,71 a/m** então em um pouco mais de **três** meses todo o investimento de R\$ 19.000.000,00 saiu pelos “furo” dos canos da rede desperdiçado.

Silva (2003, p.24), em projeto desenvolvido pela SABESP desde 1995, vem investindo mais de R\$ 180 milhões de reais no programa de redução de Perdas.

Estes números comprovam a falta de políticas públicas preocupadas em reduzir o desperdício e com melhorias no saneamento básico da população no estado do Rio Grande do Sul, é pratico repassar o custo elevado de uma água que não consumimos, e do tratamento de esgoto que não recebemos.

Para Fitzsimmons (2005), economia nenhuma funciona sem a infra-estrutura que os serviços proporcionam na área de transporte, comunicações e muito menos desprovidas de serviços estatais como educação, saúde e acrescentaríamos neste contexto o saneamento básico, que é um exemplo claro de serviço a ser prestado para população, que gera satisfação e crescimento econômico.

#### **4.6 Leis, Decretos e Resoluções com relação à institucionalização de Políticas Públicas Nacionais de Recursos Hídricos.**

Seja por meio de criação de mecanismos de controle e planejamento do uso dos recursos naturais e da geração de dejetos, seja na formulação de instrumentos de mercado para a atribuição de preços aos bens ambientais, o instrumental teórico neoclássico tem ocupado posição de destaque no debate internacional acerca da formulação e da implementação de políticas ambientais (FELICIDADE *et al.*, 2004, p.29).

A prefeitura da cidade de Curitiba tem uma legislação exemplar: Lei PURAE 10.785/03 - Programa de uso Racional de Água e Esgoto. (Anexo B) e Decreto Municipal 293/06 (Anexo C) - ficou estipulado, entre outras coisas, que as novas edificações na cidade não obterão o alvará de construção, caso não prevejam e instalem um sistema de reaproveitamento de água de chuva.

Portanto segue os exemplos de leis que estão sendo criadas com o objetivo de melhor resolver o problemas hídricos como já ocorre em São Paulo com o objetivo de minimizar as enchentes, sendo que desde 1999, é obrigatória para construções que estejam sendo projetadas com área superior a 500m<sup>2</sup>, a retenção da água da chuva em reservatórios específicos por determinado período, e após o cessar das chuvas a sua posterior liberação nas galerias pluviais. Mais detalhes no anexo D que trata sobre a Lei municipal n ° 13.276/02.

Em âmbito local, para o município de Santa Maria podem-se destacar as seguintes Leis:

**- LEI COMPLEMENTAR Nº 003/02 DE 22-01-2002, que dispõe sobre o DISPÕE SOBRE O CÓDIGO POSTURAS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.**

**“CAPÍTULO II - DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DOMICILIAR, Art. 250.**

Nenhum prédio, situado em via pública dotada de rede de água e esgoto poderá ser habitado sem que disponha destes serviços e que, também, seja provido de instalações sanitárias. § 2º - Não será permitida a abertura ou a manutenção de cisternas nos prédios providos de redes de abastecimento público de água na cidade, nas Vilas e povoados”..., e a;

**- LEI MUNICIPAL Nº 5064, DE 13 DE NOVEMBRO DE 2007.**

Cria no Município de Santa Maria, o programa de conservação, utilização de uso racional da água nas edificações – PROCURAE e dá outras providências.

VALDECI OLIVEIRA,

Prefeito Municipal do Município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

**FAÇO SABER**, em conformidade com o que determina a Lei Orgânica do Município, em seu artigo 99, inciso III, que a Câmara Municipal aprovou e Eu sanciono e promulgo a seguinte **LEI**:

E em seu artigo estabelece que:

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

I - rega de jardins e hortas; II - lavagem de roupa; III - lavagem de veículos; IV - lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Caubert (2008), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, apesar de desfigurada em alguns de seus aspectos centrais devido a vetos da Presidência da República, introduz avanços expressivos à legislação ambiental e está em sintonia com muitas das propostas contidas na Agenda 21. Por princípio, todos os corpos d’água passaram a ser de domínio público.

*Princípios*

A Lei 9433 obedeceu a este princípio e proclamou outros princípios básicos:

- Adoção da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento e de planejamento;
- Respeito aos usos múltiplos dos corpos d’água;
- Reconhecimento das águas como um bem finito e vulnerável;

- Reconhecimento do valor econômico da água;
- Gestão participativa e descentralizada.

### *Instrumentos de gestão*

Foram definidos cinco instrumentos essenciais:

1. Plano Nacional de Recursos Hídricos
2. Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos
3. Cobrança pelo Uso da água
4. Enquadramento dos corpos d'água em Classes de uso
5. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

### *Novas Organizações*

A Lei 9433/97 também definiu novas organizações para a gestão compartilhada do uso da água:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica
- As Agencias de Água ou Agência Nacional de Águas - ANA
- Organizações Civas de Recursos Hídricos.

O Ministro do Meio Ambiente da Alemanha prevê o uso nas regiões densas da Europa de 15% de água de chuva. (*International Water Association – IWA, 2000, p. 6 apud TOMAZ, 2005, p.10*).

Diante das normas jurídicas acima citadas com o objetivo principal da preservação dos recursos hídricos, transcrevo abaixo os principais atos jurídicos desde 1934, conforme Caubert (2004), Dias (2004), *et al.*

- 10/07/1934, Decreto Federal 24.643/34 – Código das Águas;
- 24/05/1974, Lei Federal 6.050/74 – Dispõe sobre a Fluoretação da Água em Sistemas de Abastecimento quando existir Estação de Tratamento;
- 22/12/1975, Decreto Federal 76.872/75 – Regulamenta a Lei 6.050 de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a Fluoretação da Água em Sistemas Públicos de Abastecimento;

- 26/12/1975, Portaria Federal 635/Bsb – Aprova as Normas de Padrões sobre a Fluoretação da água destinada ao consumo humano dos Sistemas Públicos de Abastecimento;
- 08/01/1977, Lei Ordinária 9.433/77 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- 09/03/1977, Decreto Federal 79.367/77 – Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e de outras providências;
- 03/10/1978, Portaria Federal 443/ Bsb – Estabelecem os requisitos sanitários mínimos a serem obedecida nos projetos, construção operação e manutenção dos serviços de abastecimento público de água para consumo humano, com a finalidade de obter e manter a potabilidade da água, em obediência ao disposto no artigo 9 do Decreto 79.367 de 09 de Março de 1977;
- 31/08/1981, Lei Federal 6.938/81 – Política Nacional do Meio Ambiente, e seus fins...;
- 18/06/1986, Resolução CONAMA 20/86 – Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional;
- 05/10/1988 – Constituição Federal - Pela Constituição Federal de 1988, deixaram de existir as águas comuns, municipais e particulares, estabelecendo assim que os recursos hídricos são um bem de uso comum;
- 19/01/1990, Portaria Federal GM/36 – Aprova, na forma do Anexo a esta Portaria, as normas e o padrão de Potabilidade da Água destinada ao Consumo Humano, a serem observadas em todo o território nacional;
- 12/02/1998, Lei Federal 9.605/98 – Lei dos Crimes Ambientais - Sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- 17/07/2000, Lei 9.984/00 – Cria a Agência Nacional de Águas;
- 19/11/2000, Resolução CONAMA 274/00 – Classificação das Águas de Balneabilidade;
- 29/12/2000, Portaria 1469/00 – Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências;
- 25/03/2004, Portaria 518/04 – Estabelece os procedimentos e responsabilidades reativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências;

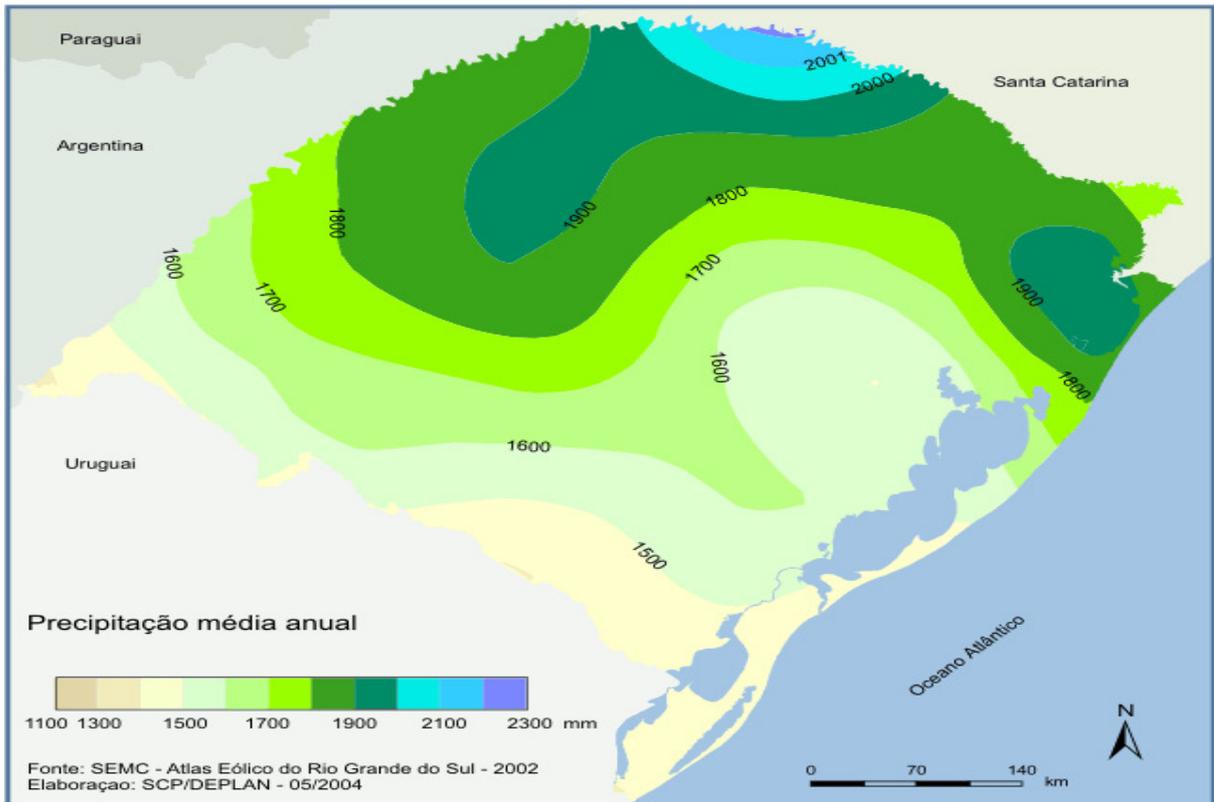
- 15/07/2004, Resolução Federal RDC 154 – ANVISA – Estabelece o Regulamento Técnico para o funcionamento dos Serviços de Diálise;
- 17/03/2005, Resolução CONAMA 357 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

#### **4.7 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. Exemplo Chuva e granizo que são formas diferentes de precipitações. O que diferencia essas formas de precipitações é o estado em que a água se encontra”.

A precipitação anual de uma região a onde será instalado o sistema de captação é muito importante, este índice pluviométrico mede quantos milímetros cai de chuva ao ano em  $m^2$ . O índice de precipitação para a região de Santa Maria conforme figura 4.14, fica na faixa entre 1.700 a 1.800 mm/a., portanto uma média de 1.750mm/a. por  $m^2$ , ou 1.750 litros por  $m^2$  / a ou ainda uma média de 145,83 mm / mês.

Com posse destes dados em mãos teremos condições de partir para o cálculo de dimensionamento da cisterna.

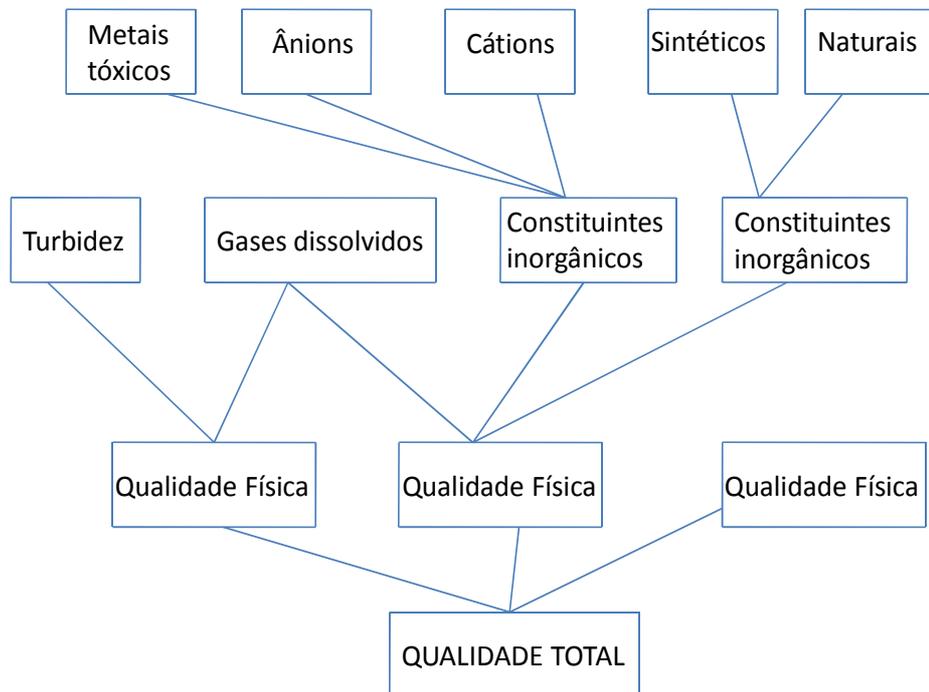


**Figura 4.14 - Índices de Precipitações Média Anual do RS**

#### 4.8 Qualidades das Águas

Para Rebouças (2005, p. 27), “o julgamento da qualidade da água para beber evoluiu do seu aspecto físico agradável para uma característica bacteriológica e, finalmente, química”...

Uma das grandes ameaças à sobrevivência da humanidade nos próximos séculos é a contaminação química das águas. O aumento da fabricação de substâncias químicas, logo após a 2ª Guerra Mundial (a chamada “revolução química”), produziu enorme e diversificada variedade de compostos químicos ((Kates et al., 1990) e 87.000 compostos sintéticos (Dumanoski, 1999) *apud* REBOUÇAS, 2005, p. 43)



Fonte: Adaptado de Engelen, (1981, REBOUÇAS, 2004, p. 27)

**Figura 4.15 - A árvore da qualidade total da água.**

“Chegaram a Mara, mas não podiam beber as águas de Mara porque eram amargas; por isto pôs àquele lugar um nome conveniente o chamado Mara, isto é, amargura. O povo murmurou contra Moisés, dizendo: Que havemos de beber? Ele, porém, clamou o Senhor, o que lhe mostrou uma madeira; e, tendo-a lançado nas águas, elas se tornaram doces.”

Êxodo 15:23-25

*Aput* Richter (1991, p.02), hoje, 3.400 anos depois, são lançados na água polímeros naturais, retirados da madeira (diversas espécies vegetais) para a sua clarificação, e chamamos a isso “técnicas modernas”!

Richter (1991, p.06), os serviços públicos de abastecimento devem fornecer sempre água de boa qualidade. As análises e os exames das águas obtidos nos mananciais com freqüência desejável revelarão a necessidade ou a dispensabilidade de qualquer processo corretivo.

Oliveira (1978, p.29), água pura, no sentido rigoroso do termo, não existe na natureza, pois, sendo a água um ótimo solvente nunca é encontrado em estado de absoluta pureza.

Silva (2003, p.23), a poluição da água, é entendida como qualquer alteração de suas propriedades físicas, químicas e biológicas que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações, causando dano a flora e à fauna, ou comprometendo o seu uso para fins sociais e econômicos.

Conforme Richter (1991, p.41), as águas naturais normalmente apresentam gases dissolvidos, predominando os constituintes do ar atmosférico – nitrogênio e oxigênio – e o gás carbônico. Salienta que cometemos um grave erro, ao fervermos a água e deixar armazenada, pois quando fervermos elimina-se o oxigênio dissolvido da água, e com isso pode-se manter na água impurezas dissolvidas de ferro e o manganês, que são prejudiciais como o bicarbonato ferroso.

*“A Terra é o único planeta em que a água existe nos três estados: sólido, líquido e gasoso, sob as condições de pressão e temperatura sobre a sua superfície”.*

*David Maidment, 1993.*

Tomaz (2005), por falta de conhecimento, em muitas regiões constata-se o consumo de Água de Chuva para a ingestão humana e de animais. Estudos realizados na Austrália e apresentados por Heyworth e Jane, (2001 *apud* Tomaz, 2005, p.39-40) constatou que 42% das crianças de 4 a 6 anos tinham problemas gastrointestinais, devido ao hábito de consumir Água de Chuva. Este problema é decorrente do fenômeno que conhecemos como Chuva Ácida que ocorre onde é grande a poluição atmosférica atingindo um nível de pH menor que 5,6.

A expressão “Chuva Ácida” foi utilizada pela primeira vez em 1872, pelo cientista Escocês, formado em química na Alemanha, Robert Angus Smith. O objetivo era estudar a relação dos agentes poluentes da atmosfera e a influência que estes causariam na contaminação da água da chuva. Tendo iniciado os estudos em 1852 e concluído em 1872 os estudos denominando o fenômeno de “chuva ácida”.

Tomas, (2005, p.41), após a conclusão destes estudos foi elaborada uma tabela para mensurar os índices de acidez da água e alcalinidade, denominado de pH. Portanto foi criada uma tabela de escala de pH que vai de 0 a 14.

- pH = 7, água considerada neutra;
- pH < 7, água considerada ácida;
- pH > 7, água considerada alcalina.

A ONU em 1995 alertou que as regiões com grande potencial de ocorrência de Chuva Ácida no Brasil é a Região que vai do Estado do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul devido a grande concentração de pólos industriais, e redução cada vez mais das florestas nativas.

Segundo a ONU, a poluição e a água formam uma mistura explosiva, onde o saldo de vítimas em países em desenvolvimento é de 5,3 milhões de vítimas.

Conforme Tomaz (2005, p.37), a qualidade da água de chuva pode ser classificada em quatro etapas bem distintas: 1° antes de atingir o solo; 2° após escorrer pelo telhado; 3° dentro dos reservatórios e 4° no ponto de uso na descarga da bacia sanitária.

Nos dois primeiros itens, a incidência de poluentes é agravada com os resíduos depositado no telhado, por isso Terry, 2001 aconselha que os primeiros 1 mm a 2mm de chuva, devem ser rejeitados, pois apresentam uma grande quantidade de bactérias, em outras pesquisas realizadas na China, por Guanghui, 2001, salienta que a concentração de poluentes está nos primeiros 20 minutos, também confirmada esta teoria por pesquisadores nos Estados Unidos.

Na Bavária (Alemanha), *apud* Tomaz (2005), em pesquisas realizadas e relatadas no livro (*The Rainwater Technology Handbook*, Alemanha – 2001 p.66), após varias pesquisas constatou que, qualquer patogênico que tenha a água da chuva também é encontrado na máquina de lavar roupa na sujeira das roupas que estão sujas e serão limpas, portanto foi decidido que a água da chuva pode ser também usada para lavar as roupas.

No Brasil, o trabalho incisivo em buscar cada vez mais normas que visam à qualidade e a segurança em saúde pública diante desta preocupação foi estabelecido em 2007 parâmetros para a captação e qualidade do armazenamento da água de chuva conforme esta descrita no Quadro 4.3, a seguir.

| Parâmetro  | Análise | Valor   |
|--|---------|---|
| Coliformes totais  | anual   | Ausência em 100 mL  |
| Coliformes termotolerantes   | anual   | Ausência em 100 mL  |
| Cloro residual   | mensal  | ≥ 0,5 mg/L  |
| Turbidez   | mensal  | < 2,0 uT, para usos menos restritivos < 5,0 UT.                     |
| Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes, da sua utilização)             | mensal  | < 15 uH   |
| Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário.             | mensal  | pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado. |
| <b>NOTAS</b>   |         |   |
| 1 Para lavagem de roupas deve ser feita a análise de <i>Cryptosporidium parvum</i> anualmente. |         |   |
| 2 uT é a unidade de turbidez.  |         |   |
| 3 uH é a unidade Hazen.  |         |   |

Fonte: ABNT – NBR n° 15 527/2007

#### **Quadro 4.3 – Parâmetros de qualidade de água para uso não potável**

#### 4.9 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”.

Tomaz (2005, p.25) “Uma das inscrições mais antigas do mundo é a conhecida Pedra *Moabita*, encontrada no Oriente Médio datada de 850 a.C. Nela o Rei Mesha dos Moabita, sugere que seja feita um reservatório em cada casa para aproveitamento da água de chuva”.

(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.

A alternativa mais viável e o investimento em subsídios por parte do governo, como já vem acontecendo em outros países para a implantação de sistemas residências na captação de água de chuva para atender as necessidades dos moradores de residências quanto ao uso das bacias sanitárias, sendo uma das principais consumidora de água, vindo em segundo lugar o uso em máquinas de lavar roupa e o chuveiro.

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 e 20% e 21% respectivamente de *grey water* (água servida), que seria o reaproveitamento da água.

Em outras localidades também estão tomando medidas que visão 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 1.230m<sup>3</sup> 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;

- Em Bangalore, na Índia, com precipitação média anual de 970 mm, uma residência com área de captação de 100m<sup>2</sup> pode captar 78,6m<sup>3</sup>/a;
- Na Austrália, foi traçado o objetivo na *Gold Coast* para que as residências economizem 25% da água do serviço público.

Tomaz (2001, p.25) a água é o mais precioso dos nossos recursos, mas é frequentemente esquecida. Nós a usamos, desperdiçamos, poluímos, sem pensar no futuro, esquecendo-se de maneira à água chega as nossas torneiras e se temos ou não água disponível.

Com base nas citações apresentadas, constata-se que os usos 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 a serem resolvidos para complementação do trabalho, será feito levantamento de dados bibliográficos em relação a um dos itens dos objetivos específicos que é: “Diagnosticar os processos tecnológicos de extração, beneficiamento e gestão operacional, visando identificar os fatores que contribuem para a captação adequada de Água da Chuva”;

Em estudos apresentado por Heesink e Bert 2001 *apud* Tomaz, (2003, p. 46), “... atenção especial à qualidade de água de chuva”. Diante desta afirmação o autor pretende dar ênfase ao destino que terá esta água que foi armazenada, sendo necessário dependendo do destino alguns cuidados como:

- Captação somente para captar, água de baixa qualidade, com o objetivo de rega de jardins;
- Captação da água de chuva e pré-filtragem, água de média qualidade, com filtro de diâmetros nominal de 5µm (Cinco micron ou micrômetro), para uso em bacias sanitárias;
- Captação da água de chuva, pré-filtração, e tratamento, para uso em chuveiros, máquinas de lavar roupa máquinas de lavar louças e piscinas. Neste caso, o custo se torna elevado, ficando mais em conta o uso da água fornecida pelo serviço público, sendo para a cidade de Santa Maria/RS a CORSAN.

Nos dois primeiros itens é o foco do trabalho que esta em estudo e será aplicado como melhor opção em sistemas de captação de água de chuva com menor custo e maior benefício aos seus usuários.

## 4.10 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.

### 4.10.1 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 se coletar a água da chuva, temos de ter em mente que, “não é toda a água de chuva que se consegue coletar. Segundo o *Texas Guide to raunwaer haevesting*, a parte da precipitação que não se aproveita varia de 0,762mm a 2,54mm”, Tomaz (2005, p.42).

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)

Assim, em alguns países se aplicam os coeficientes de acordo com o clima, onde na Flórida se adota  $C = 67\%$  e na Austrália se adota  $C = 80\%$ , na Alemanha é usado  $C = 0,75\%$ .

Ruskin, (2001 *apud* TOMAZ, 2005, p.80), salienta para o estudo realizado por Henry Smith na Universidade das Ilhas Virgens em 1984. 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  $C = 085\%$  e aqui no Brasil é seguida esta linha de estudos e se usa este coeficiente  $C = 85\%$ .

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. Em alguns estudos feitos foram consideradas as perdas para dois tipos de piso:

**Tabela 4.13 - Coeficiente de Runoff médios**

| Telhado de Captação        | Coeficiente de Runoff |   |     |
|----------------------------|-----------------------|---|-----|
| Telhas cerâmicas           | 0,8                   | a | 0,9 |
| Telhas corrugadas de metal | 0,7                   | a | 0,9 |

Fonte: *Hofkes e Frasier*, (1996 apud TOMAZ 2005, p. 79).

Na tabela 16, será apresentado, para maior entendimento e aplicabilidade do coeficiente de Runoff em diversas superfícies.

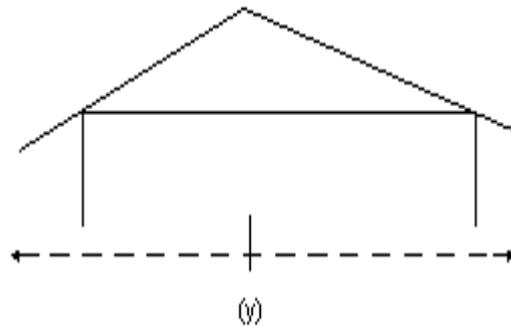
**Tabela 4.14 - Coeficiente Runoff - escoamento Superficial “C”**

| Superfície                                       | Coeficiente C |   |      |
|--|---------------|---|------|
| Telhados   | 0,70          | a | 0,95 |
| Pavimentos                                       | 0,40          | a | 0,90 |
| Vias macadamizadas (Camadas)                     | 0,25          | a | 0,60 |
| Vias e passeios apedregulhados                   | 0,15          | a | 0,30 |
| Quintais e lotes vazios                          | 0,10          | a | 0,30 |
| Parques, jardins gramados dependendo declividade | 0,00          | a | 0,25 |

Fonte: *Wilken*, (1978 apud TOMAZ 2005, p. 79).

#### 4.10.2 Telhados e os coeficientes de escoamento e vazão de calhas

Trata-se da 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<sup>2</sup>. , no telhado demonstrado na figura 4.16. 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 que neste projeto será em: “Descargas na bacia sanitária; Rega de jardim com sprinkler; Lavagem de carros; Piscinas correspondendo a um consumo de 50% da água de uma residência”. *Qasim, Syed R.*, 1994, apud Tomaz, (2000, p.37)



**Figura 4.16 - Área de um telhado**

Tipo de material, como materiais porosos ou metal, (rugosidade) o grau de impermeabilidade a inclinação e mesmo a eficiência na manutenção do telhado, são alguns itens que influenciam na eficiência da drenagem do telhado. Alguns telhados mais lisos são mais impermeáveis e facilitam no escoamento da água da chuva para as calhas. Portanto para simplificar o cálculo de eficiência do telhado vamos usar o coeficiente de Runoff  $C = 85\%$  conforme, Ruskin, (2001 *apud* TOMAZ, 2005, p.80), ocorre uma perda de 15% da água que cai na área de captação do telhado.

Tipo de dutos condutores

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).

A NBR 10844/89, no caso de condutores horizontais, já fornece a capacidade em função da declividade, diâmetro e rugosidade, admitindo-se que o escoamento seja a  $2/3$  de altura.

Para o dimensionamento de condutores verticais, a NBR 10844/89 apresenta dados para cálculos específicos, os quais necessitam dos seguintes itens:

| Diâmetro<br>D(mm) | (n=0,011) |       |       | (n=0,012) |       |       | (n=0,013) |       |       |
|-------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                   | 0,5%      | 1%    | 2%    | 0,5%      | 1%    | 2%    | 0,5%      | 1%    | 2%    |
| 50                | 32        | 45    | 64    | 29        | 41    | 59    | 27        | 38    | 54    |
| 75                | 95        | 133   | 188   | 87        | 122   | 172   | 80        | 113   | 159   |
| 100               | 204       | 287   | 405   | 187       | 264   | 372   | 173       | 243   | 343   |
| 150               | 602       | 847   | 1.190 | 552       | 777   | 1.100 | 509       | 717   | 1.010 |
| 200               | 1.300     | 1.820 | 2.570 | 1.190     | 1.670 | 2.360 | 1.100     | 1.540 | 2.180 |

Fonte: ABNT NBR 10844/1989 adaptada com grau de inclinação até 2%

#### Quadro 4.4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular para vazões em l/min

Q - vazão trazida pelas calhas que alimentarão o condutor.

L - Altura do condutor (soma dos pés-direitos da edificação)

H - altura de água na calha (no topo do condutor)

Existem 2 tipos de entrada de água no condutor vertical, com aresta viva e com funil, tendo cada tipo um ábaco específico.

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

| Diâmetro<br>(mm) | Vazão<br>(l/s) | Área do telhado (m <sup>2</sup> ) |                |
|------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|
|                  |                | Chuva 150 mm/h                    | Chuva 120 mm/h |
| 50               | 0,57           | 14                                | 17             |
| 75               | 1,76           | 42                                | 53             |
| 100              | 3,78           | 90                                | 114            |
| 125              | 7,00           | 167                               | 212            |
| 150              | 11,53          | 275                               | 348            |
| 200              | 25,18          | 600                               | 760            |

Fonte: ABNT NBR 10844/1989

#### Quadro 4.5 - Condutores verticais para chuvas críticas

Para cálculo da vazão nas calhas e dutos, conforme NBR 10844/89 *apud* Tomaz (2005, p.63), será adotado a seguinte fórmula:

$$\text{Formula para vazão das calhas e dutos} \quad Q = \frac{L \cdot A}{60} \quad (4.2)$$

Onde:

$Q$  = vazão do projeto (L/min)

$I$  = intensidade pluviométrica (mm/h)

$A$  = área de contribuição ( $m^2$ )

Quanto aos dutos condutores a serem utilizados, podemos classificá-los em dois grupos, os de uso internos e os de uso externos:

- **Uso Interno**, neste grupo podemos também classificamos em dois novos grupos, os que estão sob o telhado e os subterrâneos.

Sob o telhado, são dutos de PVC ou metálicos que farão a conexão entre a caixa de água que fará o armazenamento de água da chuva, a cisterna e ligação com bacia sanitária.

Subterrâneo, normalmente são utilizados os dutos de PVC que farão a ligação da água proveniente das calhas com a cisterna.

- **Uso Externo**, neste grupo estão às calhas que podem ser de PVC ou metálicas e os condutores de mesmo material.

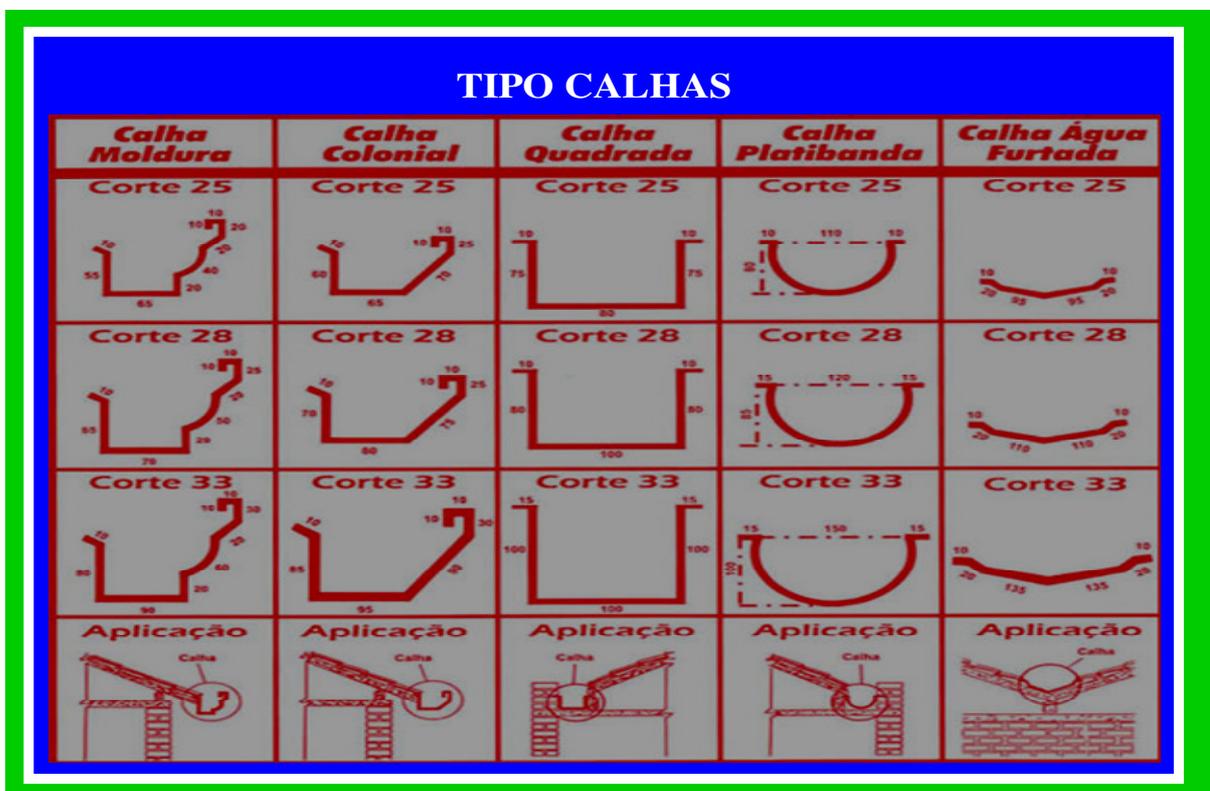


Figura 4.17 - Tipos de Calhas conforme ABNT NBR 10844 /89

Quando se tem uma área de telhado, a grande dúvida é qual o tamanho de calha que devemos utilizar para não ocorrer no erro de estar sempre transbordando, para isso o dimensionamento das calhas foi adotado a fórmula denominada de Manning, conforme NBR 10844/89, (Tomaz, 2005).

$$\text{Formula: } Q = 60.000 \cdot (A/n) \cdot R_{\text{H}}^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (4.3)$$

Sendo:

Q = vazão do projeto (L/min.)

A = área da seção molhada (m<sup>2</sup>)

P = perímetro molhado (m)

R = A/P = raio hidráulico (m)

H

n = coeficiente de rugosidade de Manning conforme tabela 4.15

S = declividade (m/m)

**Tabela 4.15 – Coeficiente de rugosidade (n) de Manning**

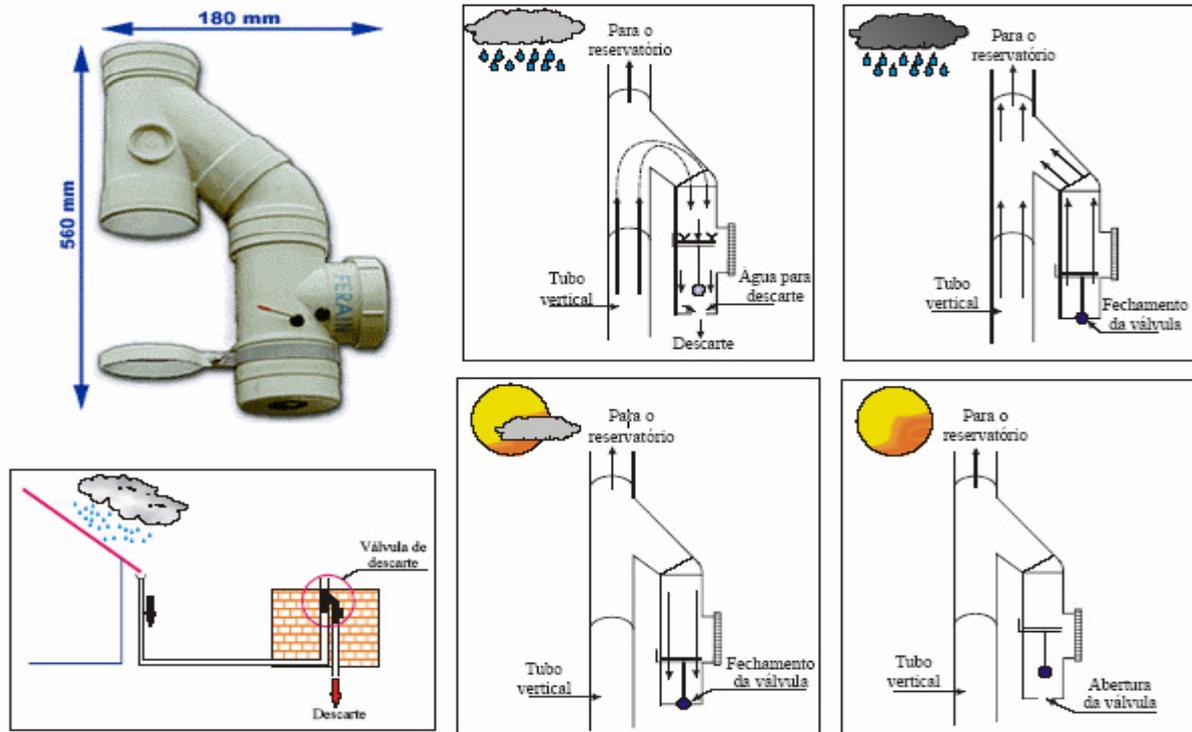
| Material   | Coeficiente de Rugosidade n |
|--|-----------------------------|
| Plástico, fibrocimento, aço, metal não ferrosos      | 0,011                       |
| Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida | 0,012                       |
| Cerâmica, concreto não alisado                       | 0,013                       |
| Alvenaria de tijolos não revestida                   | 0,015                       |

Fonte: ABNT NBR 10.844/89 *apud* Tomaz, (2005, p.65)

#### 4.11 Filtros

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 alguns tipos de filtro. Com a captação da água denominada de “primeira chuva”, ou a chuva dos primeiros 15 minutos. Em algumas bibliografias a caracterizam com o mesmo teor de contaminação a comparando com a água de um esgoto doméstico, em vista da concentração de dejetos de pássaros, partículas em suspensão vindas com o vento de chaminés das indústrias, e que se depositam no telhado devido ao orvalho durante a noite. Quando ocorre a precipitação, lava o telhado removendo

todos estes resíduos para a cisterna caso não haja algum tipo de sistema de filtragem ou de escoamento desta água, conforme esta demonstra na figura 4.18.



Fonte: <http://www.saferain.com.au> – 2010

**Figura 4.18 - Válvula de funcionamento reverso, funcionamento manual.**

Portanto, diante destes fatores podemos citar alguns tipos de filtros ou sistemas alternativos para captura de folhas galhos, grandes e pequenas partículas que acabam sendo depositadas nos telhados.

- Filtro Volumétrico, alto grau de eficiência, autolimpante independentemente do volume que passa de água. Grandes intervalos entre as revisões. Capacidade de processar a água de um telhado de medida de 450m<sup>2</sup>.



Fonte: 3P Technik Sistemas para Aproveitamento de água de Chuva

**Figura 4.19 - Filtro Volumétrico**

O filtro de descida tem a mesma função do filtro volumétrico, sendo a sua instalação necessária em todos os dutos verticais, ou dutos de saída de calha.



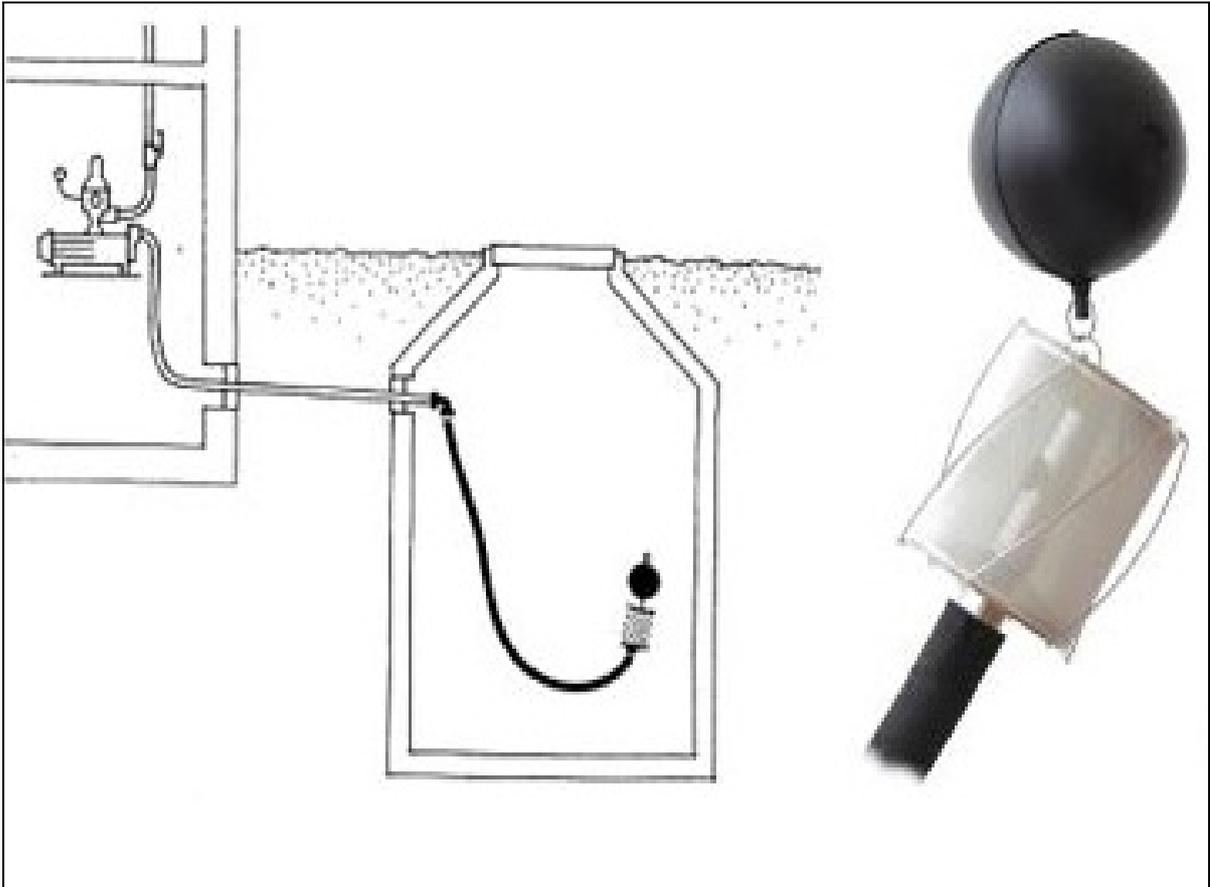
Fonte: [www.agua-de-chuva.com/brazi](http://www.agua-de-chuva.com/brazi)

**Figura 4.20 - Filtro de Descida - Filtro 3P Rainus**

Com o objetivo de capturar partículas menores, que possam ter passado pelo filtro volumétrico, o filtro flutuante fica localizado dentro da cisterna, e suas principais características são:

- Filtra partículas de até 0,3mm

- O flutuador esférico permite que o ponto da sucção acompanhe o nível de água e assegura que a água seja captada onde está mais limpa: logo abaixo da superfície;
- Acompanha válvula de retenção;
- Acompanha mangueira flexível em diversos comprimentos.



**Figura 4.21 - Filtro Flutuante**

Custos de quatro peças fundamentais como filtro, a bóia de sucção, o extravasor peça direcionador de fluxo é de US\$ 525,00.



dispositivos para autolimpeza, que podem ser manualmente manuseados, através de tubulações móveis, ou baseados no peso da água após cair em um determinado recipiente, ou com bóias ou pelo volume de água, como esta demonstrada na figura 4.23 a seguir.

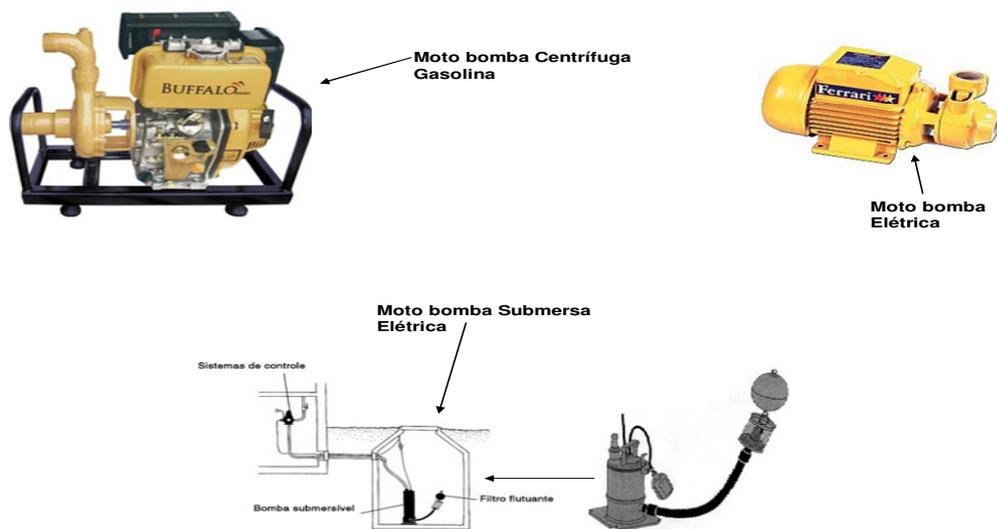


Fonte: [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)

**Figura 4.23 - Separador da primeira água de chuva de baixo custo**

## 4.12 Motores

O uso de motores sempre é utilizado quando o armazenamento da água não for distribuído por sistema gravitacional, que ocorre quando a cisterna está acima dos pontos de utilização da água armazenada, mas quando for o inverso terá de ser usado moto bombas submersas elétricas, motores elétricos ou moto bombas de sucção por propulsão eólica, elétrica ou energia solar conforme figuras a seguir.



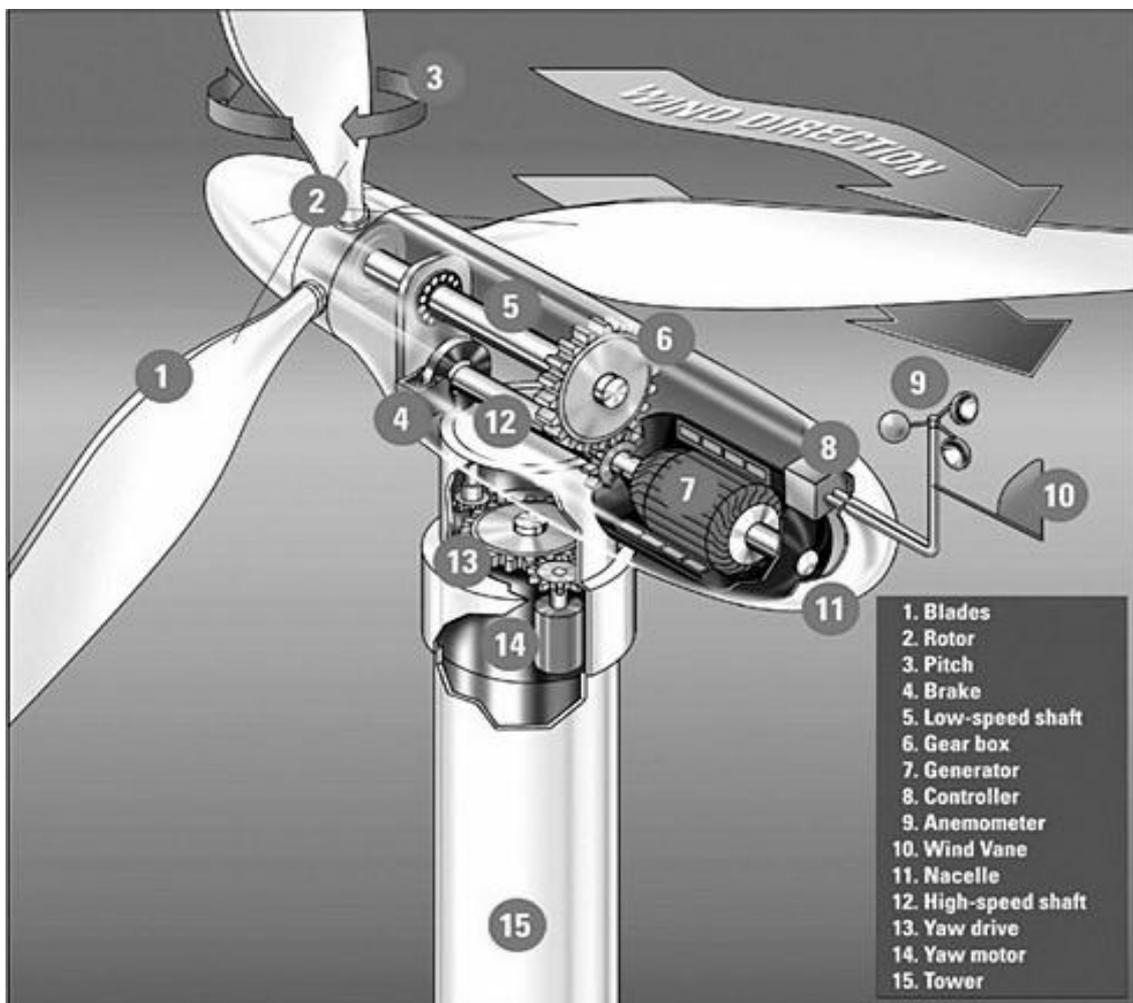
**Figura 4.24 - Moto bombas a Gasolina, Elétrica e Submersa.**



**Figura 4.25 - Evolução dos moinhos de vento em geradores de energia eólica para movimentar Moto bombas.**

Como pode-se ver nas figuras acima as tecnologias antigas dos moinhos de vento a energia eólica era transformada em energia mecânica e utilizada na moagem de grãos ou para bombear água.

Estes motores poderão ser movidos à energia eólica como esta demonstrada na figura 4.25 acima, que irá reduzir muito o custo de bombeamento da água da cisterna para o reservatório no telhado. Mas é alto o custo para erguer uma torre de sustentação e todo o sistema conforme esta demonstrada na figura 4.26, tornando-se viável somente se o volume de água for elevado para grandes consumos.



**Figura 4.26 - Esquemática de uma turbina eólica moderna (gôndola e seus componentes).**

Com a movimentação por energia eólica, também pode ser utilizado para produção de energia para o armazenamento em baterias e posterior movimentação do motor elétrico que

irão bombear a água da cisterna ao reservatório, e com o armazenamento da energia em baterias, esta poderá ser usada na iluminação externa da residência durante a noite. Neste caso toda a estrutura terá um custo inferior ao anterior em vista que não será necessária uma grande estrutura de hélices para movimentar o motor e nem de uma grande estrutura em forma de torre de sustentação para suportar a pressão dos ventos. Para a movimentação deste sistema a estrutura é bem menor, apenas para a movimentação de dínamos ou alternadores para carregar as baterias.

#### **4.13 Tipos e formas de Cisternas**

TOMAZ (2005, p.79) para efeito de cálculo do tamanho adequado da cisterna, não podemos deixar de levar em consideração que nem toda a água precipitada durante uma chuva é captada pelo reservatório.

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.

Diante desta referência para chegar a um cálculo do tamanho da cisterna se usa o coeficiente de escoamento denominado coeficiente de Runoff, que é o quociente entre a água que escoar superficialmente pelo total da água precipitada, mencionado anteriormente nas tabelas 4.13 e 4.14 tendo como tema, “**Tipos de pisos usados na captação de Água de Chuva**”.

Tomaz, (2003, p.30), As cisternas “ Podem estar apoiado, enterrado, semi-apoiadas, ou elevado. Podem ser de concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, alvenaria de bloco armado, plásticos poliéster, etc.”.

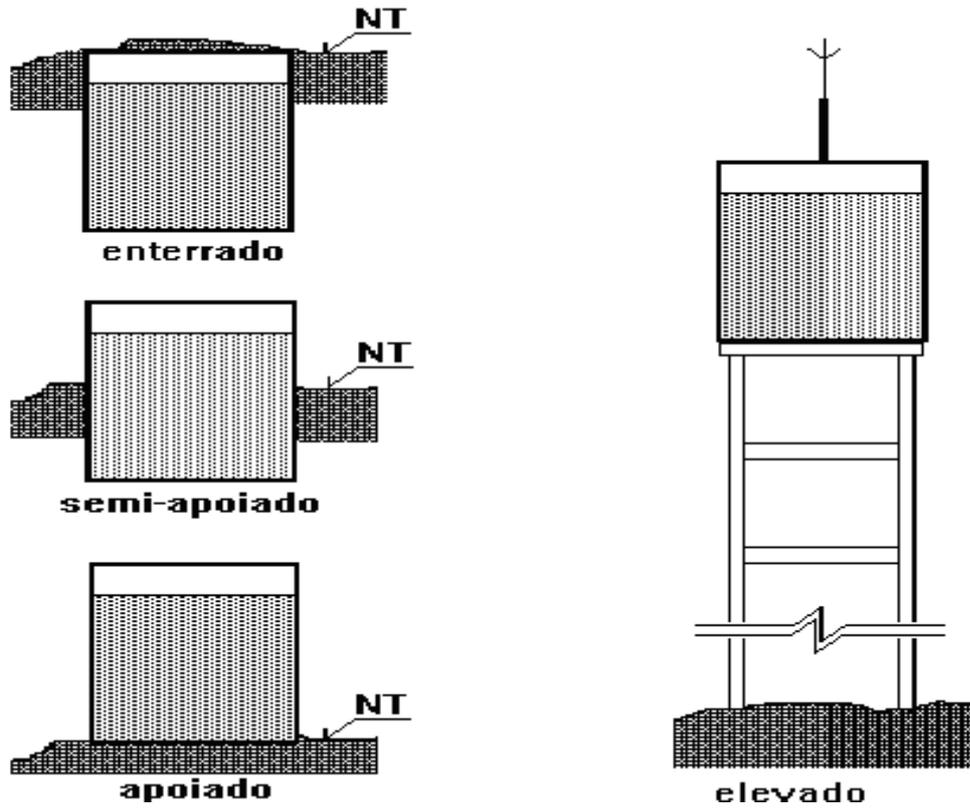


Figura 4.27 - Cisternas em relação ao terreno

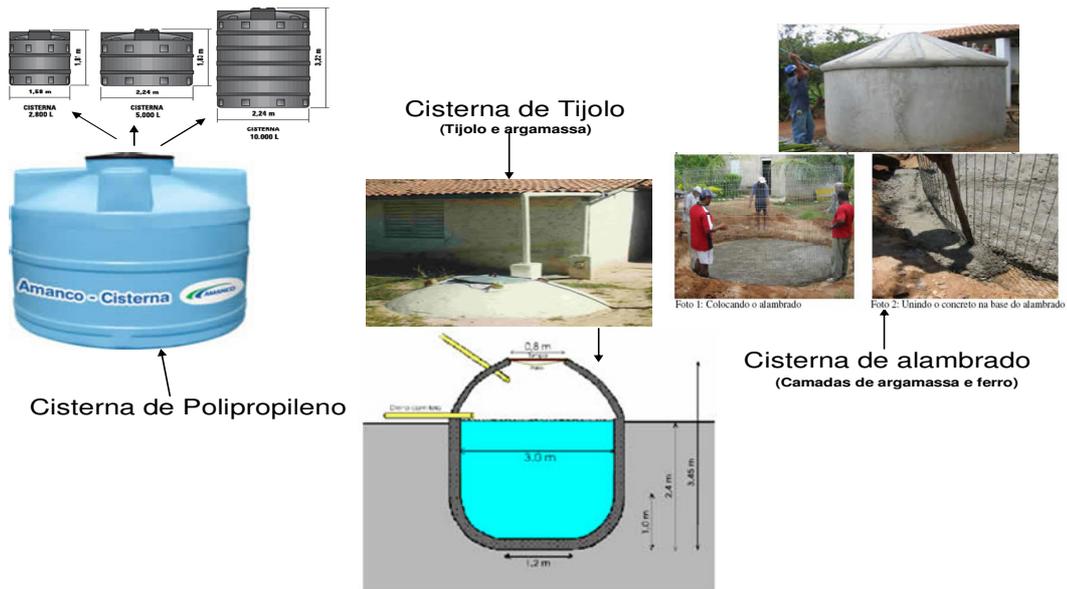


Figura 4.28 - Tipos de Cisternas

Em pesquisas realizadas em 2000 constatou os seguintes valores para armazenamento de água, sendo que quanto maior o reservatório menor é o custo por m<sup>3</sup>: Tomaz, (2005, p.103) “...os custos médios por metro cúbico de água armazenada de um reservatório de concreto armado varia de US\$ 107 / m<sup>3</sup> a US\$ 178m<sup>3</sup>, enquanto que um reservatório apoiado de fibra de vidro ou PVC, varia de US\$ 105 /m<sup>3</sup> a US\$ 137 /m<sup>3</sup>”.

**Tabela 4.16 - Custo médio de um reservatório de 50m<sup>3</sup>**

| Material          | Em relação ao terreno | Custo em US\$ / m <sup>3</sup> |
|-------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Fibrocimento      | Apoiado/elevada       | 154,00                         |
| Anéis de concreto | Apoiado/elevada       | 835,00                         |
| Fibra de Vidro    | Enterrado             | 137,00                         |
| Concreto          | Enterrado             | 178,00                         |

Fonte: Tomaz, (2005, p.104 e105)

Para se calcular aproximadamente a área de uso de uma cisterna em m<sup>3</sup>, cisternas quadrada ou retangular é adotado o seguinte procedimento: Multiplica-se a largura pelo comprimento e pela altura, deste modo tem-se o volume em m<sup>3</sup> de armazenamento.

Exemplo:

- 1m x 1m x 1m = 1m<sup>3</sup> = 1000 lts.

- 2m x 3 m x 1.70 m = 10.2 m<sup>3</sup> = (+-) 10.000 lts

Para executar o cálculo da área em m<sup>3</sup> de uma cisterna redonda seguiremos os seguintes passos:

A fórmula é a seguinte:

$$V = \pi \cdot r \cdot r \cdot h \quad (4.4)$$

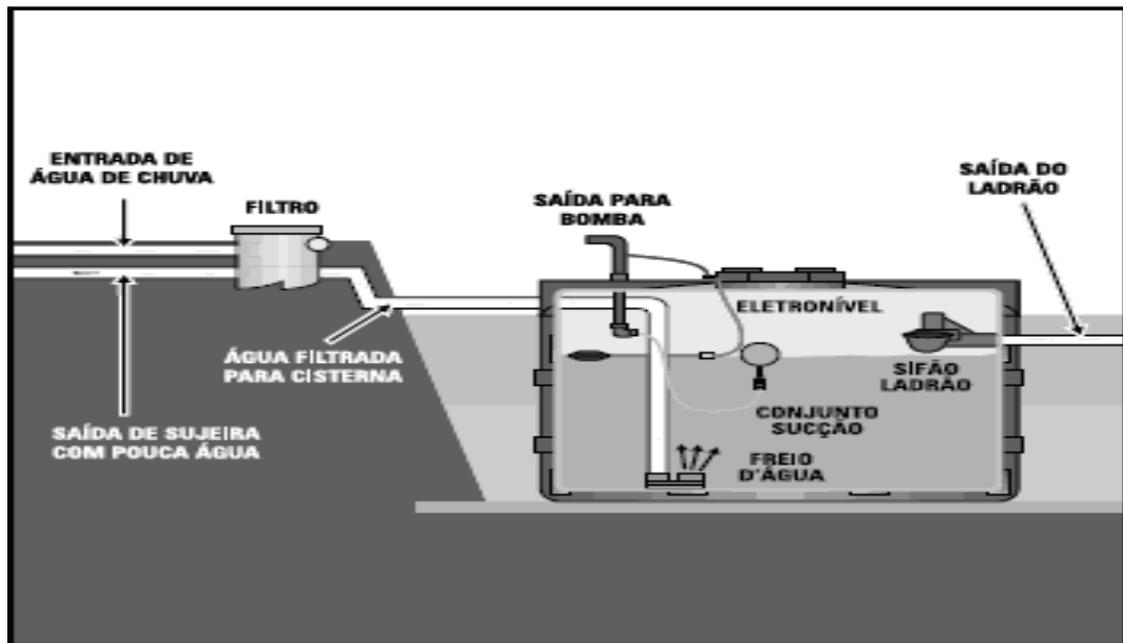
Onde:

V = volume, que é dado por  $\pi$ (Pi) e ele vale 3,14.

r = raio, ou seja, ele vale a metade do diâmetro ou boca da cisterna (se a sua cisterna tem uma boca ou diâmetro de 3 metros, o “ r ” vale 1,5 metros).

h = é a altura da cisterna.

Na figura a seguir esta sendo demonstrado o desenho esquemático de um sistema desde a filtragem até o armazenamento da água dentro de uma cisterna.



**Figura 4.29 - Desenho esquemático de Funcionamento de uma Cisterna**

Para TOMAZ (2005, p.141), o volume dos reservatórios pode ser dimensionado pelo método de Rippl, usando as médias mensais. Em outra explicação do autor encontramos o outro método empregado para ter a capacidade do reservatório ideal para o armazenamento da água de chuva, que é o método autodidata, onde se constrói um determinado reservatório sem saber qual a demanda e qual a média de precipitação, e verifica-se o que vai acontecer com a água armazenada, se vai sobrar (*overflow*), e com a água que irá faltar, neste caso será necessário à reposição por serviços públicos ou caminhão tanque.

Para se ter o dimensionamento correto do reservatório além dos métodos anteriormente, como coeficiente de Runoff, coeficiente de rugosidade de Manning, pode ser usado o método denominado "Método de Rippl", para o abastecimento constante do reservatório tanto em períodos de chuva quanto no período seco.

Tomaz (2005, p.111) "Em Hidrologia, é comum o uso do "diagrama de massas" para regularização de vazões em reservatórios, isto é, o estudo que garante o abastecimento constante d'água tanto no período chuvoso quanto no seco".

Conforme Garcez, 1960 *apud* Tomaz (2005, p.111) "o diagrama de massa de Rippl pode ser resolvido para demanda constante ou para demanda variável". O diagrama tem na

ordenada, o acúmulo dos volumes e, na abscissa, o tempo (Hidrologia, EPUSP, 1980), *apud* Tomaz (2005, p.111).

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

Fórmula do Método prático brasileiro:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (4.5)$$

Sendo:

P = precipitação média anual (mm);

T = número de meses de pouca chuva ou seca

A = area do telhado em projeção (m<sup>2</sup>);

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

#### 4.14 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 da 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*).

Nas figuras a seguir esta sendo demonstrados tipos de reservatórios utilizados nas residências para armazenamento da água vinda da cisterna, para posterior uso em bacias

sanitárias, torneiras externas, quais devem estar identificadas para não ser usada para consumo humano.

Caixa D' Água em Fibra com Tampa 1.000 Litros



Custo R\$ 228,20

Caixa D' Água em Aço Inox 1.000 Litros Compacta



Custo R\$ 1.020,00

Caixa D' Água Polietileno com Tampa 1.000 Litros



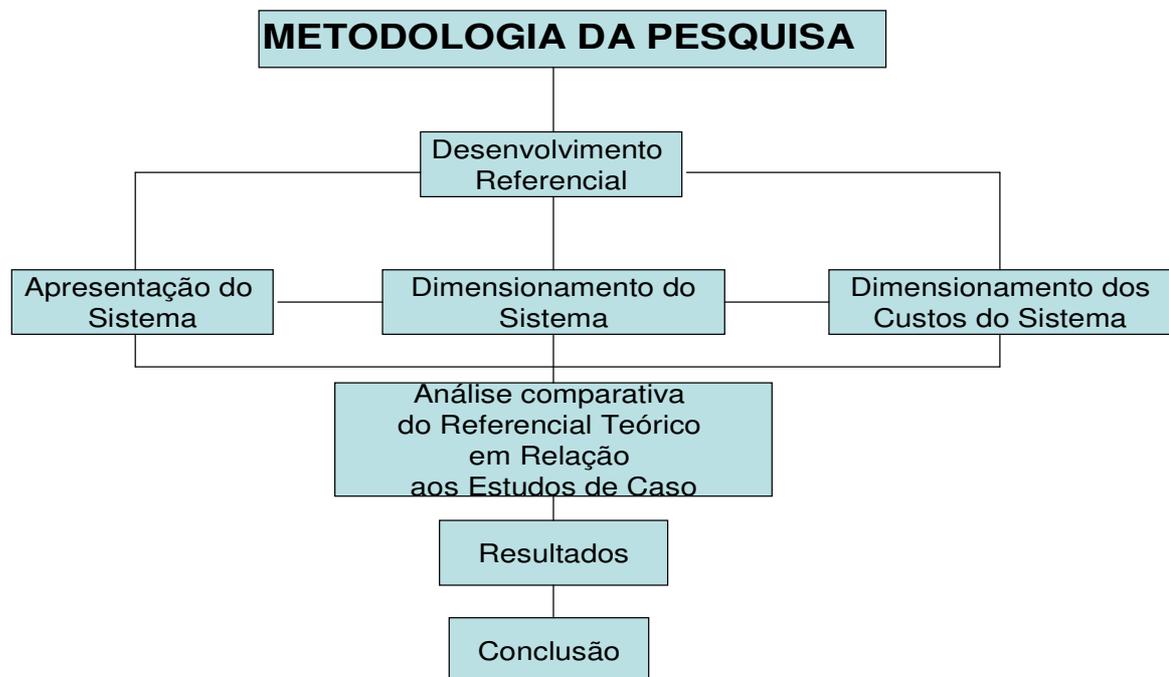
Custo R\$ 479,00

**Figura 4.30 - Reservatórios Internos e Externos**

## 5 METODOLOGIA DA PESQUISA

### 5.1 Considerações sobre a Metodologia

Nesta etapa será visto na figura 5.1 como estará sendo organizada a metodologia do trabalho em questão: desenvolvimento referencial, apresentação do sistema físico estudado em questão, apresentação do dimensionamento do sistema.



**Figura 5.1 - Fluxograma da metodologia da pesquisa**

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.

## 5.2 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 marcas com a afirmação “sim” na tabela 5.1.

Para Qasim, Syed R., 1994, *apud* Tomaz, (2000, p.37) cita na tabela 5.1 que “a desagregação da água em uma residência. As descargas no vaso sanitário continuam representando o maior consumo em uma casa, atingindo 41% do consumo total nas residências na Holanda.

Em outra pesquisa feita, em seu livro Tomaz, (2005, p.53 e 54), salienta que nos Estados Unidos e na Alemanha a média para consumo de água em descargas na bacia sanitária foi de 27%, do total da água consumida em uma residência. Portanto o consumo esta nestes exemplos variando de 27% a 41% que foi na Holanda.

**Tabela 5.1 – Desagregação da água em uma residência**

| Tipo de uso da água                | Porcentagem | Água de Chuva |
|------------------------------------|-------------|---------------|
| Descargas na bacia sanitária       | 41%         | sim           |
| Banho e lavagem de roupa           | 37%         | não           |
| Cozinha-água para beber e cozinhar | 2 a 6%      | não           |
| Cozinha-lavagem de pratos          | 3 a 5%      | não           |
| Cozinha-disposição de lixo         | 0 a 6%      | não           |
| Lavanderia                         | 4%          | não           |
| Limpeza e arrumação geral da casa  | 3%          | não           |
| 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)

Dos três países citados como exemplo de desagregação da água em uma residência, sempre o que teve maior índice de consumo foi à bacia sanitária. Este cenário esta mudando devido leis e campanhas que vem promovendo alternativas na fabricação de bacias sanitárias

mais econômicas, como já foi citado no questionário respondido pelo diretor de Políticas da cidade de *Providence* localizada no Estado de *Rhode Island* nos Estados Unidos, e conforme a Lei Federal 102-486 – Energy Policy Act, que a partir de 1º de janeiro de 1994 não poderia ser comercializado nos EUA, aparelhos sanitários que ultrapassassem os valores conforme quadro abaixo.

**Tabela 5.2 - Desagregação do uso de água em aparelhos sanitários**

| Aparelhos Sanitários  | litros/uso          |
|-----------------------|---------------------|
| Bacia sanitária       | 6 litros/descarga   |
| Torneiras             | 10 litros/minuto    |
| Descargas em mictório | 3,8 litros/descarga |
| Chuveiros             | 10 litros/minuto    |

Fonte: Tomaz, (2001, p.45)

Com esta normatização americana a partir de 1994, aos poucos no Brasil foi ocorrendo gradativamente o mesmo, em vista que grande parte das empresas brasileiras era exportadora de produtos sanitários para o mercado americano.

“Na cidade do México foram substituídos em 1998 gratuitamente 350.000 bacias sanitárias possibilitando o abastecimento de mais de 250.000 pessoas (IWRA, 2000 *apud* Tomaz, 2001, p.45)”.

### 5.3 Abordagens e definição do tamanho da amostra e a população

Hair, *et al.* (2006, 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.*(2006, 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”...

O método de levantamento para obtenção do resultado da pesquisa será feito por intermédio de questionário “*in loco*” entrevistando 6 (seis) usuários do sistema de captação de água de chuva, os que já tenham elaborados projetos semelhantes ao proposto como tema deste estudo. E com o desenvolvimento desta investigação, e após a apuração dos dados coletados poderá ser usado para apuração de resultados e chegar a conclusões do melhor sistema a ser empregado na região.

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”.

Hair *et al.*(2006, p.162), “ As entrevistas também possibilitam ao pesquisador obter *feedback* e fazer uso auxilio visual se estiver na presença do entrevistado”.

De acordo com o propósito do projeto que foi estudado e que esta sendo executado, será adotado o formato de entrevista “padronizado ou estruturado”, que Marconi e Lakatos (2003, p.94), definem como aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas.

#### 5.4 Procedimentos

Diante do tema já definido “**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA SEM TRATAMENTO EM UMA RESIDÊNCIA**”, será aplicados questionários *in loco* dos usuários do sistema 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.

Hair *et al.*(2006, p.256), ”Os pesquisadores em administração normalmente possuem muitos dados para ajudar os administradores a tomar melhores decisões. Uma de suas principais tarefas e converter os dados em conhecimento”.

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.

## 5.5 Materiais

Tendo como plano piloto uma residência em construção, com uma área de telhado de 180m<sup>2</sup>, 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).

## Fluxo do Sistema de Captação de Água de Chuva



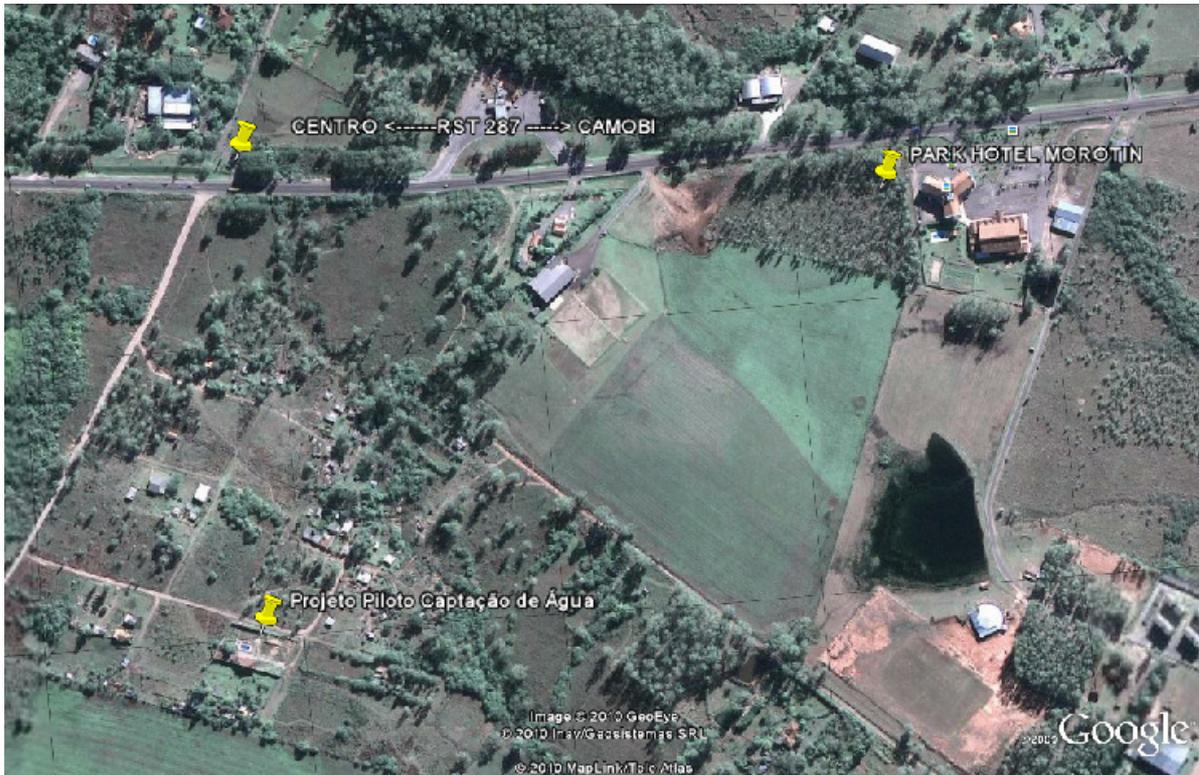
**Figura 5.2 - Fluxo do sistema de captação de água de chuva**

- 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**.

### 5.6 Localização

O projeto piloto estudado tem por sua vez a localização na cidade de Santa Maria, bairro Cerrito, próximo da RST 287, conforme figura 5.3. Neste projeto serão empregados os dados estudados nos referenciais bibliográficos como parâmetro de dados técnicos, confrontando-os com os dados levantados durante a pesquisa de campo realizado com alguns modelos localizados na cidade de Santa Maria, para compará-los e chegar ao modelo mais próximo do ideal a ser instalado.

Na figura 5.3, está sendo demonstrado o local onde será instalado o sistema de captação de água de chuva, este local trata-se da “Edícula”, que consiste em uma garagem com um quarto, cozinha, lavanderia, dois banheiros, e um salão de festas.



**Figura 5.3 – Localização do projeto estudado**

## 5.7 Aplicação do Projeto Piloto Estudado

5.7.1 O Presente projeto piloto será aplicado no terreno planta figura 5.4, no telhado de 180m<sup>2</sup> da área da edícula.

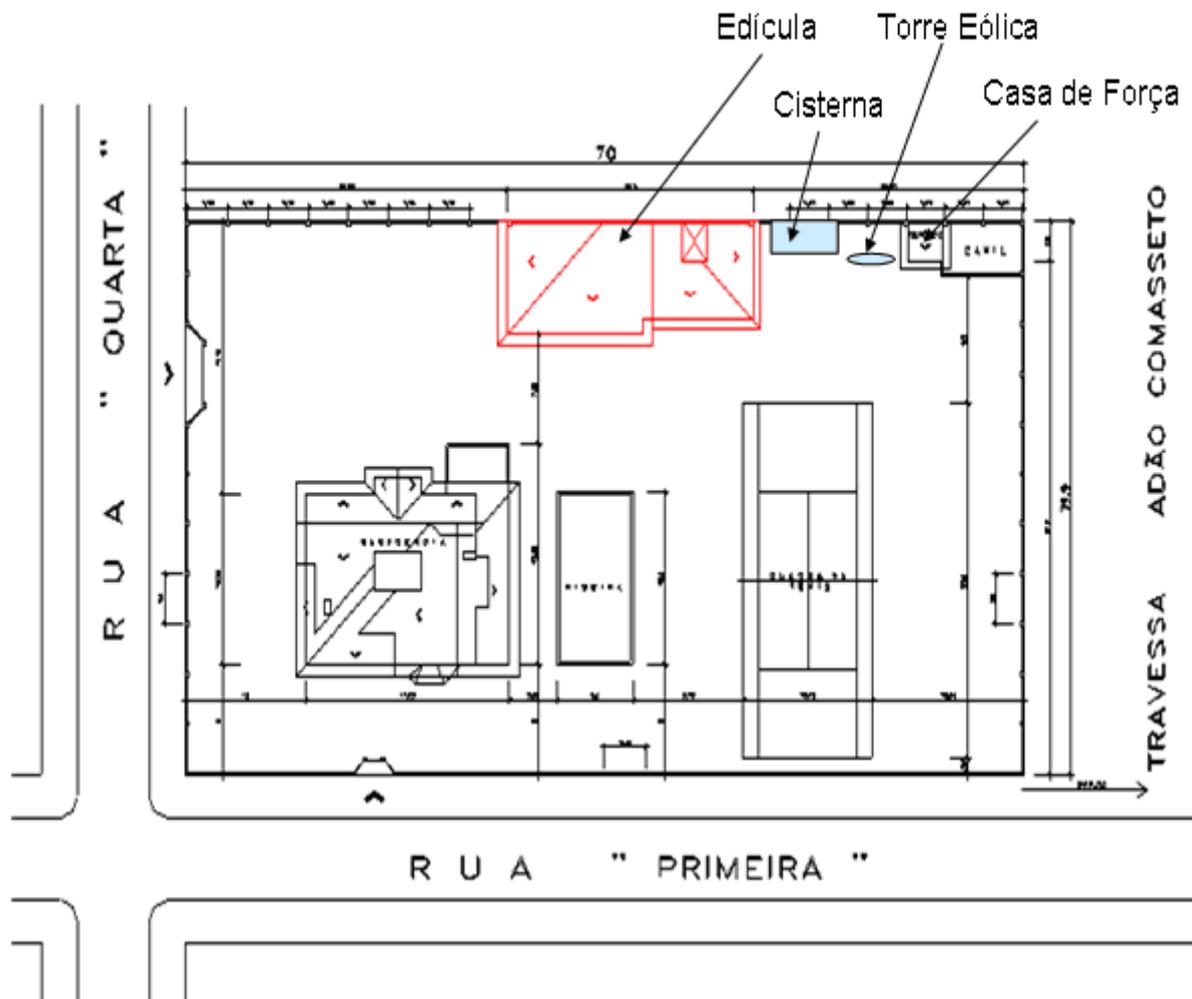
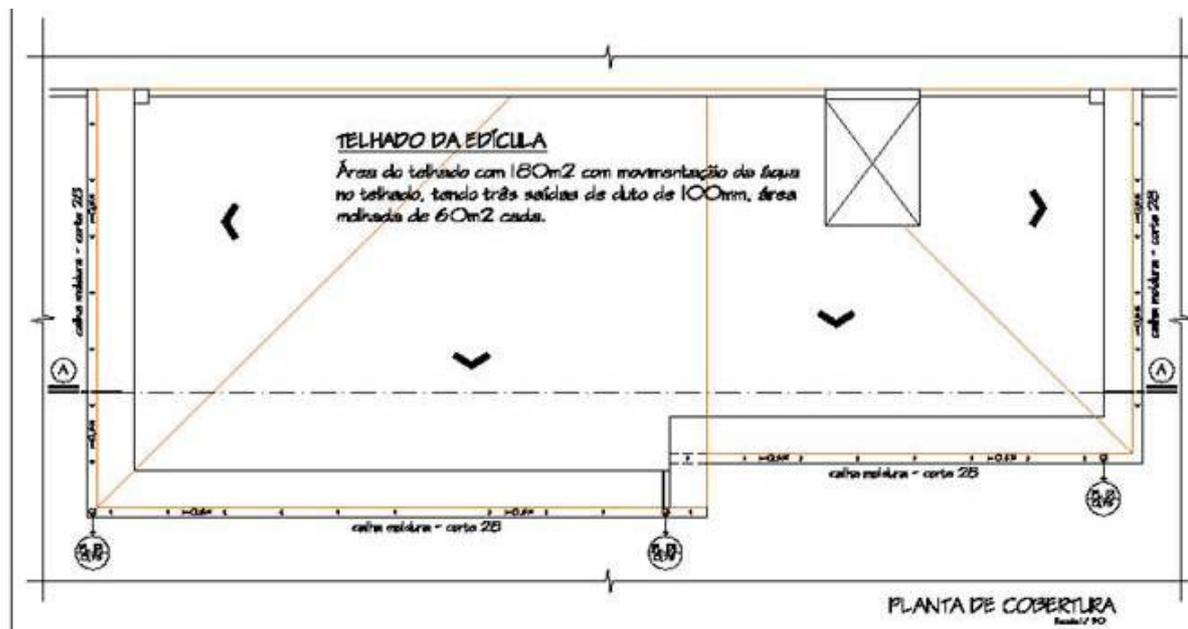


Figura 5.4 – Planta situação/localização onde será instalado o sistema de captação de água de chuva, e eólico. Escala 1/200

### 5.7.2 Telhado da edícula

Área do telhado da edícula com medida aproximada de 180 m<sup>2</sup> com planta de indicação da movimentação da água no telhado, tendo três saídas de duto de 100 mm, com responsabilidade de área de 60m<sup>2</sup> 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.



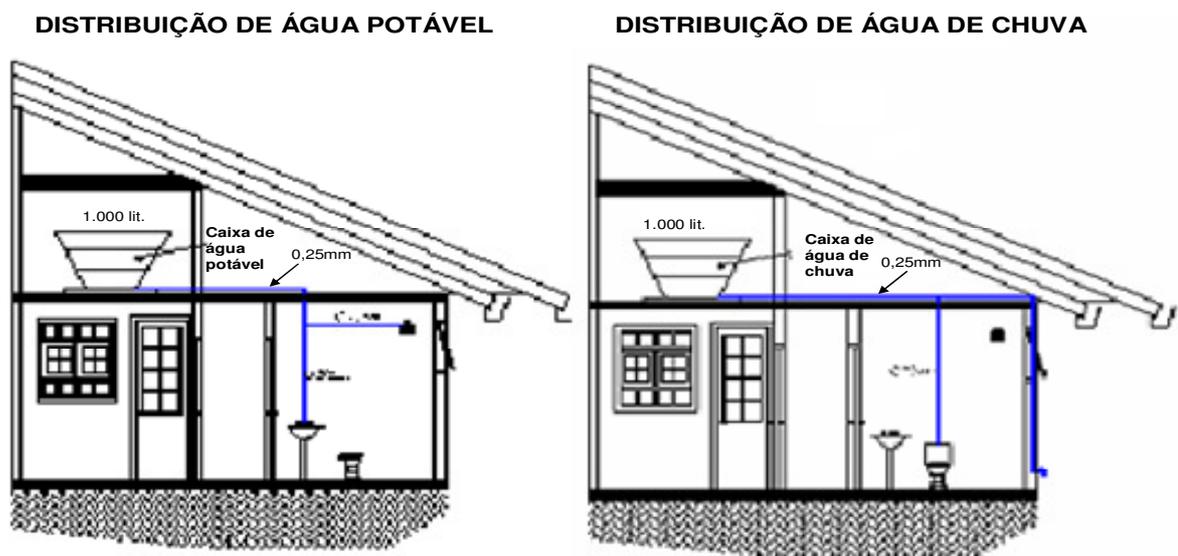
**Figura 5.5 – Planta cobertura da Área do Telhado = 178,76m<sup>2</sup> ≈ 180,00m<sup>2</sup> . Escala 1/50**

Nas próximas figuras esta sendo mostrada em corte longitudinal distribuição da água potável, água esta servida pelo sistema público (CORSAN), onde a água após ser armazenada na caixa com volume de 1.000 litros ou 1m<sup>3</sup> localizada sobre a laje e distribuída por toda residência. Na figura lateral, também esta demonstrada o armazenamento em outra caixa de água em mesmo nível de volume de 1.000 litros ou 1m<sup>3</sup> e a distribuição da água para uso em

bacias sanitárias, piscinas, pátio, conforme tabela 5.2, “desagregação da água em uma residência”.

Um ponto que deve ser tomado muito cuidado neste momento é o denominado de *Cross-connection*, ou conexão cruzada, este é o momento em que ocorre o fluxo de um sistema para outro, ou seja, quando não tem mais água na cisterna por motivo de seca ou limpeza da cisterna, a caixa de água que era abastecida pela água vinda da cisterna começa a receber água do sistema público “CORSAN”.

### 5.7.3 Diferentes sistemas – Rede de Água potável e água captada da chuva



**Figura 5.6 – 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*.”

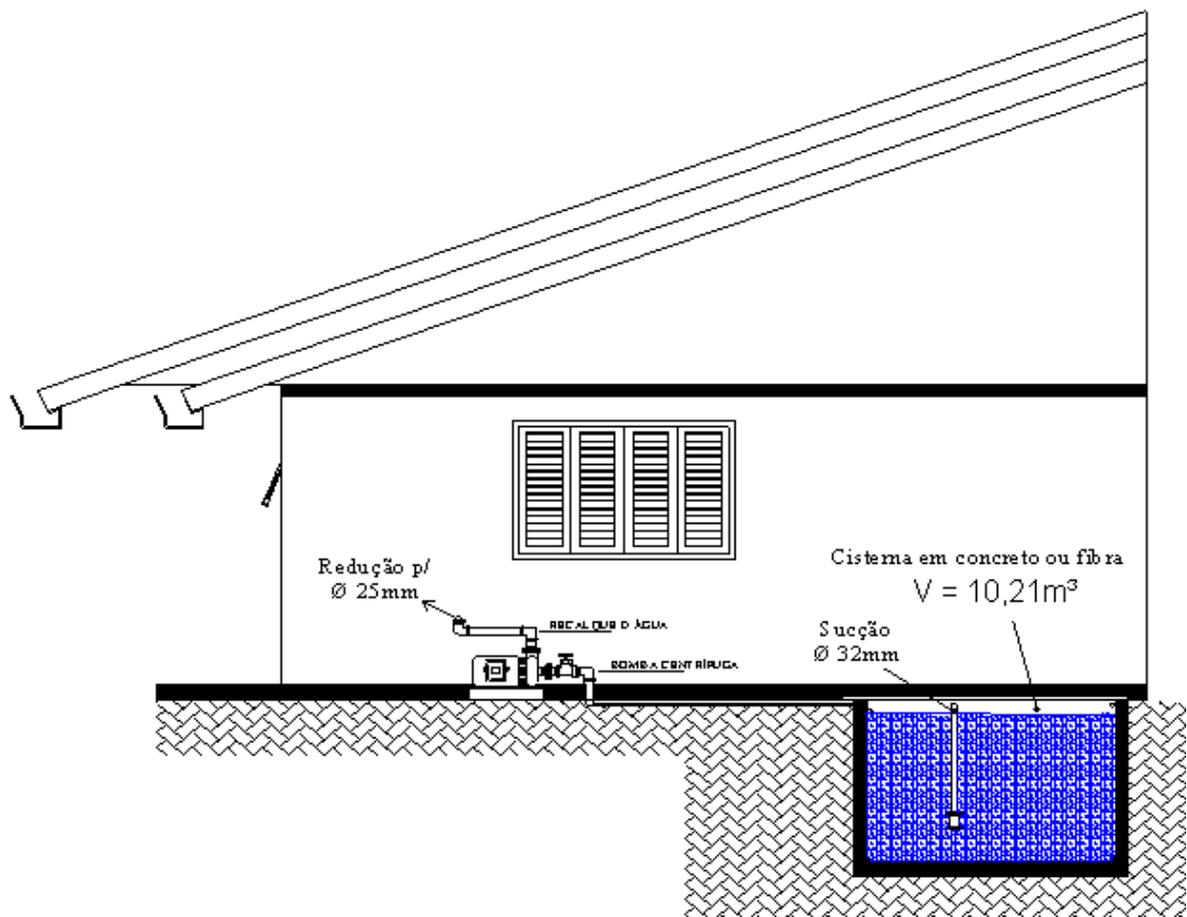
### 5.7.4 Localização da Cisterna

Conforme estudos bibliográficos, a cisterna pode estar em relação ao terreno, apoiada, elevada ou como esta demonstrada na figura 4.27, enterrada, podendo ser de fibra, polipropileno, cimento armado ou tijolo que é caso da figura 4.27.

Falar do tema “cisterna”, trata-se de um item fundamental na construção do sistema de captação, em vista que se não for bem calculado o tamanho da cisterna para a demanda planejada poderá tornar o sistema ineficiente e com custo elevado.

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.

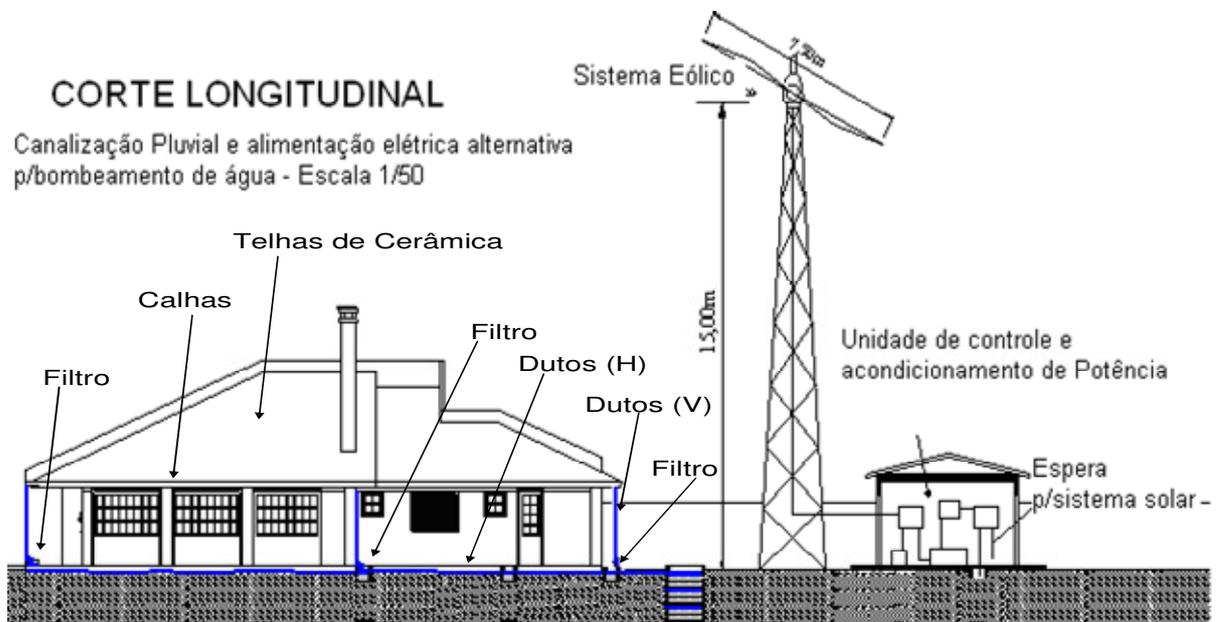
### ARMAZENAMENTO EM CISTERNA ENTERRADA



**Figura 5.7 - Corte Lateral – Localização da cisterna e da moto bomba para manejo da água da cisterna, ou por movimentação eólica.**

### 5.7.5 Aplicação do projeto piloto em corte longitudinal

Na figura 5.8, temos a aplicação do projeto piloto estudado em sua totalidade, podendo ser visto corte longitudinal do projeto executado, como canalização pluvial, alimentação eólica alternativa para bombeamento d'água, caixas de recepção da primeira água para filtragem de resíduos que durante os dias não chuvosos se armazenam no telhado, e a localização da cisterna.

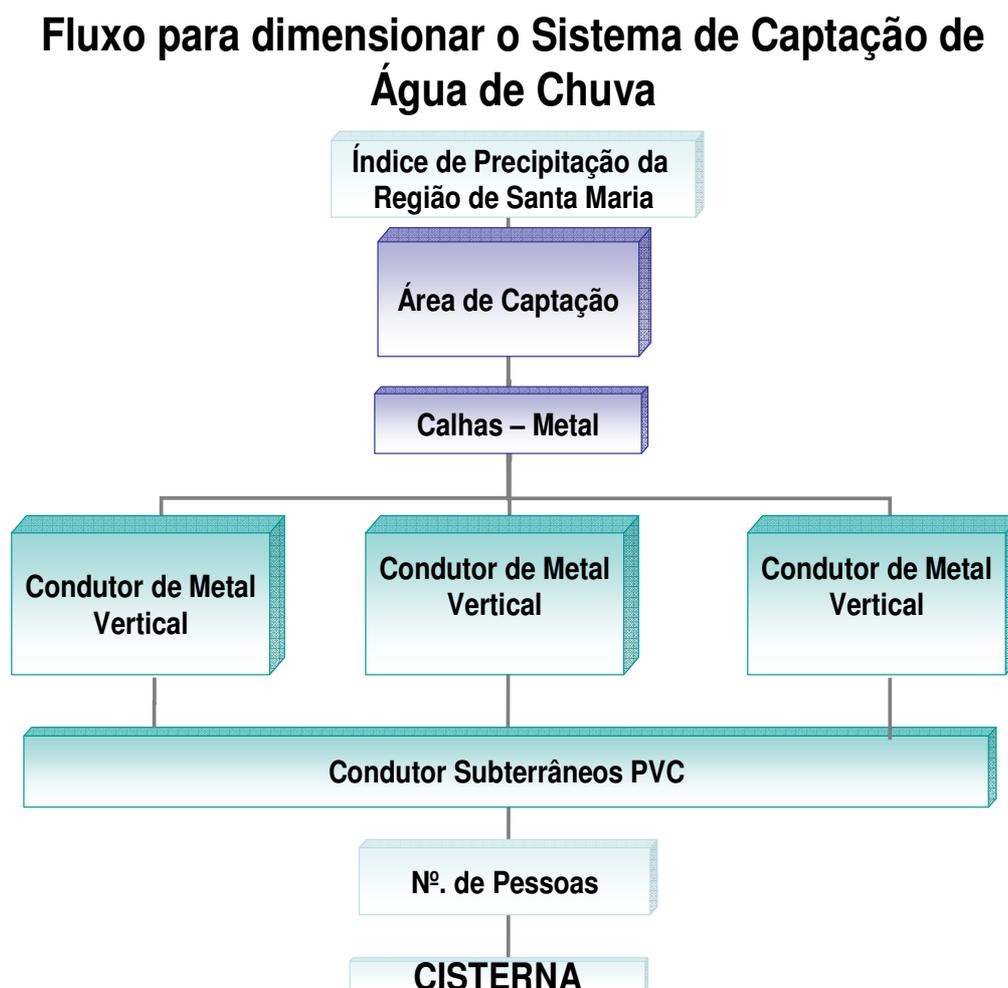


**Figura 5.8 - Corte Longitudinal Projeto Piloto – Canalização Pluvial e alimentação eólica alternativa para bombeamento d'água.**

## 6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para tratar deste item importante devem-se levar em consideração alguns pontos fundamentais para o sucesso do projeto, que é a metodologia a ser aplicada nos cálculos de dimensionamento de cada subitem, que já foram apresentados no referencial teórico e na metodologia especificados e que a seguir estarão sendo estudados para composição do sistema de captação de água de chuva mais adequado para suprir as necessidades dos usuários.

### 6.1 Apurações dos elementos para o dimensionamento do sistema de Captação.



**Figura 6.1 - Fluxo para dimensionar o tamanho do sistema de Captação de Água de Chuva em uma residência localizada na Região de Santa Maria – RS – BR.**

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

- 1) Índice de precipitação média anual da região de Santa Maria, conforme figura 4.14, está em 1.750mm/a. por m<sup>2</sup>.
- 2) Área de captação de 180m<sup>2</sup>, 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%
- 3) Calhas e Condutores verticais, conforme quadro 4.5 para a vazão da calha é levado em consideração a fórmula:

- Formula para vazão das calhas:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (6.1)$$

Onde:

Q = vazão do projeto (L/min)

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

A = área de contribuição (180m<sup>2</sup>)

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

- 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/m<sup>2</sup> 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 180m<sup>2</sup>, 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 quadro 4.4.

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:

- a) População do município de Santa Maria em 2007 é de 236.931 pessoas;
- b) Quantidade de ligações ativas de água em 2007, 51.992 ligações;
- c) Consumo médio percapita de água em 2007 124,17 lit/hab/dia;
- d) Tarifa média de água 2010, R\$ 3,83 m<sup>3</sup>.
- e) 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 18,62m<sup>3</sup>/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 18,62m<sup>3</sup>/mês de água tratada, portanto conforme consta no início deste parágrafo em torno de 50% ou 9,31m<sup>3</sup>/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: 9,31m<sup>3</sup>/mês
- Área de Captação, conforme projeto piloto é de 180 m<sup>2</sup>
- 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,  $9,31 - 22 = 12,69\text{m}^3$ ;

6) Cisterna, portanto, com a obtenção destes valores poderá ser dimensionada a cisterna para chegar a viabilidade econômica do projeto, e para isso serão realizados dois cálculos, um com o **Método de Rippl o método prático brasileiro** ( $V = 0,042 \times P \times A \times T$ ). Além destes dois cálculos, será também realizada uma aplicação da análise de simulação para definir a eficácia econômica da dimensão do reservatório.

## 6.2 Método de Rippl

Portanto para chegarmos a um dimensionamento do reservatório ideal deve-se levar em consideração os seguintes itens conforme o método de Rippl, neste método podem se usar as séries históricas mensais ou diárias

Equação para aplicação do Método de Rippl

$$\mathbf{S(t) = D(t) - Q(t)} \quad \mathbf{(6.2)}$$

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

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

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

Onde:

$S(t)$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  = volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D(t)$  = demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

V = volume do reservatório, dado em m<sup>3</sup>.

C = coeficiente de escoamento superficial

Portanto para dimensionar o volume da cisterna para demanda constante mensal, estará sendo montada duas simulações com dados pluviométricos da Região de Santa Maria em períodos diferentes que compreendendo os anos de 1912 a 1942, Moreno (1961, p. 36), 30 anos e período compreendido entre 1917 a 2003, HELDWEIN (2009, p.43 – 58), portanto um período de 86 anos, período diferente e será necessário construir uma tabela com as características de cada período conforme modelo abaixo.

**Tabela 6.1 - Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante (x)m<sup>3</sup>/mês, sendo usado as chuvas médias mensais da Região de Santa Maria, para uma área de captação de água de chuva de 180m<sup>2</sup> e com coeficiente de runoff C = 85% - Período compreendido entre 1912 a 1942**

| Meses        | Chuva        | Demanda           | Área da           | Volume            | ≠ entre Volumes                              | ≠ acumulada               | Obs    |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|---------------------------|--------|
|              | Média Mensal | Mensal constante  | Da Captação       | De chuva mensal   | da demanda (-)vol. de chuva col. 3 (-)col. 5 | da coluna 6 dos valores + |        |
|              | (mm)         | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> )                            | (m <sup>3</sup> )         |        |
| Coluna       | Coluna       | Coluna            | Coluna            | Coluna            | Coluna                                       | Coluna                    | Coluna |
| 1            | 2            | 3                 | 4                 | 5                 | 6  | 7                         | 8      |
| Janeiro      | 144          | 9,31              | 180               | 22                | -12,72                                       | 0                         | E      |
| Fevereiro    | 140          | 9,31              | 180               | 21                | -12,11                                       | 0                         | E      |
| Março        | 129          | 9,31              | 180               | 20                | -10,427                                      | 0                         | E      |
| abril        | 157          | 9,31              | 180               | 24                | -14,711                                      | 0                         | E      |
| Maio         | 191          | 9,31              | 180               | 29                | -19,913                                      | 0                         | E      |
| Junho        | 163          | 9,31              | 180               | 25                | -15,629                                      | 0                         | E      |
| Julho        | 135          | 9,31              | 180               | 21                | -11,345                                      | 0                         | E      |
| Agosto       | 145          | 9,31              | 180               | 22                | -12,875                                      | 0                         | E      |
| setembro     | 163          | 9,31              | 180               | 25                | -15,629                                      | 0                         | E      |
| Outubro      | 152          | 9,31              | 180               | 23                | -13,946                                      | 0                         | E      |
| novembro     | 121          | 9,31              | 180               | 19                | -9,203                                       | 0                         | E      |
| dezembro     | 129          | 9,31              | 180               | 20                | -10,427                                      | 0                         | E      |
| <b>Total</b> | <b>1769</b>  | <b>111,72</b>     |                   | <b>271</b>        | <b>-158,94</b>                               |                           |        |

Fonte: adaptado de Tomaz (2005, p.112) com dados pluviométricos do período compreendido entre 1912 a 1942 *apud* Moreno (1961, p.36)

Para melhor entender as tabelas 6.1 e 6.2 de Tomaz (2005, p.112), adaptada com dados atualizados ao projeto, será explicado às oito colunas que compõem o método de Rippl para dimensionamento de cisterna, conforme segue:

- Coluna 1 – É o período de tempo que vai de janeiro a dezembro;
- Coluna 2 – Nesta coluna estão as chuvas médias normais mensais em milímetro do município de Santa Maria, de 1917 a 2003, Haldwein ( 2009, p. 43 – 58), e Moreno ( 1961, p.36), referente ao período de 1912 a 1942.
- Coluna 3 – Demanda mensal que foi apurado conforme as necessidades da residência unifamiliar, contidas no relatório SNIS de 2007, e fazendo-se a proporcionalidade dos dados apresentado neste relatório, chegou-se a um volume de 8m<sup>3</sup>/mês de demanda, considerando somente o uso na desagregação conforme tabela 5.1;

**Tabela 6.2 - Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante (x)m<sup>3</sup>/mês, sendo usado as chuvas médias mensais da Região de Santa Maria, para uma área de captação de água de chuva de 180m<sup>2</sup> e com coeficiente de Runoff C = 85% Período compreendido entre 1917 a 2003.**

| Meses        | Chuva Média Mensal (mm) | Demanda Mensal constante (m <sup>3</sup> ) | Área da captação (m <sup>2</sup> ) | Volume De chuva mensal (m <sup>3</sup> ) | ≠ entre Volumes da demanda (-)vol. de chuva col. 3 (-)col. 5 (m <sup>3</sup> ) | ≠ acumulada da coluna 6 dos valores + (m <sup>3</sup> ) | Obs      |
|--------------|-------------------------|--|------------------------------------|--|--|---|----------|
| Coluna 1     | Coluna 2                | Coluna 3                                   | Coluna 4                           | Coluna 5                                 | Coluna 6   | Coluna 7  | Coluna 8 |
| Janeiro      | 148                     | 9,31                                       | 180                                | 23                                       | -13,33   | 0   | E        |
| Fevereiro    | 134,9                   | 9,31                                       | 180                                | 21                                       | -11,33   | 0   | E        |
| Março        | 137,3                   | 9,31                                       | 180                                | 21                                       | -11,70   | 0   | E        |
| abril        | 143,4                   | 9,31                                       | 180                                | 22                                       | -12,63   | 0   | E        |
| Maio         | 150,5                   | 9,31                                       | 180                                | 23                                       | -13,72   | 0   | E        |
| Junho        | 155,4                   | 9,31                                       | 180                                | 24                                       | -14,47   | 0   | E        |
| Julho        | 143,4                   | 9,31                                       | 180                                | 22                                       | -12,63   | 0   | E        |
| Agosto       | 126,8                   | 9,31                                       | 180                                | 19                                       | -10,09   | 0   | E        |
| setembro     | 159,8                   | 9,31                                       | 180                                | 24                                       | -15,14   | 0   | E        |
| Outubro      | 159,1                   | 9,31                                       | 180                                | 24                                       | -15,03   | 0   | E        |
| novembro     | 120,1                   | 9,31                                       | 180                                | 18                                       | -9,07  | 0   | E        |
| dezembro     | 133,7                   | 9,31                                       | 180                                | 20                                       | -11,15   | 0   | E        |
| <b>Total</b> | <b>1712,4</b>           | <b>111,72</b>                              |                                    | <b>262</b>                               | <b>-150,28</b>   |   |          |

Fonte: adaptado de Tomaz (2005, p.112) com dados pluviométricos do período compreendido entre 1917 a 2003 apud Haldwein *et.al* ( 2009, p. 43 – 58)

- Coluna 4 – É a área de captação da água de chuva onde estará sendo desenvolvido este projeto, que neste caso é de 180m<sup>2</sup>

- Coluna 5 – Nesta coluna, estão os volumes mensais disponíveis de água de chuva. É obtido multiplicando-se a coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de runoff de 85% dividindo-se por 1.000(1m<sup>3</sup>) para que o resultado do volume seja em metros cúbicos. Deste modo a linha do mês de janeiro ficará desta forma:

$$148\text{mm} \times 180 \text{ m}^2 \times 85\% / 1000 = 23 \text{ m}^3$$

O total da coluna 5 do volume de água fornecida pela chuva média de janeiro a dezembro é de 271m<sup>3</sup>/a na tabela 6.1 e de 262,0m<sup>3</sup>/a na tabela 6.2, que deverá ser maior ou igual ao volume total da demanda que se refere na coluna 3.

- Coluna 6 – Nesta coluna, esta as diferenças entre o volume da demanda e os volumes de chuva mensais. Ou seja, a coluna 3 menos a coluna 5. 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 na cisterna, portanto deverá ser complementado com água do serviço público.

- Coluna 7 – Nesta coluna esta os valores acumulados da coluna 6, considerando somente os valores positivos. Para o preenchimento desta coluna foi admitido que o reservatório no (t-1) estaria cheio. Quanto aos valores negativos não foram considerado, pois indica excesso de água no reservatório. “Começa-se com a soma dos valores positivos, prosseguindo-se até que a diferença se anule, desprezando-se todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo (Garcez, 1960, p.56 Volume II)”, *apud* Tomaz (2005, p.114).

- Coluna 8 – O preenchimento desta coluna é feito usando as letras “E”, para água escoando pelo extravasor, “D”, quando o nível de água esta abaixo do esperado e “S” quando o nível de água esta subindo.

Neste método constata-se que a menor captação de volume de água obtido pelo método de Rippl na tabela 6.1 e de 19 m<sup>3</sup> e na tabela 6.2 e de 18m<sup>3</sup>, portanto temos uma média para estabelecer como certo um reservatório de volume de 18,5m<sup>3</sup>. Com estes resultados, portanto, o reservatório para regularizar a demanda constante de 9,31m<sup>3</sup> por mês de consumo de água da chuva deve ser de 18,5m<sup>3</sup> de capacidade, por ser a menor volume de chuva médio normal, sendo em ambas as tabelas o mês de novembro.

O volume do reservatório com esta capacidade corresponde a um suprimento de 57 dias de seca ou 1,9 meses.

Nas tabelas apresentadas foi utilizado em ambas o Método de Rippl para o dimensionamento de um a cisterna com chuvas médias mensais e consumo constante, na próxima será utilizada o método da simulação.

Neste método serão utilizadas as médias de precipitação apresentada nas tabelas 6.1 e 6.2, como precipitação média anual em mm (P).

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 referência 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 médio de mensal de aproximadamente 86 anos.

**Tabela 6.3 - Média de Dias com chuva X Dias sem chuva em um período de 42 anos**

| 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 |
| <b>Total dias</b> | <b>31</b> | <b>28</b> | <b>31</b> | <b>30</b> | <b>31</b> | <b>30</b> | <b>31</b> | <b>31</b> | <b>30</b> | <b>31</b> | <b>30</b> | <b>31</b> | <b>365</b> |           |

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

### 6.3 Método prático brasileiro

Fórmula do Método prático brasileiro conforme ABNT – NBR n° 15 527/2007.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (6.3)$$

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 (m<sup>2</sup>);

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 180m<sup>2</sup>

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.

Tomaz (p.67, 2005), “Algumas normas de outros países admitem, para residências, que a calha tenha diâmetro mínimo de 125 mm e declividade de 0,0042m/m (0,42%) e ainda que os coletores verticais devam estar distantes no máximo 12m, para o caso de a água ser descarregada em um reservatório.

#### 6.4 Método da Simulação

Neste método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t) \quad (6.4)$$

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

Sendo que:  $0 \leq S(t) \leq V$

Onde:

$S(t)$  =Volume de água no reservatório no tempo t;

$S(t-1)$  =Volume de água no reservatório no tempo t – 1;

- Q (t) =Volume de chuva no tempo t;
- D (t) =Consumo ou demanda no tempo t;
- V =Volume do reservatório fixado.
- C = coeficiente de escoamento superficial

NOTA: para este método duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “t”, os dados históricos são representativos para as condições futuras.

Para verificar qual dos métodos mais apropriado a ser utilizado para a construção do tamanho ideal do reservatório, estará sendo utilizados os resultados de ambos os métodos Rippl e método prático brasileiro e a estes resultados será aplicado o Método de Simulação.

- Resultado do método Rippl, apresentou uma cisterna de volume de 18,5m<sup>3</sup>;
- Resultado do método prático brasileiro uma cisterna de volume de 10,21m<sup>3</sup>.

Para melhor entender Tomaz (2005, p.112), adaptada a tabela 6.5 com dados atualizados ao projeto, será explicado às oito colunas que compõem o método de Rippl para dimensionamento de cisterna, conforme segue:

- Coluna 1 – Constam os meses de janeiro a dezembro;
- Coluna 2 – Nesta coluna estão às chuvas médias normais mensais de ambos os períodos em milímetro do município de Santa Maria, de 1912 a 2003, Moreno (1961, p.36) e Haldwein (2009, p.43 – 58).
- Coluna 3 – Demanda mensal que foi apurado conforme as necessidades da residência unifamiliar, contidas no relatório SNIS de 2007, e fazendo-se a proporcionalidade dos dados apresentado neste relatório, chegou-se a um volume de 8m<sup>3</sup>/mês de demanda, considerando somente o uso na desagregação conforme tabela 5.1;
- Coluna 4 – É a área de captação da água de chuva onde estará sendo desenvolvido este projeto, que neste caso é de 180 m<sup>2</sup>.

**Tabela 6.4 - Aplicação da Análise de simulação para reservatório com 18,5m<sup>3</sup> - Método Rippl**

| Meses        | Chuva Média (mm) | Demanda mensal constante (m <sup>3</sup> ) | Área da Da Captação (m <sup>2</sup> ) | VOLUME de chuva C = 0,85 (m <sup>3</sup> ) | VOLUME do Reservatório Fixado (m <sup>3</sup> ) | VOLUME do reservatório no tempo t-1 (m <sup>3</sup> ) | VOLUME do reservatório no tempo t (m <sup>3</sup> ) | Overflow (m <sup>3</sup> ) | Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> ) |           |
|--------------|------------------|--|---------------------------------------|--|---|---|---|----------------------------|--|-----------|
| Coluna       | P Coluna         | Dt Coluna                                  | A Coluna                              | Qt Coluna                                  | V Coluna  | St-1 Coluna   | St Coluna   | Ov Coluna                  | S Coluna                                     |           |
|              | <b>1</b>         | <b>2</b>                                   | <b>3</b>                              | <b>4</b>                                   | <b>5</b>  | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>8</b>                   | <b>9</b>                                     | <b>10</b> |
| Janeiro      | 146              | 9,31                                       | 180                                   | 22,34                                      | 18,50   | 0,0   | 18,50   | 0                          | 0  |           |
| fevereiro    | 137,45           | 9,31                                       | 180                                   | 21,03                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 12                         | 0  |           |
| Março        | 133,15           | 9,31                                       | 180                                   | 20,37                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 11                         | 0  |           |
| abril        | 150,2            | 9,31                                       | 180                                   | 22,98                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 14                         | 0  |           |
| Maio         | 170,75           | 9,31                                       | 180                                   | 26,12                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 17                         | 0  |           |
| Junho        | 159,2            | 9,31                                       | 180                                   | 24,36                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 15                         | 0  |           |
| Julho        | 139,2            | 9,31                                       | 180                                   | 21,30                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 12                         | 0  |           |
| Agosto       | 135,9            | 9,31                                       | 180                                   | 20,79                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 11                         | 0  |           |
| setembro     | 161,4            | 9,31                                       | 180                                   | 24,69                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 15                         | 0  |           |
| Outubro      | 155,55           | 9,31                                       | 180                                   | 23,80                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 14                         | 0  |           |
| novembro     | 120,55           | 9,31                                       | 180                                   | 18,44                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 9                          | 0  |           |
| dezembro     | 131,35           | 9,31                                       | 180                                   | 20,10                                      | 18,50   | 18,5  | 18,50   | 11                         | 0  |           |
| <b>Total</b> | <b>1740,7</b>    | <b>111,72</b>                              |                                       | <b>266,33</b>                              |   |   |   | <b>142</b>                 | <b>0</b>                                     |           |

Fonte: Tomaz (2005, p.143), adaptado com os dados atuais.

- Coluna 5 – Nesta coluna, estão os volumes mensais disponíveis de água de chuva. É obtido multiplicando-se a coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff de 85% dividindo-se por 1.000(1m<sup>3</sup>) para que o resultado do volume seja em metros cúbicos. Deste modo a linha do mês de janeiro ficará desta forma:

$$146 \text{ mm} \times 180 \text{ m}^2 \times 85\% / 1000 = 22,34 \text{ m}^3$$

O total da coluna 5 do volume de água fornecida pela chuva média de janeiro a dezembro é de 266,33m<sup>3</sup>/a como média, que deverá ser maior ou igual ao volume total da demanda que se refere na coluna 3.

- Coluna 6 – Volume do reservatório que é fixado. O volume para este tipo de problema é atribuído e depois verificado o overflow e a reposição de água caso necessário pelo serviço público, até se escolher um volume adequado. No caso deste exemplo, foram usados dois volumes: O primeiro foi o volume de 18,50m<sup>3</sup>, que foi o resultado do método Rippl, e o segundo simulação foi usado o volume de 10,21m<sup>3</sup> que foi o resultado obtido na aplicação do método prático brasileiro.

**Tabela 6.5 - Aplicação da Análise de simulação para reservatório com 10,21m<sup>3</sup> - Método Prático brasileiro**

| Meses        | Chuva<br>Média<br>(mm) | Demanda<br>mensal<br>constante<br>(m <sup>3</sup> ) | Área da<br>Da<br>Captação<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume<br>de<br>chuva<br>C = 0,85<br>(m <sup>3</sup> ) | Volume do<br>reservatório<br>fixado<br>(m <sup>3</sup> ) | Volume do<br>reservatório<br>no tempo t-1<br>(m <sup>3</sup> ) | Volume do<br>reservatório<br>no tempo t<br>(m <sup>3</sup> ) | Overflow<br>(m <sup>3</sup> ) | Suprimento<br>de água<br>externo<br>(m <sup>3</sup> ) |
|--------------|------------------------|---|--|--|--|--|--|-------------------------------|---|
| Coluna       | P                      | Dt  | A  | Qt   | V  | St-1   | St   | Ov                            | S   |
| <b>1</b>     | <b>2</b>               | <b>3</b>  | <b>4</b>                                       | <b>5</b>   | <b>6</b>   | <b>7</b>   | <b>8</b>   | <b>9</b>                      | <b>10</b>   |
| janeiro      | 146                    | 9,31  | 180  | 22,34  | 10,21  | 0,0  | 10,21  | 3                             | 0   |
| fevereiro    | 137,45                 | 9,31  | 180  | 21,03  | 10,21  | 10   | 10   | 12                            | 0   |
| março        | 133,15                 | 9,31  | 180  | 20,37  | 10,21  | 10   | 10   | 11                            | 0   |
| abril        | 150,2                  | 9,31  | 180  | 22,98  | 10,21  | 10   | 10   | 14                            | 0   |
| maio         | 170,75                 | 9,31  | 180  | 26,12  | 10,21  | 10   | 10   | 17                            | 0   |
| junho        | 159,2                  | 9,31  | 180  | 24,36  | 10,21  | 10   | 10   | 15                            | 0   |
| julho        | 139,2                  | 9,31  | 180  | 21,30  | 10,21  | 10   | 10   | 12                            | 0   |
| agosto       | 135,9                  | 9,31  | 180  | 20,79  | 10,21  | 10   | 10   | 11                            | 0   |
| setembro     | 161,4                  | 9,31  | 180  | 24,69  | 10,21  | 10   | 10   | 15                            | 0   |
| outubro      | 155,55                 | 9,31  | 180  | 23,80  | 10,21  | 10   | 10   | 14                            | 0   |
| novembro     | 120,55                 | 9,31  | 180  | 18,44  | 10,21  | 10   | 10   | 9                             | 0   |
| dezembro     | 131,35                 | 9,31  | 180  | 20,10  | 10,21  | 10   | 10   | 11                            | 0   |
| <b>Total</b> | <b>1740,7</b>          | <b>111,72</b>                                       |  | <b>266,33</b>  |  |  |  | <b>144</b>                    | <b>0</b>  |

Fonte: Tomaz (2005, p.143), adaptado com os dados atuais.

- Coluna 7 – Nesta coluna esta o volume do reservatório no início da contagem de tempo. Supomos que no início o reservatório esteja vazio, portanto a primeira linha da coluna 7 correspondente ao mês de janeiro deverá ser preenchida com "0" zero, e os demais valores são obtidos usando a função SE do Excel.

$$= \text{SE}(\text{coluna } 8 < 0 ; 0 ; \text{coluna } 8)$$

- Coluna 8 – Fornece o volume do reservatório no último dia do mês de janeiro, portanto o reservatório estará cheio, neste caso com 18,50m<sup>3</sup> ou 10,21m<sup>3</sup>. Portanto para o preenchimento da coluna 8 e feito da seguinte maneira:

$$= \text{SE}(\text{coluna } 5 + \text{coluna } 7 - \text{coluna } 3 > \text{coluna } 6 ; \text{coluna } 7 ; \text{coluna } 5 + \text{coluna } 7 - \text{coluna } 3)$$

Obs. Nesta coluna poderão aparecer resultados com sinal negativo, que é quando ocorre a necessidade de repor água. Este mesmo resultado aparecerá na coluna 10, mas positivo.

- Coluna 9 - É relativo à *overflow*, quando ocorre excesso de água captada, e baixa demanda, neste caso o resultado que aparece nesta coluna é o volume de água saindo pelo extravasor.

Estes valores são obtidos da seguinte forma:

= SE (coluna 5 + coluna7 – coluna3 > coluna6; coluna5 + coluna7 – coluna3 – coluna6; 0)

- Coluna 10 – Trata-se da coluna que nos vai dizer se será necessário utilizar água fornecida pelo serviço público ou não.

= SE (coluna7 + coluna5 – coluna3 < 0 ; - (coluna7 + coluna5 – coluna3) ;0)

Com a aplicação da análise de simulação nos resultados das duas metodologias sendo eles o Método de Rippl e o Método prático brasileiro constatou-se que em ambas o overflow foi constante em todos os meses, portanto não foi necessária a utilização da água do serviço público como complemento na de Rippl o overflow foi de 142m<sup>3</sup>/a e na brasileira foi de 144m<sup>3</sup>/a.

## 6.5 Financeiros

Diante dos itens apresentados como opção de material para a instalação do sistema de captação de água da chuva, foi realizada uma pesquisa de preços no mercado de lojas de material de construção e empresas que já estão trabalhando com a instalação deste sistema.

Sendo assim, na tabela 6.6, segue o resumo do orçamento apresentado para o fornecimento dos equipamentos a serem instalados e que compõem todo o sistema, ficando neste caso faltando à cisterna e o motor para movimentação da água captada até o reservatório para posterior distribuição nas bacias sanitárias. No anexo G, consta na íntegra o orçamento fornecido pela Empresa Irrigarden da cidade de Curitiba – PR., na tabela 6.6 e 6.7 estão à composição para os demais produtos que farão parte do sistema para captação de água da chuva.

**Tabela 6.6 - Custo de um kit residencial para captação de água de uma área: 180 m<sup>2</sup>**

| <b>Produto / Serviço</b>               | <b>Qtde</b> | <b>Unitário</b> | <b>Preço</b>    |
|--|-------------|-----------------|-----------------|
| Filtro VF1 - residencial - 100 mm      | 1           | 920,00          | 920,00          |
| Sifão ladrão - 100 mm                  | 1           | 142,00          | 142,00          |
| Freio d'água - 100 mm                  | 1           | 68,00           | 68,00           |
| Conjunto de sucção bóia-mangueira - 1" | 1           | 308,00          | 308,00          |
| Bóia elétrica - 25 A                   | 3           | 35,00           | 105,00          |
| Solenóide - 3/4" - 220 V               | 2           | 98,00           | 196,00          |
| Pressurizador com tanque de equilíbrio | 1           | 498,00          | 498,00          |
| <b>Total</b>                           |             |                 | <b>2.237,00</b> |

Fonte: IRRIGARDEN SOLUÇÕES EM APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA – 2010

**Tabela 6.7 - Custo de material para compor o sistema de captação de água, área: 180 m<sup>2</sup>**

| <b>Produto / Serviço</b> | <b>unidade</b> | <b>Qtde</b> | <b>Unitário</b> | <b>Preço</b>    |
|--------------------------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Caixa de água            | 1.000 litros   | 1           | 211,00          | 211,00          |
| Calhas                   | metros         | 43          | 31,00           | 1.333,00        |
| Dutos Horizontais        | 100 mm         | 5           | 28,00           | 140,00          |
| Dutos horizontal         | 50 mm          | 5           | 30,00           | 150,00          |
| Dutos verticais          | 100 mm         | 3           | 28,00           | 84,00           |
| <b>Total</b>             |                |             |                 | <b>1.918,00</b> |

Fonte: Walter Beltrame Mat. Construções – 2010

No quadro a seguir esta um custo para construção de uma cisterna enterrada com capacidade de 15.500 litros de água armazenada.

| <b>Lista de materiais para construção de uma CISTERNA DE TIJOLO de 15.500 litros</b> |                    |                 |                  |                   |
|--|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| <b>Material:</b>   | <b>Quantidade:</b> | <b>Unitário</b> | <b>Total R\$</b> | <b>Total US\$</b> |
| <b>Tijolo</b>  | 4.000              | 0,38            | 1.520,00         | 854,41            |
| <b>saco de cimento</b>   | 15                 | 18,50           | 277,50           | 155,98            |
| <b>m<sup>3</sup> argamassa</b>   | 2                  | 77,50           | 155,00           | 87,12             |
| <b>m<sup>3</sup> brita</b>   | 6                  | 45,00           | 270,00           | 151,77            |
| <b>Barra de ferro 1/4"</b>   | 48                 | 7,50            | 360,00           | 202,36            |
| <b>dias de pedreiro</b>  | 6                  | 70,00           | 420,00           | 236,08            |
| <b>dias de servente</b>  | 6                  | 35,00           | 210,00           | 118,04            |
| <b>TOTAL</b>   |                    |                 | <b>3.212,50</b>  | <b>1.805,79</b>   |
| <b>Custo da Cisterna para armazenamento de 1m<sup>3</sup></b>                        |                    |                 | <b>207,26</b>    | <b>116,50</b>     |
| <b>Obs: Cotação do dólar em 03/07/2010 US\$ 1,779</b>                                |                    |                 |                  |                   |

Fonte: Tomaz (2005, p.103)

### **Quadro 6.1 - Custo de construção de uma cisterna de tijolo de 15,5m<sup>3</sup>**

Conforme tabela 6.3, “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 apresentados em ambos os métodos, o método que deverá ser utilizado é o método pratico brasileiro que é uma cisterna de 10,21m<sup>3</sup>, que corresponde a um período de consumo de 38 dias, portanto uma folga de 16 dias.

Chegando a este resultado, pode-se então calcular o custo estimado para a construção de uma cisterna com base na tabela 6.8 “Custo de construção de uma cisterna de tijolo...”.

Se o custo para construção de um m<sup>3</sup> é de US\$ 116,50 dólares, então o custo de 10,21 é US\$ 1.189,47 x 1,779 = 2.116,06.

Com este resultado, agora pode-se elaborar a tabela para apresentação e chegar ao valor exato necessário de recursos para a construção de um sistema de captação de água de chuva para uma residência de telhado de 180m<sup>2</sup>, com consumo de 8m<sup>3</sup>/mês de água não tratada.

**Tabela 6.8 - Custos para construção de Sistema de captação de água de chuva em Santa Maria-RS, com área de 180m<sup>2</sup> com consumo de 9,31m<sup>3</sup>/mês.**

| <b>Produto / Serviço</b>               |                     | <b>Qtde</b> | <b>Unitário</b> | <b>Preço</b>    |
|--|---------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Filtro VF1 - residencial -             | 100 mm              | 1           | 920,00          | 920,00          |
| Sifão ladrão -                         | 100 mm              | 1           | 142,00          | 142,00          |
| Freio d'água -                         | 100 mm              | 1           | 68,00           | 68,00           |
| Conjunto de sucção bóia-mangueira -    | 1"                  | 1           | 308,00          | 308,00          |
| Bóia elétrica -                        | 25 A                | 3           | 35,00           | 105,00          |
| Solenóide -                            | 3/4" - 220 V        | 2           | 98,00           | 196,00          |
| Pressurizador com tanque de equilíbrio |                     | 1           | 498,00          | 498,00          |
| Caixa de água                          | 1.000 litros        | 1           | 211,00          | 211,00          |
| Calhas                                 | metros              | 43          | 31,00           | 1.333,00        |
| Dutos Horizontais                      | 100 mm              | 5           | 28,00           | 140,00          |
| Dutos horizontal                       | 50 mm               | 5           | 30,00           | 150,00          |
| Dutos verticais                        | 100 mm              | 3           | 28,00           | 84,00           |
| Cisterna                               | 10,21m <sup>3</sup> | 1           | 2.116,06        | 2.116,06        |
| <b>Total</b>                           |                     |             | <b>RS</b>       | <b>6.271,05</b> |
|  |                     |             | <b>US\$</b>     | <b>3.765,74</b> |
| <b>Custo por m<sup>3</sup></b>         |                     |             | <b>US\$</b>     | <b>368,83</b>   |

Obs.: Cotação do dólar em 03/07/2010 US\$ 1,779

Com estes valores apurados, pode-se dizer que para uma construção de um sistema com uma área de telhado de 180m<sup>2</sup> para um usuário será de R\$ 2.116,06 que é o valor da cisterna que deverá ser dividido por 5 = 423,21 + 1.918,00 + 2.237,00 (custo do material + Kit) = R\$ 4.578,21 convertendo para a cotação do dólar do dia 03/07/2010 que é de 1,779 então teremos US\$ 2,573,47.

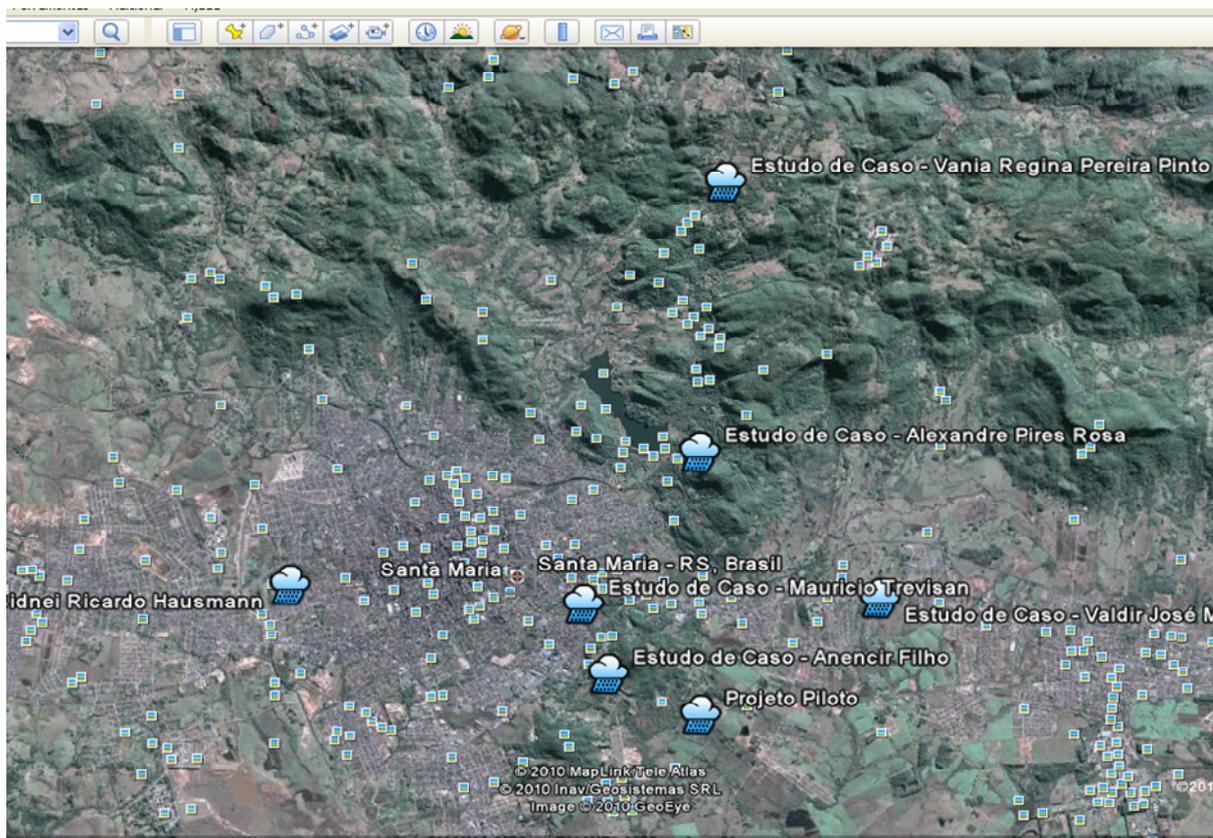
Tomaz (2005, p.105) “O custo de um reservatório enterrado de concreto armado com 50m<sup>3</sup> é de US\$ 8.891 e por metro cúbico é US\$ 178/m<sup>3</sup>” somente para o reservatório, como podem ver na tabela 6.7 o custo total do sistema de captação por metro cúbico equivale a US\$ 368,83 - portanto um custo que sofre alteração somente se o número de beneficiados

ultrapassarem em demanda 2,3 vezes o atual (colunas 3 e 5), somente nesta situação que todo o sistema deverá ser ampliado, como área de captação e cisternas.

Outro item importante é a rega de jardins, Tomaz (2000, p.28) em seu livro *Previsão de Consumo de Águas*, “Tabela 24.1 – Consumo médio diário em litros”, no item “Jardins, rega com mangueira (litros/hora), 300 a 600”, como se pode ver decorrente deste item é importante ter uma atenção especial para o correto dimensionamento da cisterna principalmente nos dias de estiagem.

## **6.7 Resultados das entrevistas dos Estudos de Casos.**

Com os estudos realizados nas bibliografias chegou-se aos resultados teóricos, com a análise dos dados que foram feitas com relação ao retorno das entrevistas em resposta aos seis (6) questionários dos usuários do sistema de captação de água de chuva, mais a análise do que foi observado, como “estudos de caso”, e que estão identificados na figura 6.2, sua localização na cidade de Santa Maria, tem-se os dados qualitativos do que está sendo praticado no momento, e com estes dois resultados será confrontada, analisada e apresentada à conclusão do respectivo trabalho, e empregado no projeto piloto.



Fonte: Imagem *Google aearth* – julho de 2010.

**Figura 6.2 - Representando os pontos de localização dos Estudos de Caso e Projeto Piloto – Município de Santa Maria - RS**



**Figura 6.3 - Estudo de Caso – I**

O estudo de caso de número “I” apresenta um sistema de captação de água para um reservatório de 500 litros, bem abaixo de suas necessidades, embora seja apenas para calçadas e plantas, a filtragem dos resíduos e somente para grandes partículas como galhos e folhas, a captação da primeira chuva é direta, apenas com um pequeno reservatório de 3 litros e posterior descarga na caixa de amianto.



**Figura 6.4 - Estudo de Caso – II – em construção.**



**Figura 6.4.1 - Estudo de Caso – II – Sistema já construído.**

Este sistema é o que mais se assemelha com o projeto piloto, teve o seu custo em torno de R\$ 9.000,00 (nove mil reais), sendo utilizados equipamentos de fabricação industrial dentro das normas da ABNT. Portanto a capacidade da cisterna é inferior para o volume de água a ser captado pelo dimensionamento do telhado, sendo comprovado que foi necessário ampliar o extravasor para dois de 100 mm, portanto ocorrendo *overflow* constante quando ocorrência de chuvas. Mas mesmo assim decorrente do número de pessoas estará sendo bem atendido sem correr o risco de ficar sem água na cisterna.

Neste estudo, o proprietário irá utilizar a água captada, em jardim decorrente de ser mais de 400m<sup>2</sup>, e vasos sanitários, na piscina em primeiro momento não.

Quanto aos filtros, embora o sistema seja quase completo, não foi instalados filtros para pequenas partículas, sendo assim estas serão armazenadas no fundo da cisterna, sendo necessária uma limpeza mais constante que o normal dos outros sistemas.

Para solucionar este problema, deveria ser construído um filtro, igual aos utilizados em fossas sépticas, denominados de filtro anaeróbico, conforme a figura 6.5.



**Figura 6.5 - Filtro anaeróbico retangular de areia.**



**Figura 6.6 - Estudo de Caso – III – Em construção**

Trata-se da construção de uma residência unifamiliar de propriedade do próprio entrevistado, já possui experiência na construção de prédios com captação de água de chuva, mas pelas respostas em seu questionário, pode constatar que o sistema construído será deficitário em dimensionamento da cisterna, com um telhado de 238m<sup>2</sup>, ele terá uma captação de média diária de mais de 900 litros, portanto terá um overflow excessivo, e decorrente da localização da cisterna poderá ocorrer inundação em determinado ponto próximo da cisterna.

Diante deste dimensionamento incorreto o que era para ser uma solução passa a ser um transtorno e causador de prejuízos.



**Figura 6.7 - Estudo de Caso – IV**

Decorrentes de necessidade foram obrigadas a providenciar a construção de cisternas para captar água de chuva, em decorrência que a altitude os impedia de receber água fornecida pelo concessionário CORSAN. Embora hoje já o recebam, continuam utilizando o sistema para captar água, e contam com mais de 85m<sup>3</sup> de água armazenada em cisternas de concreto enterradas, e de fibra de vidro apoiada. O volume de água armazenado está superdimensionado, mas o grande problema do sistema é a falta de filtro, e a retirada da primeira água que está com certeza contaminando os reservatórios. A água é utilizada para tudo, menos ingestão humana.



**Figura 6.8 - Estudo de Caso – V**

Em vista de possuir o sistema há aproximadamente 3 anos, já fez algumas modificações para melhorar a eficiência, como aquisição de um filtro usado em irrigação para lavoura, qual bloqueia a passagem de pequenas partículas. Onde os outros estudos de caso tinham dimensionamento incorreto, este com capacidade de 10m<sup>3</sup> estão satisfatórias para o número de residentes que são quatro pessoas.

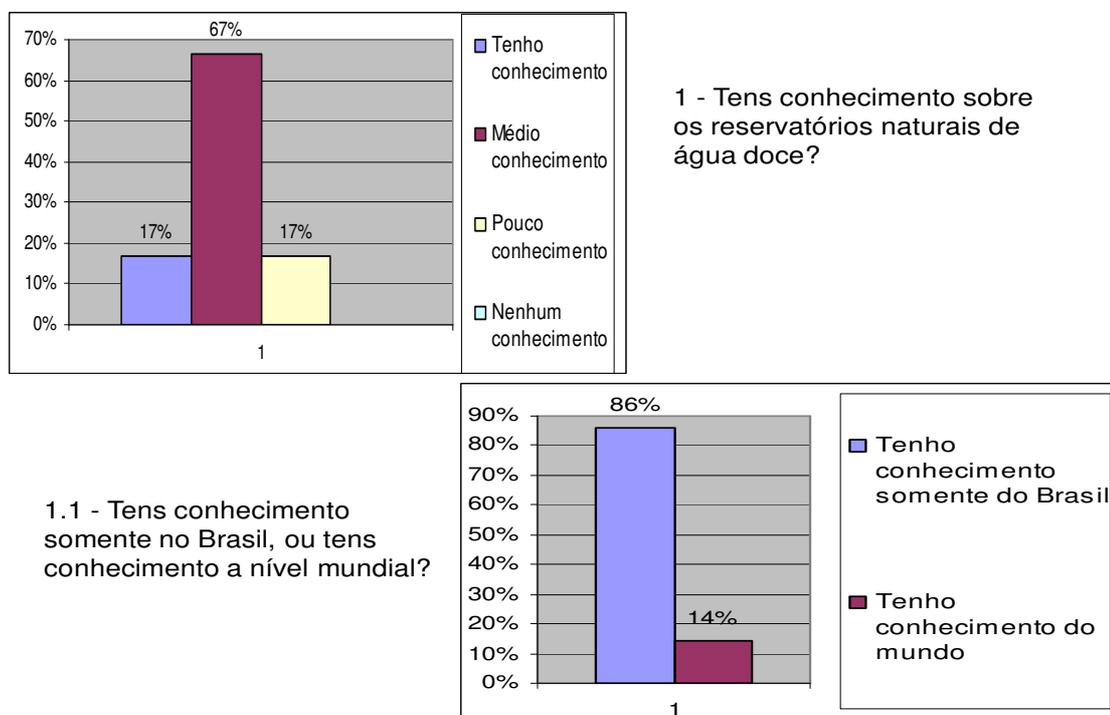


**Figura 6.9 - Estudo de Caso – VI**

Em comparação com o exemplo do estudo de caso de numero IV, este também teve a necessidade da construção do seu sistema de captação de água de chuva, em decorrência da falta de água fornecido pela CORSAN e continua nos dias de hoje não recebendo, em decorrência da localização de sua moradia em altitude.

Possui mais de 45m<sup>3</sup> de água armazena em cisternas de fibra de vidro espalhadas pelo terreno, dimensionamento superior as suas necessidades caso fosse abastecido por água do serviço público, mas como isto não acontece, viu-se obrigado a construir um sistema que lhe permita tranqüilidade. Quanto ao filtro é o mesmo utilizado no estudo de caso V.

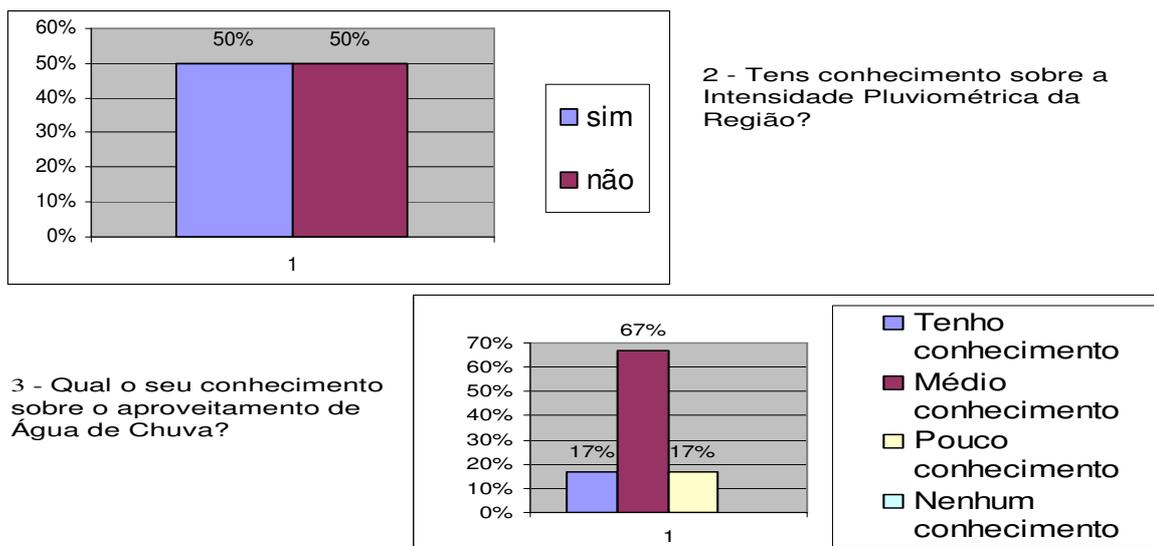
### 6.8 Gráficos representando os resultados qualitativos dos questionários de avaliação de conhecimento hídrico e sobre os usuários dos sistemas residenciais de coleta de água de chuva.



**Figura 6.10 - Gráfico que estabelece o grau de conhecimento sobre os Recursos Hídricos.**

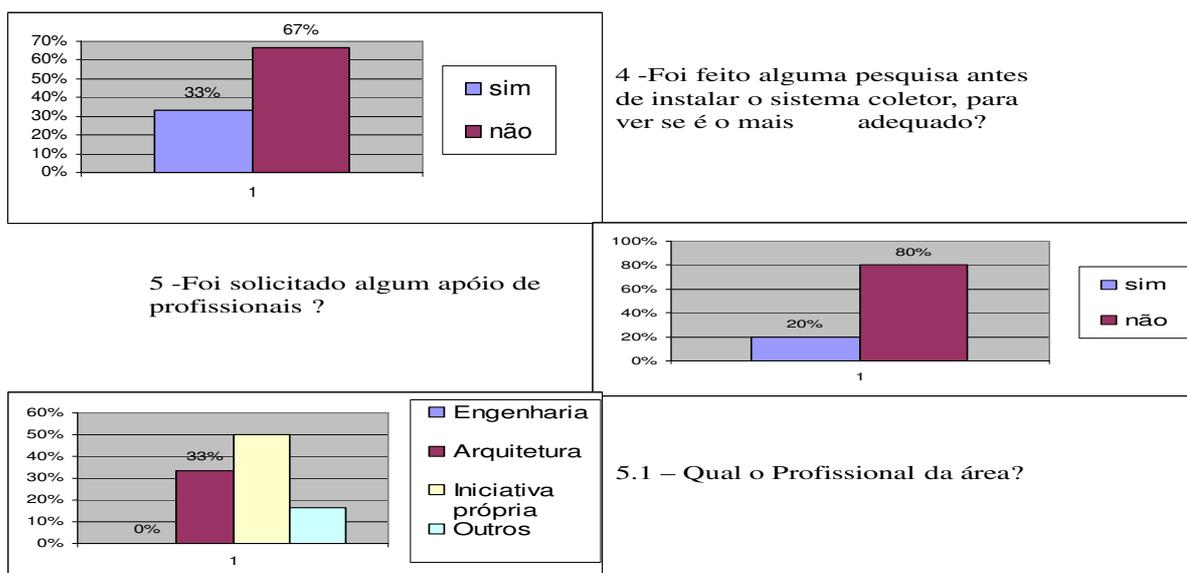
Na figura 6.10 com o cruzamento de informações obtido nas respostas, teríamos como avaliar qual o grau de conhecimento que ele tem em relação aos Recursos Hídricos a nível mundial, ou se este respondente somente esta com conhecimento em âmbito nacional.

Nas respostas do questionário representado na figura 6.11, o entrevistado demonstra qual o grau de conhecimento que ele tem na região de Santa Maria sobre o índice pluviométrico, e se este esta aproveitando o fato de que a região comprada com outras do estado é regularmente abastecida com chuvas regulares, em períodos não superiores em média normais há 22 dias sem chuva, conforme tabela 6.3.



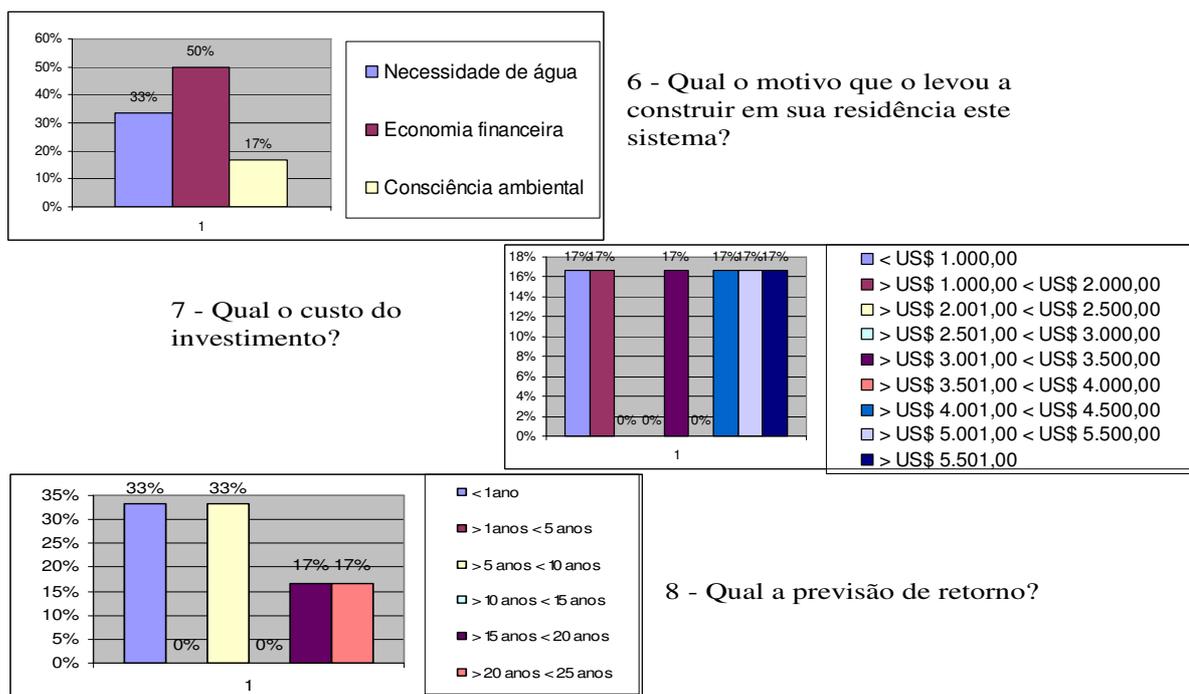
**Figura 6.11 - Gráfico que corresponde ao conhecimento sobre Índice Pluviométrico da Região e Captação de Água de Chuva.**

Nas confrontações das respostas da figura 6.12, o respondente teria de demonstrar se ao construir o sistema de captação de água de chuva ele teve um conhecimento empírico ou procurou junto a especialistas e bibliografias obter este conhecimento para chegar a um sistema condizente a suas necessidades.



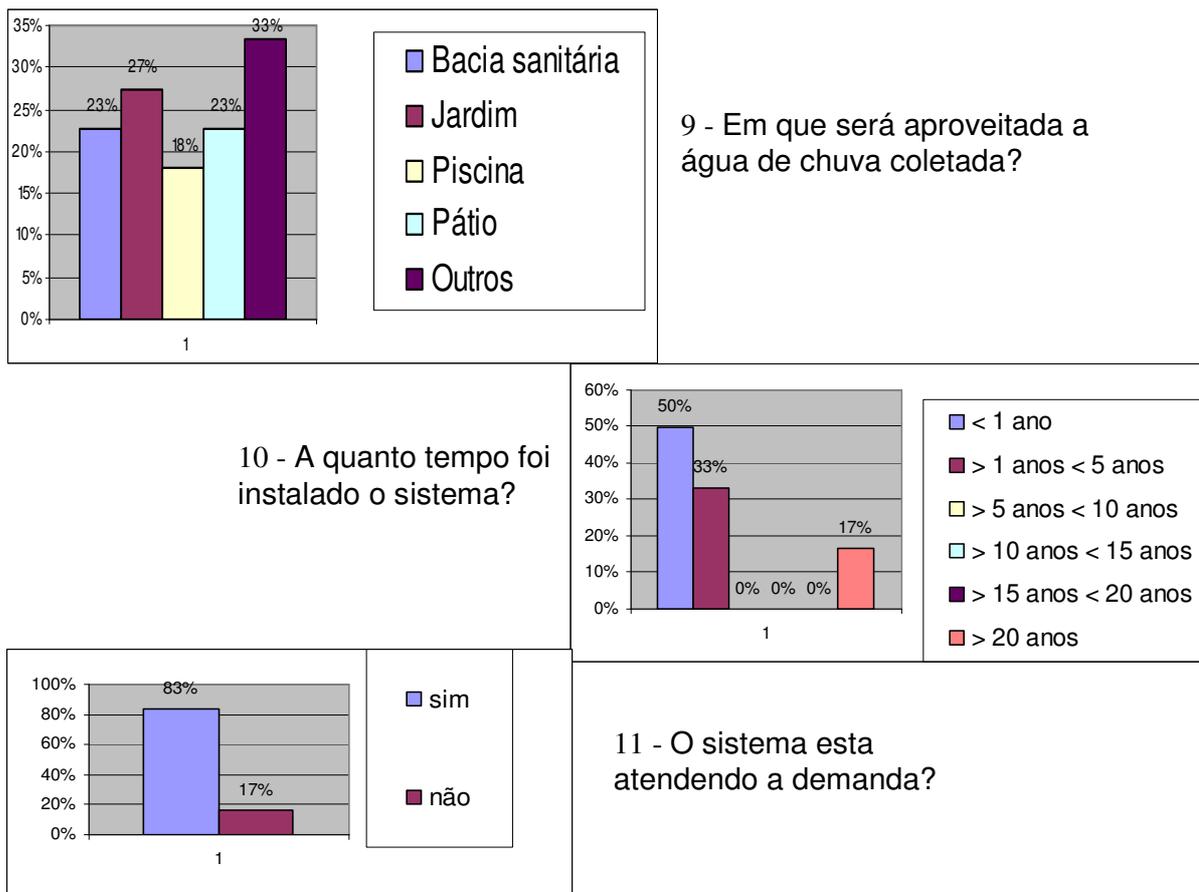
**Figura 6.12 - Gráfico que representa o conhecimento técnico dos respondentes?**

Com o retorno das respostas 6,7 e 8 do questionário, a seguir foram construídos os gráficos de mesma número 6,7 e 8. Nesta etapa do questionário o objetivo das perguntas eram provocar no entrevistado ao responder, pelo qual motivo que este resolveu construir o sistema de captação de água de chuva em sua residência.



**Figura 6.13 - Gráfico que demonstra pelo qual o motivo que o respondente construir e qual o tempo de retorno?**

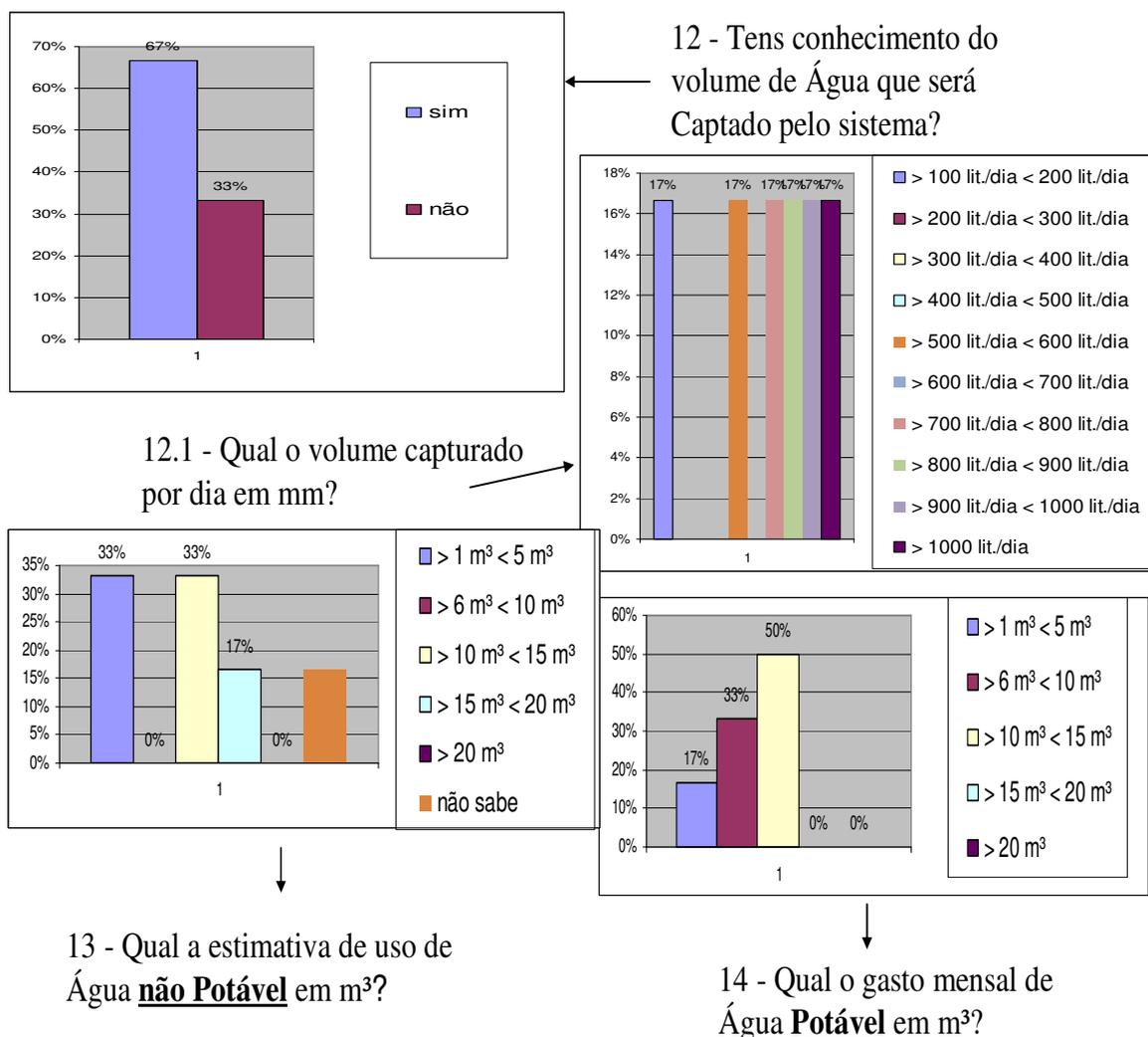
Portanto em momentos de ênfase na promoção de uma maior consciência ambiental, o entrevistado na essência da sua resposta procurar descobrir o que o motivou a construção. Como pode-se ver ocorre aumento de gastos, aumenta o trabalho, decorrente da necessidade de revisões periódicas para a manutenção e conservação de todo o sistema para obtenção de uma água de boa qualidade, e que não tenha odor ao ser armazenado em reservatórios.



**Figura 6.14 - Gráfico da Desagregação do uso da água e eficiência do sistema.**

Com as respostas nesta sequência foram construídos os gráficos da figura 6.14, diante deste retorno foi procurado descobrir se o investimento esta atendendo a demanda, e com base em que dados foi dimensionando e qual tempo seria necessário para a obtenção deste retorno.

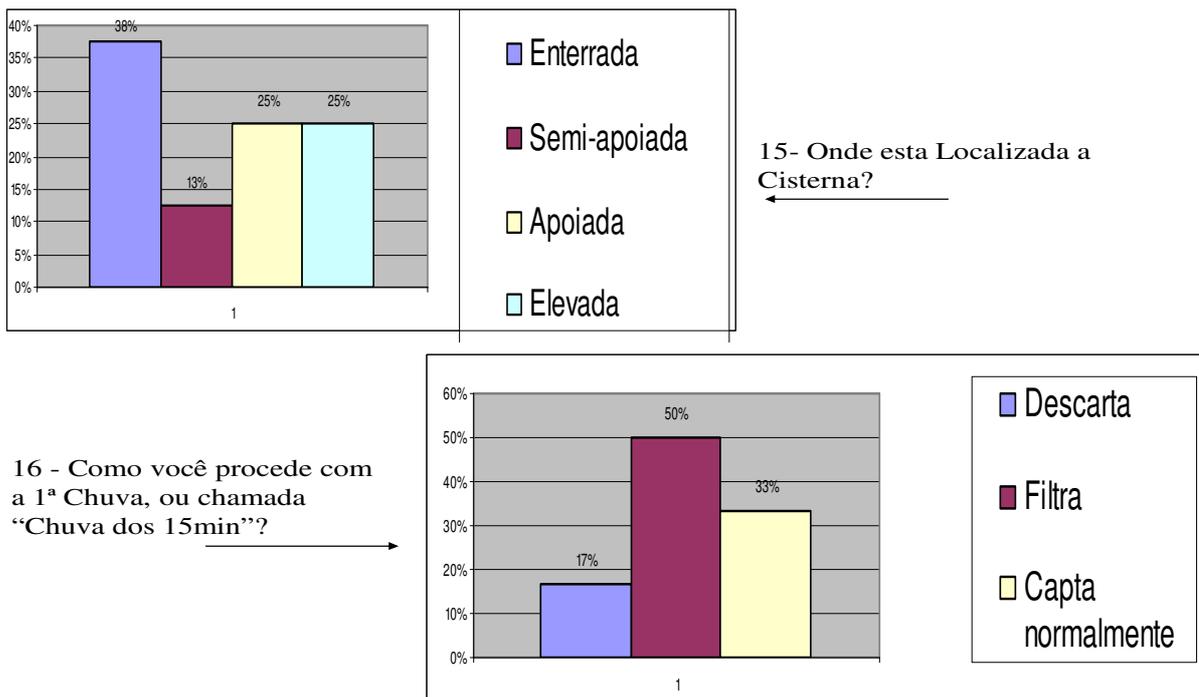
Com o cruzamento das respostas demonstradas na figura 6.15, representada pelos gráficos 12, 12.1, 13 e 14 apresentados, tendo como base as experiências práticas dos respondentes será confrontado as informações com o referencial bibliográfico estudado e que compõem este trabalho, após este estudo chegar ao modelo ideal a ser construído como parâmetro de sistema para a Cidade de Santa Maria.



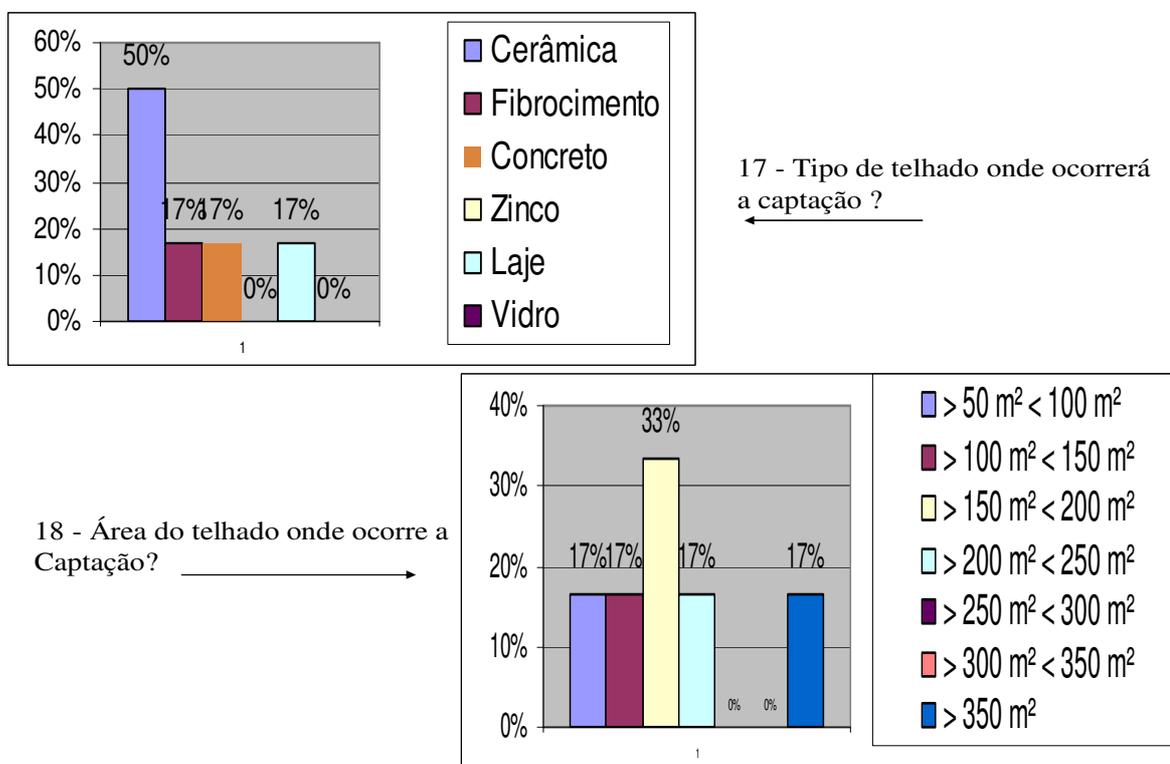
**Figura 6.15 - Gráfico representando a Captação da Água da Chuva nos sistemas pesquisados.**

A figura 6.15 representada pelos gráficos 12, 12.1, 13 e 14 complementa a pesquisa na descoberta por informações para o modelo mais adequado, e com isso saber realmente se há entendimento por parte dos entrevistados na capacidade do dimensionamento do sistemas que estão utilizando hoje, e se não será necessário algum tipo de adequação para melhorar e ser mais eficiente.

Na figura 6.16 a seguir, o objetivo era saber do entrevistado dados técnicos complementares para construção do sistema de captação, e com isso confronta-los com os existentes no mercado.



**Figura 6.16 - Gráfico representando o manejo e local do armazenamento da água da chuva.**



**Figura 6.17 - Gráfico da Área do telhado e material.**

Na figura 6.17, representadas pelos gráficos 17 e 18 tem como objetivo trazer ao trabalho qual o tipo de material que esta sendo utilizado pelos entrevistados nas coberturas das residências e dimensionamento destes telhados. Com estas respostas podemos confrontar com o referencial teórico e chegar à conclusão se o que esta sendo apresentado como ideal para aplicação do coeficiente de Runoff e coeficiente de rugosidade de Manning.

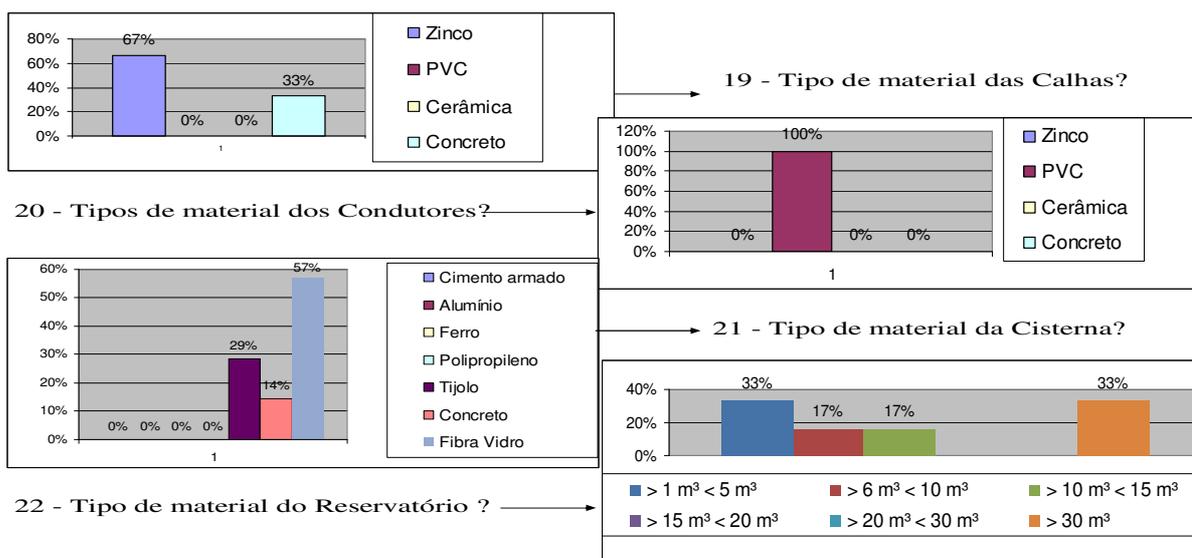


Figura 6.18 - Gráfico dos materiais utilizados pelos respondentes na construção do sistema de captação e volume da cisterna em m<sup>3</sup>.

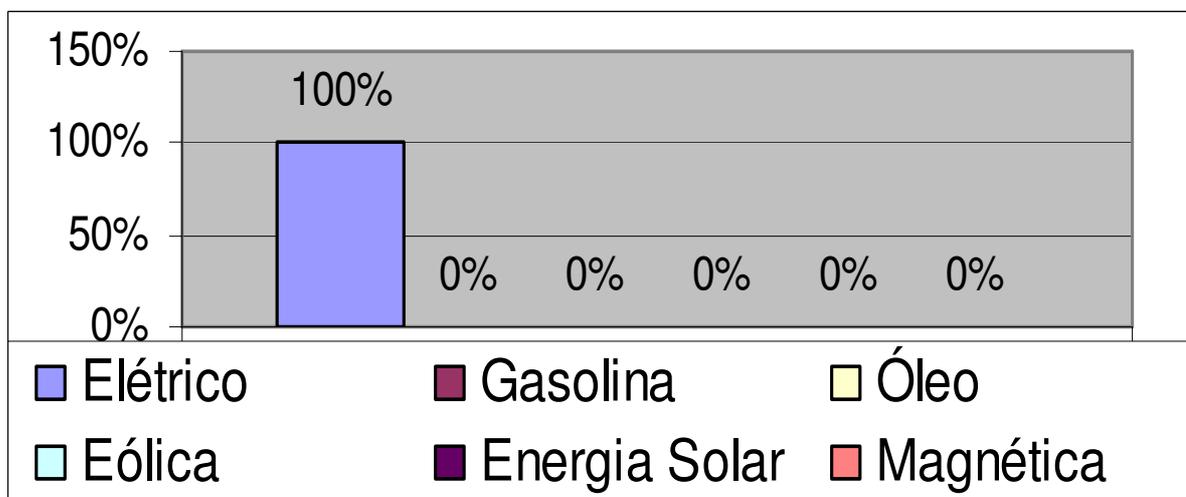
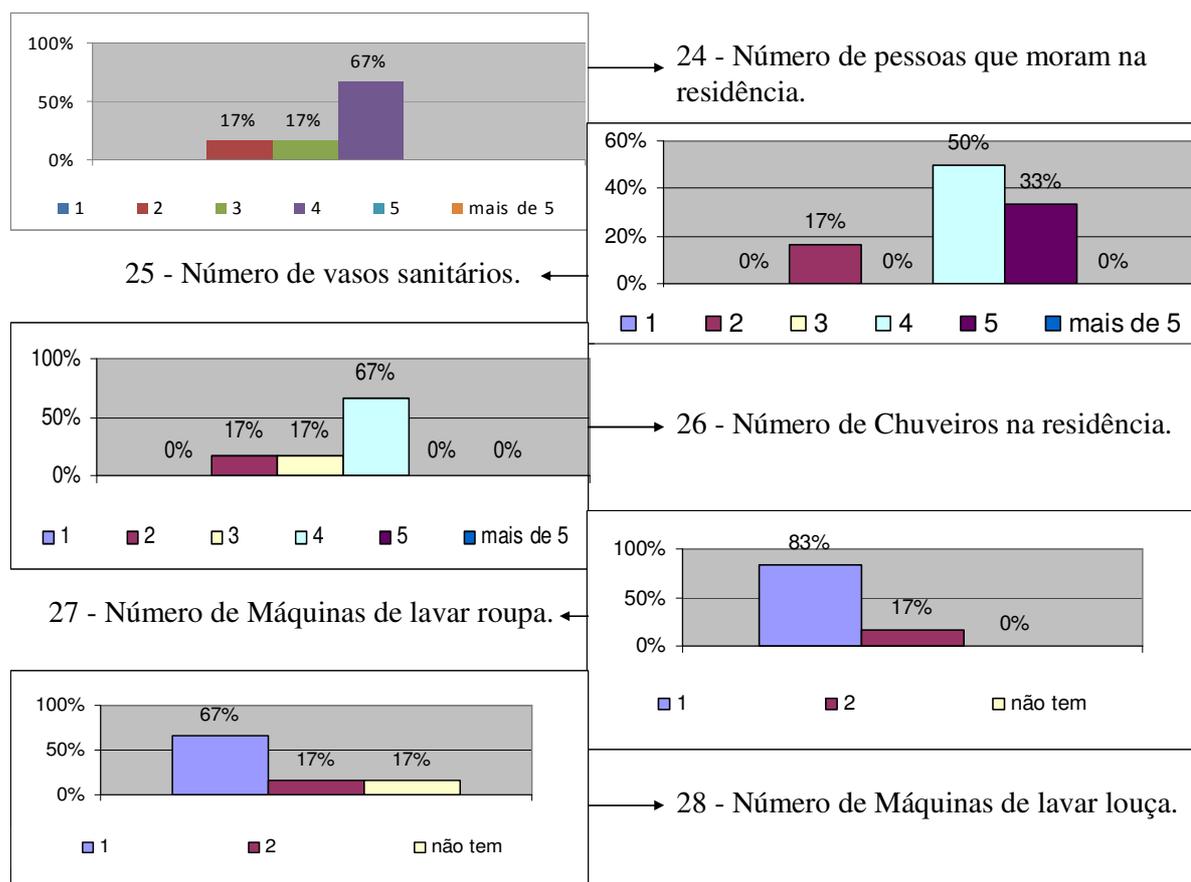


Figura 6.19 - Gráfico representativo do tipo de energia que movimenta o motor utilizado na transposição da água captada.

A figura 6.19 esta demonstrando o tipo de energia mais utilizado pelos entrevistados, em sua composição foi procurado saber do respondente se quando da construção do sistema de captação de água de chuva foi empregado técnicas de eficiência energética e sustentabilidade.



**Figura 6.20 - Gráfico representativo dos números que compõem uma residência em número de moradores e utensílios domésticos e aparelhos sanitários.**

Os gráficos 24, 25, 26, 27 e 28 representados na figura 6.20 compõem o perfil dos entrevistados na questão números de pessoas que residam, e utilização dos principais componentes que mais gastam água servida pelo sistema público.

Com o cruzamento destas informações podemos traçar o perfil de consumo dos respondentes com relação à desagregação do uso interno da água em uma residência.

Nos próximos gráficos de número 29, 30 e 31, correspondentes a figura 6.21 tem o complemento da desagregação do uso de água em uma residência na parte externa. Estes itens

são importantes para o dimensionamento do volume da cisterna, qual em caso de falta de informações tornará o sistema ineficiente.

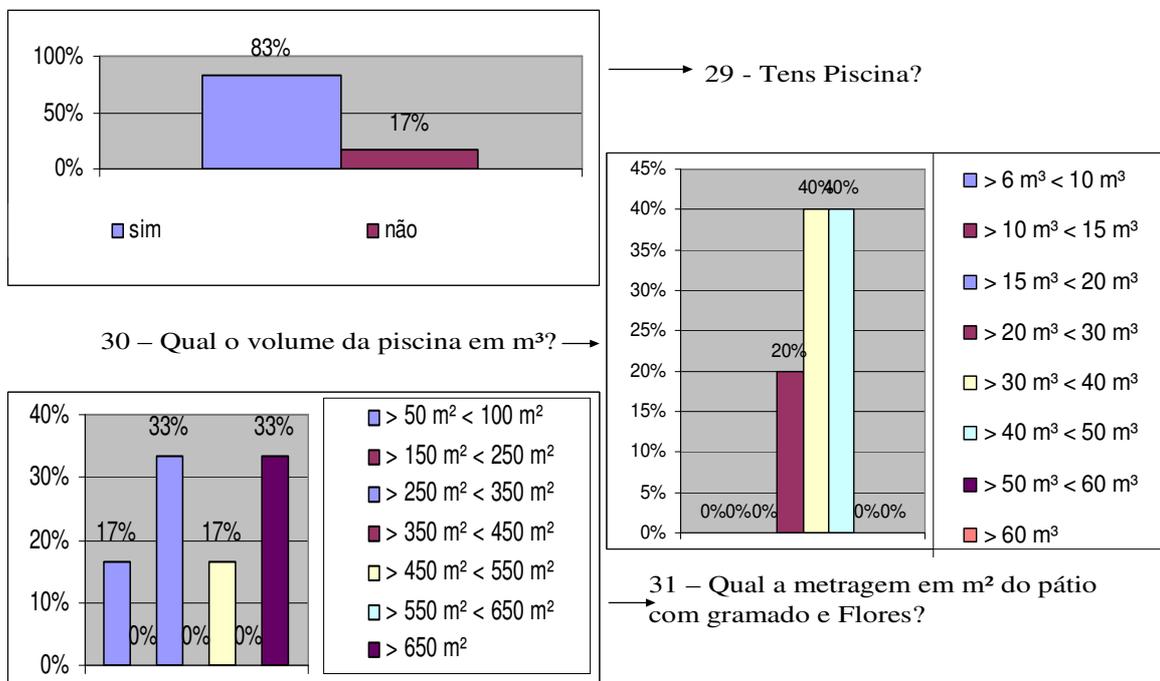


Figura 6.21 - Gráfico dos itens de desagregação externos de água de uma residência.

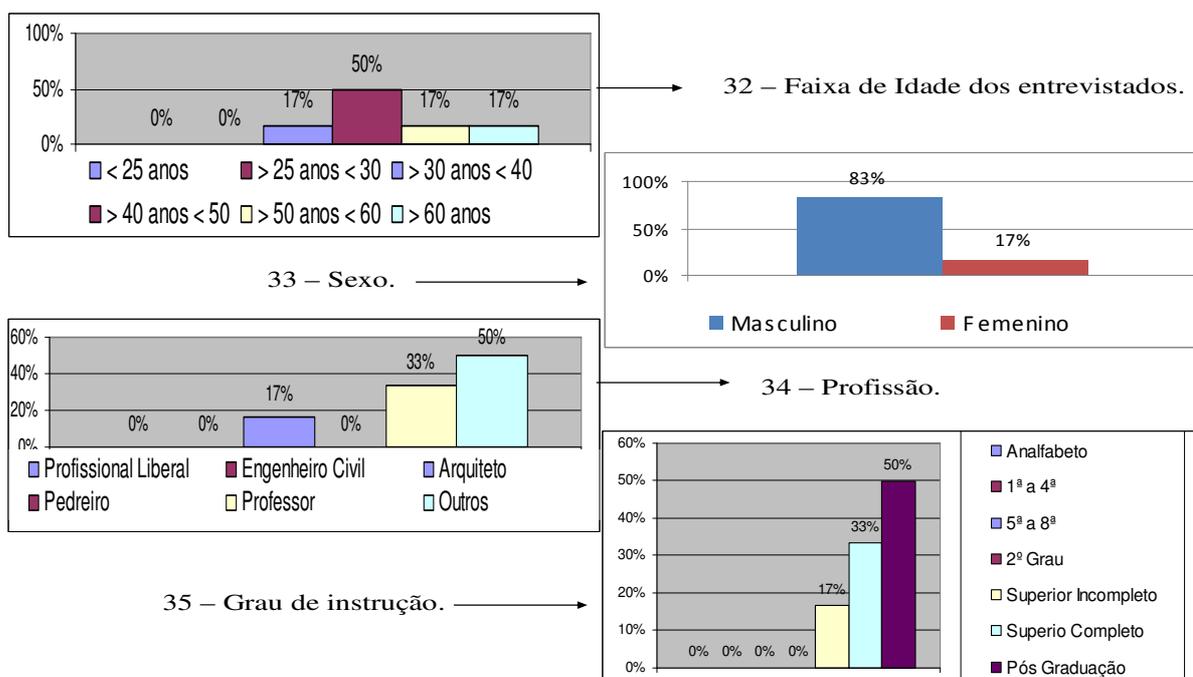


Figura 6.22 - Gráficos que identificam o tipo de perfil dos usuários do sistema de Captação de Água de chuva.

Na figura 6.22, correspondente aos gráficos 32, 33, 34 e 35, foi elaborado as questões com o objetivo de resgatar do entrevistado em suas respostas qual o perfil do usuário de sistema de captação de água de chuva, em relação à faixa etária, sexo, profissão e grau de instrução. Com estas informações fazer o cruzamento das respostas anteriores e chegar a conclusão do trabalho em relação ao melhor e mais adequado sistema de captação de água de chuva, para região de Santa Maria, e quem o está usando e apresentar como proposta de “Políticas Públicas”, para o poder público municipal.

## 7 CONCLUSÕES (CONSIDERAÇÕES FINAIS)

Há 3.600 anos a.C. por necessidade de sobrevivência, em regiões não banhadas por rios e lagos de água doce, o homem se viu diante de um cenário, a falta de água para o consumo e irrigação de lavouras, diante deste quadro e por necessidade de habitar outras regiões menos favorecidas obrigou-se a procurar alternativas, e uma delas foi à captação de água de chuva, e sendo assim construíram sistemas arcaicos para os dias de hoje, mas eficientes para época como cisternas e condutores de água para captação, mais recente em 850 a.C., já existira a primeira lei sobre captação de água de chuva, ou como poderíamos dizer a primeira política pública tratando deste tema, onde o rei determinava que os povos Moabita em suas casas construíssem reservatórios para armazenamento de água captada da chuva como forma de sobrevivência e necessidade aos menos favorecidos de recursos hídricos.

Desde aqueles primórdios da civilização, existia uma necessidade, e junto a esta necessidade acompanhava a falta de consciência em preservação dos recursos hídricos com a contaminação por consequência de agentes poluidores, naquele caso, dejetos humanos e animais.

Com o passar dos anos a evolução da humanidade proporcionou a facilidade em ter água próxima da população, por meio de políticas públicas este recurso chegou a grande parte da população mundial, mas em alguns lugares em pleno século XXI, o antigo método e pelo mesmo motivo a necessidade de captar água da chuva e armazenar em cisternas permanece o mesmo, e isto para surpresa foi comprovado em resposta aos questionários onde com apenas seis entrevistados, dois tinham a necessidade de captar água da chuva para as suas necessidades, e um recebeu há pouco tempo à água fornecida pelo setor público.

Com esta facilidade de se ter água potável em casa, o velho hábito da humanidade não deixou de existir, que é a falta de consciência em preservar os recursos hídricos, os deixando livre de poluição.

Em literaturas pertinentes ao assunto, autores citam a água como um recurso inesgotável, se fosse somente decorrente do consumo pelos animais e vegetais, pois ela teria sua sustentabilidade em decorrência ao completar o ciclo hidrológico.

Mas a água por inúmeros fatores, principalmente provocado por agentes poluidor sendo o seu principal causador a constante necessidade de evolução e consumo a qualquer preço causado pelo homem. A poluição é o principal causador e contaminante dos recursos

hídricos inviabilizando o completar do ciclo hidrológico. A água consumida ou em forma de precipitação onde era facilmente realocada em seus cursos hídricos, hoje decorrente da poluição este círculo não está mais se completando na mesma velocidade que era no passado, e conseqüentemente há menos água para o consumo.

Diante destes fatores principalmente hoje por educação ambiental em muitos países por promoção de políticas publicas governamentais está sendo incentivado o uso de cisternas e a captação da água da chuva, em substituição ao uso da água tratada em bacias sanitárias, jardins e outros como já foi mencionado, e ainda com subsídios na construção deste sistema, portanto podemos ver que o ciclo da captação durante este último 5.000 anos fechou. Outras medidas tomadas e a exemplo dos Estados Unidos e México de distribui gratuitamente aparelhos sanitários com baixo fluxo de água por descarga. No Brasil embora não havia políticas neste sentido se viu obrigado a seguir devido a ser exportador destes aparelhos, e conseqüentemente abasteceu o mercado interno.

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 nº 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.

Diante destes fatos recentes que se procurou realizar um estudo para viabilizar para a Região de Santa Maria, um sistema de captação de água de chuva, que fosse o mais apropriado, de menor custo e que atingisse as necessidades de seus usuários.

Outro fator importante nesta busca pela eficiência deste sistema conseguida com os resultados alcançados é apresentar este trabalho ao poder legislativo e executivo na busca de promoção como políticas públicas para o Município de Santa Maria, como já é em outros estados do Brasil, Paraná na cidade de Curitiba, e em São Paulo na cidade de Cubatão, e em uma grande quantidade de países como Alemanha, Austrália, Bélgica, Estados Unidos, Canadá, e outros que cada vez mais incentivam a construção de captação de água de chuva e cisternas.

“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, (2003, 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 gastos em seu 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.

Como planejamento em longo prazo, temos como exemplo, já mencionados no referencial teórico tabela 4.8, “Medidas convencionais de Conservação da Água”..., a cidade de *Providence* localizada no Estado de *Rhode Island* nos Estados Unidos, que em 1993, realizou-se congresso em *Las Vegas* - Nevada com o tema “Estratégias para Conservação da Água”, e o objetivo era alcançar estes resultados até o ano de 2010, portanto em respostas ao questionário que corresponde os objetivos traçados podemos ver que estratégias adotadas esperando um resultado não foram satisfatórias, mas não deixaram de ser importante para o sucesso de todo o trabalho. Ao analisar a tabela 4.8, representada pelo Quadro 7.1 pode-se constatar prioridades que perfeitamente poderiam ser direcionado esforços por parte da CORSAN que atende o município de Santa Maria, e estas prioridades são problemas que a concessionária local que presta o serviço também esta enfrentando é a principal queixa dos seus usuários e do prefeito em declarações aos jornais locais. Os problemas são os mesmos, somente muda o endereço, com este exemplo à priorização de atendimento pode ser enfrentada e com isso direcionar os recursos economizados com a redução do consumo por parte dos usuários de captação de água da chuva, serem investidos em soluções dos problemas locais e em educação ambiental, para não ocorrer no erro do exemplo, onde o objetivo poderia ter tido um maior sucesso do que o apresentado.

Um fator preocupante em se tratando de recursos hídricos o que preocupa muito é o descaso com os cuidados que deveríamos ter para este recurso tão precioso “água”, não termine o mais rápido do que imaginamos e agentes públicos e políticos que deveriam tomar todas as medidas para preservá-la tornam-se omissos e reféns de políticas de palanque eleitoral.

Um exemplo claro desta situação é a rede de coleta de esgoto, em algumas cidades do país, região onde se concentra a maior bacia hidrográfica do mundo, na cidade de Manaus a coleta de esgoto na cidade atinge 3% da população, localmente em Santa Maria o índice é maior mas vergonhoso inda, conforme relatório SNIS em 2007 era de 44,09%.

E a água tratada com altos investimentos em seu beneficiamento, com gastos de energia, produtos, mão de obra e é desperdiçada em torno de 45,34% sendo grande parte em

vazamentos até chegar a nossas residências e outra em ligações clandestinas onde desperdiçam a água sem nenhuma preocupação.

Tendo esta dissertação o objetivo de instigar o governo municipal o interesse a promover uma maior ação, o foco deste trabalho tem seu viés na “área políticas públicas ambientais”, e para reforçar a necessidade de projetos de longo prazo abaixo esta o quadro que representa a conclusão do trabalho que chegou o Diretor de Políticas da cidade de *Providence*, em suas respostas onde podemos constatar que a iniciativa é válida em se tratando de planejamento o que possa ter contribuído para o não sucesso completo foi, a faltou de um maior empenho e continuidade nas campanhas por parte do poder público, na promoção de políticas públicas focadas não somente à economia financeira, mas sim preocupadas com os recursos hídricos disponíveis e finitos, em vista que em nenhum momento é tratado sobre combate aos agentes poluidores.

|   | Medidas Convencionais           | Objetivo % | Atinge o Objetivo |     |           |               |
|---|---------------------------------|------------|-------------------|-----|-----------|---------------|
|   |                                 |            | Sim               | Não | Andamento | Não Informado |
| 1 | Conserto em Vazamento na Rede   | 32%        |                   |     | x         | x             |
| 2 | Mudanças nas tarifas            | 26%        |                   | x   |           |               |
| 3 | Leis sobre aparelhos sanitários | 19%        |                   |     |           | x             |
| 4 | Conserto de vazamento nas casas | 8%         |                   |     |           | x             |
| 5 | Reciclagem e reuso de águas     | 7%         |                   |     |           | x             |
| 6 | Educação pública                | 5%         |                   | x   |           | x             |
| 7 | Redução de pressão              | 3%         |                   | x   |           | x             |
|   |                                 | 100%       |                   |     |           |               |

**Quadro 7.1 - Medidas convencionais de Conservação da Água para a cidade de *Providence* prevista para 2010**

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 alternativos 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 7.1 - Comparação dos modelos de Filtros Volumétricos e Auto limpante, ambos para grandes partículas.**

Em 2007, após vários estudos foi elaborada a norma para “Água de Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fim não Potável”, requisitos ABNT – NBR n° 15 527/2007.

A importância de cada vez mais padronizar os produtos, e serviços é inquestionável, principalmente a criação de normas como é o caso das normas ABNT, mas conforme a PROF<sup>a</sup>.DR<sup>a</sup>. Maria Sangoi de Oliveira Ilha, da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e

Urbanismo – UNICAMP salienta que "os parâmetros a serem avaliados devem ser simplificados e também reavaliados os limites máximos especificados, e reduzidos os custos das análises a serem feitos e, com isso, incentivando a sua realização, de modo a preservar a saúde dos usuários".

Diante deste ponto levantado pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Sangoi de Oliveira Ilha, concluiu que esta normatização tornará inviável a efetivação de projetos em vistas dos altos custos decorrente da exigência de determinados equipamentos.

Na figura 5.8 esta claramente demonstrada o projeto piloto para captação de água da chuva, pois além deste sistema ele pode ser todo auto sustentável e decorrência 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 utilitários 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 10,21m<sup>3</sup>, 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 conseqüentemente 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.

### **7.1 Propostas de Trabalhos Futuros**

Durante as pesquisas realizadas em bibliografias e nas entrevistas feitas com os usuários dos sistemas de captação de água da chuva, fórum surgindo idéias que seriam de grande importância para o sucesso do projeto em questão, a exemplo do insucesso da cidade de *Providence* relatada pelo seu diretor e apresentada no quadro 7.1 um dos principais motivos foi a falta de campanhas contínuas, sendo que o governo investia em campanhas somente duas vezes ao ano nas escolas, enquanto que o essencial é fazer parte do currículo escolar campanhas que tratam sobre “Recursos Hídricos”.

Tendo este viés as propostas para o desenvolvimento de trabalhos futuros a serem realizado para a complementação deste projeto são:

- Desenvolver um programa de promoção nas escolas municipais e particulares de Santa Maria. Esta campanha seria desenvolvida por meio de impressos em forma de manual ilustrativo de procedimentos, campanhas audiovisuais, sobre o impacto ambiental causado pelo uso inadequado deste recurso natural “Água”, e com isso incentivar o uso da captação de água da chuva demonstrando os passos e onde poderá ser empregado com facilidade em residências habituais.
- Viabilizar aos agentes envolvidos, tanto os do setor público quanto o do privado para promover a cooperação, troca de informações e experiência quanto ao uso de materiais que serão necessários para o emprego na implantação do programa e na construção adequada do

sistema coletor e de armazenamento de Água, com o uso de materiais alternativos de menor custo e de qualidade.

Mas para todo este trabalho e outros que virão a serem feitos com relação à captação de água de chuva e que estes tenham como item principal a “CISTERNA” e que sem este item, não será viável a construção e obtenção de sucesso, o poder público municipal “Legislativo e Executivo”, urgente terão de resolver um grave problema criado por administrações municipais passada que é **Art. 250**. Nenhum prédio, situado em via pública dotada de rede de água e esgoto poderá ser habitado sem que disponha destes serviços e que, também, seja provido de instalações sanitárias. § 2º - Não será permitida a abertura ou a manutenção de **cisternas** nos prédios providos de redes de abastecimento público de água na cidade, nas Vilas e povoados.

No anexo B desta dissertação consta a íntegra do artigo 250 da **LEI COMPLEMENTAR Nº 003/02 DE 22-01-2002**.

Embora que em 2007, o e artigo 7º da **LEI MUNICIPAL Nº 5064, DE 13 DE NOVEMBRO DE 2007**, diga o seguinte: “**Art. 7º**. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da rede pública de abastecimento, tais como: I - rega de jardins e hortas; II - lavagem de roupa; III - lavagem de veículos; IV - lavagem de vidros, calçadas e pisos”, em contato com o promotor público Dr. Maurício Trevisan, ao passar estas duas leis a **LEI COMPLEMENTAR Nº 003/02 DE 22-01-2002**, e a **LEI MUNICIPAL Nº 5064, DE 13 DE NOVEMBRO DE 2007**, obtive o seguinte retorno por e-mail conforme o entendimento com relação ao material que foi enviado.

“Respondendo rapidamente (pois tenho de sair em viagem), posso dizer-te que, para alteração ou revogação, haveria necessidade de ato normativo de hierarquia igual ou superior, e temporalmente superveniente, segundo a hierarquia das normas jurídicas; assim, uma lei complementar somente pode ser alterada ou revogada por outra lei complementar ou pela Constituição (no caso dos Municípios, pela Lei Orgânica); não precisaria referir especificamente o artigo que está sendo revogado (no caso de alteração sim), mas ato normativo de hierarquia inferior (no caso, a Lei ORDINÁRIA 5064) não atingiria outro, de status superior. **Portanto, numa discussão JURÍDICA, a proibição segue em vigor**. Abraço, Maurício Trevisan”.

Diante das análises deste trabalho, chegou-se a conclusão que existe a necessidade de planejamento de curto, médio e longo prazo, não basta mais discursos tão somente, são importantes, mas esta na hora de colocar em prática os resultados das inúmeras pesquisas que estão sendo a todo o momento discutido pelo meio acadêmico. Não é mais possível admitir

pessoas despreparadas em funções vitais do setor público, e que acabam tomando decisões que afetam o futuro das próximas gerações.

Não adianta reeditar norma basta cumprir as “Políticas Públicas” existentes, exemplo o Código das Águas que é de 10/07/1934, Decreto Federal 24.643/34, e não é cumprido em grande parte de seus artigos, a exemplo: “CAPÍTULO IV - ÁLVEO E MARGENS Art. 15. O limite que separa o domínio marítimo do domínio fluvial, para o efeito de medirem-se ou demarcarem-se 33 (trinta e três), ou 15 (quinze) metros”.

São necessárias constantes políticas de promoção de combate à agressão ambiental, o descaso, a negligência e a passividade de todos os setores envolvidos, sendo eles, públicos e privados não são mais admissíveis nos dias de 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.

AMBIENTE BRASIL, 2009 - <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/documentos.html>: Acesso em outubro de 2009.

AITA, Leonor e BURIOL, Galileu A. e ESTEFANEL, Valduino e FONTANA, Geraldo e FERREIRA, Mario e SACCOL, Ailo Valmir e SCHNEIDER, Flávio – Balanço Hídrico Seriado do Rio Grande do Sul – UFSM – Publicação Avulsa n° 02 – Santa Maria – RS - 1977

AQUASTOCK – Tecnologia para Reciclar Água da Chuva - <http://www.aquastock.com.br/comofunciona.htm>: Acessado em outubro 2009.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos – Águas de Chuva, Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades – 2ª Edição – Editora Edgar Brücher – São Paulo – SP – 1998

CÂMARA DE VEREADORES DE SANTA MARIA – 2010, Disponível em: [http://www.camara-sm.rs.gov.br/2010/?conteudo=busca\\_legislacao](http://www.camara-sm.rs.gov.br/2010/?conteudo=busca_legislacao)

CALIL, Francine Neves e SCHUMACHER, Mauro Valdir – Dicionário de Termos Técnicos Florestais – Gráfica Palotti – Santa Maria – RS - 2009

CAUBET, Christian Guy – A Água, A Lei, e a Política...E o Meio Ambiente? – Editora Juruá – 2008 – Curitiba - PR

CHURCHILL JR, Gilbert A. e PETER, J. Paul – Marketing, Criando Valor para os Clientes – Editora Saraiva – 2000 - São Paulo.

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

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTOS – CORSAN [www.corsan.org.br](http://www.corsan.org.br) – Acesso em: 08 fevereiro 2010 e 08 março 2010.

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

ECOCASA –Tecnologia Ambientais – 2009 [www.ecocasa.com.br](http://www.ecocasa.com.br) - Acesso em: 12 out. 2009.

FELICIDADE, Norma e MARTINS, Rodrigo Constante e LEME, Alessandro André. Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania. – Editora RiMa – São Carlos – SP - 2004

FERNANDEZ, J. C. & GARRIDO, R. J. Economia dos recursos hídricos. Salvador, EDUFBA, 2002.

FINK, D. R. & SANTOS, H. F. A legislação de reuso da água. Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.

FITZSIMMONS, James A, e FITZSIMMONS, Mona J. Administração de Serviços, Porto Alegre – RS – Bookmann Editora, 2005.

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

GUIA ECOLÓGICO - 2009 - [www.guiaecologico.files.wordpress.com](http://www.guiaecologico.files.wordpress.com) Acessado em: 12 abr. 2010.

GRUPO ESCOTEIRO BOCA DO MONTE 264 – Arquivo dos Sênior - Fotos do Lixão de Santa Maria – RS – 2007.

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** – 5ª Edição – Editora Atlas – São Paulo – 2002.

MORENO, José Alberto. Geógrafo da Secção de Geografia, Clima do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura do RS – Porto Alegre - 1961

MOTA, José Aroudo - **O valor da natureza: Economia política dos recursos ambientais.** Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

OLIVEIRA, Walter Engrácia e GAGLIANONE, Sebastião e YASSUDA, Eduardo R. e NOGAMI, Paulo S. e PEREIRA, Benedito E. Barbosa e MARTINS, José Augusto. **Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água – Abastecimento de Água – CETESB – São Paulo – 1976 – Reimpressão 1978.**

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

RICHTER, Carlos A. e NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água** – Editora Edgard Blücher Ltda – São Paulo – SP – 2º reimpressão – 1998.

SANCHES, Carmem Silva. Gestão Ambiental Proativa. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, 2000.

SILVA, Ana Karla P., e FLORES, Liliane Cristina e GALDEANO, Marcos M. e VAL, Patrícia Trindade do – **Reuso de Águas e Suas Implicações Jurídicas** – Editora Navegar – São Paulo – SP – 2003

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS – Brasília – DF - 2007: [www.snis.org.br](http://www.snis.org.br) – Acessado em: 01 de fevereiro 2010.

SOCIEDADE DO SOL 2010 - [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br) - Acessado em: 04 out. 2009.

TÂNGARI, Vera Regina e SCHLEE, Mônica Bahia e ANDRADE, Rubens de e DIAS, Maria Ângela. – **Águas Urbanas: Uma contribuição para a Regeneração Ambiental como Campo Disciplinar Integrado.** – Coleção PROARQ – Rio de Janeiro - 2007

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

TUNDISI, José Galizia. **ÁGUA no século XXI: Enfrentando a Escassez** – RiMa Editora – São Carlos – SP - 2005

TURATO, Egberto Ribeiro. **Tratado da Metodologia da Pesquisa Clínico-Qualitativo**, Editora Vozes - Petrópolis,RJ – 2003.

*United Nations Environment Programme* - UNEP– Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas. – [www.un.org](http://www.un.org) - Acesso em: 10 mar. 2010.

WIKIPÉDIA, A Enciclopédia Livre, Acessado em junho de 2010

## GLOSSÁRIO

- **Aeração ou Arejamento** – consiste no processo pelo qual uma fase gasosa(ar), e a água, são colocados em contato, com a finalidade de transferir substâncias voláteis da água para o ar e substâncias solúveis do ar para a água, para obter o equilíbrio satisfatório. Richter, (pg. 41 – 1991)
- **Apud** - Do Latim “Citado por”, ou do Latim arcaico *Aput*
- **Biota** – Conjunto de seres vivos de um ecossistema, fauna, flora, fungos e outros organismos vivos.
- **Cisterna** – Uma **cisterna** (do latim *cisterna*) é um reservatório de águas pluviais, podendo também ser abastecida com o degelo de neve.
- **Compilando** – Tem o significado de reunir, reduzir.
- **Cor da água** – A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de materiais dissolvidos. A água pura não possui cor, ela deve ser incolor.
- **Cryptosporidium** – é conhecido como um dos maiores causadores de doenças transmitidas por água, podendo também ser encontrado no solo, alimentos e superfícies contaminadas por fezes.
- **et al.** – Do Latim “e outros”
- **Eutrofização** – Excesso de nutrientes, compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio provocando o aumento excessivo de algas.
- **Hipóxia** – Aumento de organismos consumidores de oxigênio, baixando a concentração de oxigênio no ambiente aquático. Ocorre quando há concentração de Oxigênio Dissolvido (OD), causando danos aos organismos aquáticos do ecossistema.
- **Hidrologia** – A Ciência natural que trata do fenômeno relativo à água.
- **Hidroterapia** – Do Grego Hidro, (água), e Therapia (cura), então hidroterapia é a cura pela água. Este tratamento proporciona maior liberdade de movimento, reduz à sensibilidade a dor possibilitando exercícios que em terra seriam dolorosos.
- **Lençol Freático** – Do Grego Phréar + atos, “reservatório de água”, “cisterna”, é o nome dado a superfície que delimita a zona de saturação da zona de aeração, abaixo da qual a água subterrânea preenche todos os espaços porosos e permeáveis das rochas ou dos solos ou ainda de ambos ao mesmo tempo.

- **Mananciais** – Fonte de abastecimento de água, que pode ser, por exemplo, um rio, um lago, uma nascente ou poço, proveniente do lençol freático ou dos lençóis profundo.
- **Oxigênio Dissolvido** – Trata-se de um elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbicos que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgoto. Este fenômeno ocorre em águas poluídas, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos leva a liberação de sais minerais no meio especialmente nitrogênio e fosfato que são utilizados como nutrientes pelas algas.
- **Odor na água** – A água pura não deve ter cheiro, caso a água tenha algum odor, quer dizer que existe alguma corpo estranho presente nela que ocasiona o cheiro.
- **Perda de Água** - Perdas por vazamento de água, imprecisão nos hidrômetros e nas leituras, furtos, hidrômetros impróprios para uso.
- **Poluição Atmosférica** – São alterações na atmosfera susceptíveis de causar impacto a nível ambiental ou de saúde humana através de contaminação por gases, partículas sólidas, líquidas em suspensão, material biológico ou energia.
- **Portaria GM** – Portaria do Governo Ministerial
- **Potencial Hidrogeniônico – pH** – É o termo usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade da água. A escala de ph, vai de 0 até 14, valores abaixo de 7 a água esta ácida, para valores acima de 7 indicam aumento da basicidade.
- **Sabor da água** – A água pura não deve ter sabor. Se a água apresentar algum sabor, quer dizer que existe alguma substância presente nela que ocasiona o sabor. Exemplo sabor de Cloro.
- **Salinidade** – Ocorre quando há muito sal dissolvido na água, exemplo água do mar.
- **Salobra** – Aquela que tem mais sais dissolvidos fica entre a água do mar e a água doce.
- **Temperatura da água** – Este parâmetro é de fundamental importância para os sistemas aquáticos terrestres, já que os organismos possuem diferentes reações às mudanças deste fator.
- **Turbidez** – A turbidez expressa as propriedades de transmissão da luz através da água. Quanto maior a turbidez menor será a penetração da luz.
- **Unifamiliar** – adj. m+f (uni+familiar) Relativo a uma só família; que serve ou se destina a uma só família.

- **Zona de aeração** - Zona sub-superficial do solo, acima do lençol freático, onde os poros estão partes preenchidas por água e parte por ar.
- **Zona de saturação** – Zona em que as rochas e/ou solos estão encharcados pela água subterrânea, situada abaixo da zona de aeração delimitada em sua parte superior pelo lençol freático.

## **ANEXOS**

**ANEXO A - Questionário de avaliação de sistemas residencial de coleta de água de chuva.**

- 1 – Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil?
- 2 – Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região?
- 3 – Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva?
- 4 – Foi feita alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado?
- 5 – Foi solicitado algum apóio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual?
- 6 – Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema?
- 7 – Qual o custo do investimento?
- 8 – Qual a previsão de retorno?
- 9 – Em que será aproveitada a água de chuva coletada?
- 10 – A quanto tempo foi instalado o sistema?
- 11 – O sistema esta atendendo a demanda?
- 12 – Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema?  
.....m3
- 13 – Qual a estimativa de uso de Água não Potável? .....m3
- 14 – Qual o gasto mensal de Água tratada? .....m3
- 15 – Onde esta Localizada a Cisterna?
- 16 – Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15min”?
- 17 – Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação
  - Tipo de telhado onde ocorrerá a captação ?
  - Área do telhado onde ocorre a Captação? .....m2
  - Tipo e material das Calhas? Comprimento das Calhas: m.
  - Tipos e material dos Condutores? Comprimento dos Condutores: m.
  - Tipo e material da Cisterna? Capacidade da Cisterna m3
  - Peneira?
  - Tipo e material do Reservatório Capacidade do Reservatório m3
  - Tipo de propulsão do motor?
  - Extravasor (ladrão)
- 18 – Tipo de movimentador de Água?
- 19 – Número de pessoas que moram na residência?
  - Masculino - Idade

- Feminino - Idade

- 20 – Número de vasos sanitários na residência?
- 21 – Número de Chuveiros na residência?
- 22 – Número de Máquinas de lavar roupa?
- 23 – Número de Máquinas de lavar louça?
- 24 – Tens Piscina? m3.....
- 25 – Pátio com grama e Flores? m2.....
- 26 – Endereço da Residência?
- 27 – Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?
- ( ) Indústrias
- ( ) Residências
- ( ) Comércio
- ( ) Prédios Condomínios Comerciais
- ( ) Prédios Condomínios Residenciais
- 28 – Nome do Entrevistado:
- 29 – Idade:
- 30 – Profissão:
- 31 – Grau de Instrução:

**ANEXO B** - Lei Complementar nº 003/02 de 22-01-2002, e Lei Municipal nº 5064, de 13 de novembro de 2007.

## **LEI COMPLEMENTAR Nº 003/02 DE 22-01-2002.**

### **DISPÕE SOBRE O CÓDIGO POSTURAS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS**

**VALDECI OLIVEIRA, Prefeito Municipal de Santa Maria**, Estado do Rio Grande do Sul.

**FAÇO SABER**, de conformidade com o que determina a Lei Orgânica do Município, em seu artigo 99, inciso III, que a Câmara Municipal de Vereadores aprovou e **Eu sanciono e promulgo** a seguinte, LEI:

#### **CAPÍTULO II - DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO DOMICILIAR**

**Art. 250.** Nenhum prédio, situado em via pública dotada de rede de água e esgoto poderá ser habitado sem que disponha destes serviços e que, também, seja provido de instalações sanitárias.

§ 1º - Os prédios de Habitação coletiva terão abastecimento de água, banheiros e privadas em Quantidade e número proporcionais ao de moradores.

§ 2º - Não será permitida a abertura ou a manutenção de cisternas nos prédios providos de redes de abastecimento público de água na cidade, nas Vilas e povoados.

§ 3º - São obrigatórias a limpeza e desinfecção bacteriológica **anual** de quaisquer reservatórios de água destinada ao consumo humano ou ao preparo de alimentos para consumo em prédios residenciais multifamiliares e comerciais.

§ 4º - Não será permitido o consumo ou a conexão de redes de abastecimento alternativas de água com as instalações domiciliares ligadas à rede pública.

§ 5º - Todos os prédios com altura superior a 08 (oito) metros deverão contar com reservatório inferior para recalque de água, com capacidade de reserva não inferior a 3/5 (três quintos) à do total do prédio e construído segundo à NBR 5626/82. ...

**Gabinete do Prefeito Municipal, em Santa Maria**, aos vinte e dois (22) dias do mês de janeiro do ano de dois mil e dois (2002).

**VALDECI OLIVEIRA**  
**Prefeito Municipal**

**LEI MUNICIPAL Nº 5064, DE 13 DE NOVEMBRO DE 2007**

Cria no Município de Santa Maria, o programa de conservação, utilização de uso racional da água nas edificações – PROCURAE e dá outras providências.

**VALDECI OLIVEIRA,**

Prefeito Municipal do Município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

**FAÇO SABER**, em conformidade com o que determina a Lei Orgânica do Município, em seu artigo 99, inciso III, que a Câmara Municipal aprovou e Eu sanciono e promulgo a seguinte **LEI**:

**Art. 1º.**

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

**Art. 2º.**

Para os efeitos desta lei e sua adequada aplicação, são adotadas as seguintes definições:

- I - Conservação e Uso Racional da Água - conjunto de ações que propiciam a economia de água e o combate ao desperdício quantitativo nas edificações;
- II - Desperdício Quantitativo de Água - volume de água potável desperdiçado pelo uso abusivo;
- III - Utilização de Fontes Alternativas - conjunto de ações que possibilitam o uso de outras fontes para captação de água que não o Sistema Público de Abastecimento;
- IV - Águas Servidas - águas utilizadas no tanque ou máquina de lavar e no chuveiro ou banheira.

**Art. 3º.**

As disposições desta lei serão observadas na elaboração e aprovação dos projetos de construção de novas edificações, conforme Lei Complementar nº 032, de 22 de Dezembro de 2005.

**Art. 4º.**

Os sistemas hidráulico-sanitários das novas edificações serão projetados visando o conforto e segurança dos usuários, bem como a sustentabilidade dos recursos hídricos.

**Art. 5º.**

Nas ações de Conservação, Uso Racional e de Conservação da Água nas Edificações, serão utilizados aparelhos e dispositivos economizadores de água, tais como:

- I - bacias sanitárias de volume reduzido de descarga;
- II - chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga;
- III - torneiras dotadas de arejadores.

**Parágrafo Único:**

Nas edificações em condomínio, além dos dispositivos previstos nas alíneas "I", "II" e "III" deste artigo, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água gasto por unidade.

**Art. 6º.**

As ações de Utilização de Fontes Alternativas compreendem:

- I - a captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas;
- II - a captação e armazenamento e utilização de águas servidas.

**Art. 7º.**

A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da rede pública de abastecimento, tais como:

- I - rega de jardins e hortas;
- II - lavagem de roupa;
- III - lavagem de veículos;
- IV - lavagem de vidros, calçadas e pisos.

**Art. 8º.**

As águas servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos.

**Art. 9º.**

O combate ao desperdício quantitativo de água, compreende ações voltadas à conscientização da população através de campanhas educativas, abordagem do tema nas aulas ministradas nas escolas integrantes da Rede Pública Municipal e palestras, entre outras, versando sobre o uso abusivo da água, métodos de conservação e uso racional da mesma.

**Art. 10.**

O Poder Executivo regulamentará a presente lei, estabelecendo os requisitos necessários à elaboração e aprovação dos projetos de construção, instalação e dimensionamento dos aparelhos e dispositivos destinados à conservação e uso racional da água a que a mesma se refere.

**Art. 11.**

Esta lei entra em vigor em 120 (cento e vinte dias) contados da sua publicação.

**Gabinete do Senhor Prefeito Municipal de Santa Maria**, aos treze (13) dias do mês de novembro do ano de dois mil e sete (2007).

**Valdeci Oliveira**

**Prefeito Municipal**

**ANEXO C - Texto de Lei 10785/2003 Curitiba – PR 18/09/2003 - O programa de conservação e uso racional da água nas edificações – PURAE**

**SÚMULA:**

“Cria no município de Curitiba o programa de conservação e uso racional de água nas edificações – PURAE”.

A CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA, CAPITAL DO ESTADO DO PARANA, aprovou e eu, prefeito municipal, sanciono a lei:

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

Art. 2º. Para os efeitos desta lei as suas adequadas aplicações, são adotadas as seguintes definições:

- I – conservação e uso racional da água – conjunto de ações que propiciam a economia de água e o combate ao desperdício quantitativo nas edificações;
- II – desperdício quantitativo de água – volume de água potável desperdiçado pelo uso abusivo;
- III – utilização de fontes alternativas – conjunto de ações que possibilitam o uso de outras fontes para captação de água que não o sistema público de abastecimento.
- IV – águas servidas – águas utilizadas no tanque ou maquina de lavar e no chuveiro ou o banheiro.

Art. 3º. As disposições desta lei serão observadas na elaboração e aprovação dos projetos de construção de novas edificações destinadas aos usos e que se refere a lei nº 9.800/2000, inclusive quando se trata de habitações de interesse social, definidas pela lei 9802/2000.

Art. 4º. Os sistemas hidráulicos-sanitarios nas novas edificações serão projetados visando o conforto e segurança dos usuários, bem como a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Art. 5º. Nas ações de conservação, uso racional e de conservação da água nas edificações, serão utilizados aparelhos e dispositivos economizadores de água, tais como:

Bacias sanitárias de volume reduzido de descarga;  
Chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga,  
Torneiras dotadas de arejadores.

Parágrafo Único. Nas edificações em condomínio além dos dispositivos previstos nas alíneas “a”, “b” e “c” deste artigo, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água gasto por unidade.

Art. 6º. As ações de utilização de fontes alternativas compreendem:

- I – A captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas e,
- II – A captação e armazenamento e utilização de águas servidas.

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

Irrigação de jardim e hortas

Lavagem de roupas

Lavagem de veículos

Lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Art. 8º. As águas servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização descarregada na rede pública de esgoto.

Art. 9º. O combate ao desperdício quantitativo de água, compreende a ações à conscientização da população através de campanhas educativas, abordagem do tema nas aulas ministradas nas escolas integrantes de rede pública municipal palestras, entre outras, versando sobre o uso abusivo da água, métodos de conservação e uso racional da mesma.

Art. 10º. O não cumprimento das disposições da presente lei implica na negativa de concessão do alvará de construção, para as novas edificações.

Art. 11º. O poder executivo regulamentara a presente lei, estabelecendo os requisitos necessários à elaboração e aprovação dos projetos de construção, instalação e dimensionamento dos aparelhos e dispositivos destinados à conservação e uso racional da água a que a mesma se refere.

Art. 12º. Esta lei entra em vigor em 180(cento e oitenta dias) contados da sua publicação.

PALACIO 29 DE MARÇO, em 18 de setembro de 2003.

Cássio Taniguchi

PREFEITO MUNICIPAL

05.00171.2001 João Cláudio Derosso 23/09/2003

**ANEXO D - DECRETO Nº 293/06** Regulamenta a Lei no 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências.

O PREFEITO MUNICIPAL DE CURITIBA, CAPITAL DO ESTADO DO PARANÁ no uso de suas atribuições legais, com base no disposto no inciso IV do Art. 72 da Lei Orgânica do Município de Curitiba, de conformidade com o Art. 17 da Lei no 7.833/91 e da Lei no 10.785/03; considerando que compete ao Poder Público tomar medidas preventivas contra a escassez da água; considerando a necessidade de implantar mecanismos que possibilitem o uso racional da água nas edificações e considerando o contido na Lei no 10.785/03 que instituiu o PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, decreta:

Art. 1º Na aprovação dos projetos de construção de novas edificações destinadas aos usos a que se refere a Lei no 9.800/00 e Decreto no 183/00, deverão apresentar as medidas estabelecidas neste regulamento atendendo as disposições do PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações.

Art. 2º Para o licenciamento de construções no Município, fica obrigatória que no projeto de instalações hidráulicas seja prevista a implantação de mecanismo de captação das águas pluviais, nas coberturas das edificações, as quais deverão ser armazenadas para posterior utilização em atividades que não exijam o uso de água tratada.

Parágrafo único. A execução dos mecanismos previstos no projeto citado no “caput” deste artigo, é de responsabilidade do proprietário e do profissional responsável pela execução da obra, devendo a mesma ser concluída antes de ocorrer a habitação da edificação.

Art. 3º Nos edifícios de habitação coletiva cuja área total construída por unidade seja igual ou superior a 250m<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta metros quadrados) e nas construções de habitações unifamiliares em série e conjuntos habitacionais independentemente da área construída, além do disposto no Art. 2º deste decreto, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água por unidade.

Parágrafo único. Para aplicação deste artigo para os edifícios de habitação coletiva, deverá ser considerado o valor da área total construída por unidade, mediante aplicação da seguinte fórmula:

A unidade =  $AT / N^\circ$  unidades, onde:

A unidade = Área construída por unidade, em m<sup>2</sup>,

AT = Área total construída no lote, em m<sup>2</sup>,

No unidades = número de unidades habitacionais.

Art. 4º Na aprovação dos projetos citados no Art. 1º, deverá ser apresentado Termo de Responsabilidade do proprietário e responsável técnico, quanto ao atendimento do presente decreto e quanto à utilização de aparelhos e dispositivos redutores do consumo de água, tais como: bacias sanitárias de volume reduzido de descarga e torneiras dotadas de arejadores.

Parágrafo único. Nas edificações comerciais e industriais os pontos de consumo de água, deverão ter controle de volume fixo de descarga.

Art. 5º As cisternas e reservatórios deverão ser dimensionados para cada caso, devendo ser instalados nas próprias áreas dos imóveis, excluído as faixas de recuo predial obrigatório.

§1º Nas edificações habitacionais o dimensionamento do volume necessário para a cisterna ou reservatório deverá ser calculado mediante a aplicação da seguinte fórmula:

$V = N \times C \times d \times 0,25$ , onde:

V = Volume em litros

N = Número de unidades

C = Consumo diário em litros/dia, adotando-se os valores conforme tabela abaixo:

d = Número de dias de reserva = 2

| Quantidade de quartos | Consumo ( litros / dia ) |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 (um)                | 400                      |
| 2 (dois)              | 600                      |
| 3 (três)              | 800                      |
| 4 (quatro ), ou mais  | 1.000                    |

§2º Nas edificações comerciais o dimensionamento do volume necessário para a cisterna ou reservatório deverá ser calculado mediante a aplicação da seguinte fórmula:

$V = Ac \times 0,75$ , onde:

V = Volume em litros

Ac = Área total computável da edificação

§3º Em todos os casos fica estabelecido um reservatório com volume mínimo de 500 litros.

Art 6º Nas edificações comerciais e industriais com área computável construída igual ou superior a 5.000m<sup>2</sup> (cinco mil metros quadrados), deverá ser previsto e executado sistema de coleta e tratamento de águas servidas de acordo com as normas vigentes, que deverão ser reutilizadas em pontos onde não se faz necessário o uso de água potável.

Parágrafo único. Após a reutilização das águas servidas conforme o previsto no “caput” deste artigo, as mesmas deverão ser descarregadas na rede pública de coleta de esgoto (se houver).

Art. 7º O não cumprimento das normas contidas neste decreto ensejará a aplicação das penalidades previstas na Lei no 11.095/04.

Art. 8º Este decreto entrará em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO 29 DE MARÇO, 2006

CARLOS ALBERTO RICHA  
PREFEITO MUNICIPAL

**ANEXO E - LEI Nº 13.276, 04 DE JANEIRO DE 2002 - Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup>.**

**(Projeto de Lei nº 706/01, do Vereador Adriano Diogo - PT)**

Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup>.

HÉLIO BICUDO, Vice-Prefeito, em exercício no cargo de Prefeito do Município de São Paulo, no uso das atribuições que lhe são conferidas por lei, faz saber que a Câmara Municipal, em sessão de 27 de dezembro de 2001, decretou e eu promulgo a seguinte lei:

Art. 1º - Nos lotes edificados ou não que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup> deverão ser executados reservatórios para acumulação das águas pluviais como condição para obtenção do Certificado de Conclusão ou Auto de Regularização previstos na Lei 11.228, de 26 de junho de 1992.

Art. 2º - A capacidade do reservatório deverá ser calculada com base na seguinte equação:

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$$

V = volume do reservatório (m<sup>3</sup>)

A<sub>i</sub> = área impermeabilizada (m<sup>2</sup>)

IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h

t = tempo de duração da chuva igual a um hora.

§ 1º - Deverá ser instalado um sistema que conduza toda água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao reservatório.

§ 2º - A água contida pelo reservatório deverá preferencialmente infiltrar-se no solo, podendo ser despejada na rede pública de drenagem após uma hora de chuva ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para finalidades não potáveis.

Art. 3º - Os estacionamentos em terrenos autorizados, existentes e futuros, deverão ter 30% (trinta por cento) de sua área com piso drenante ou com área naturalmente permeável.

§ 1º - A adequação ao disposto neste artigo deverá ocorrer no prazo de 90 (noventa) dias.

§ 2º - Em caso de descumprimento ao disposto no "caput" deste artigo, o estabelecimento infrator não obterá a renovação do seu alvará de funcionamento.

Art. 4º - O Poder Executivo deverá regulamentar a presente lei no prazo de 60 (sessenta) dias.

Art. 5º - Esta lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, aos 04 de janeiro de 2002,  
448º da fundação de São Paulo.

Hélio Bicudo,

Prefeito em Exercício

ILZA REGINA DEFILIPPI DIAS,

Respondendo pelo Cargo de Secretária dos Negócios Jurídicos

FERNANDO HADDAD,

Respondendo pelo Cargo de Secretário de Finanças e Desenvolvimento Econômico

ARLINDO CHINAGLIA JÚNIOR,

Secretário de Implementação das Subprefeituras

LUIZ PAULO TEIXEIRA FERREIRA,

Secretário da Habitação e Desenvolvimento Urbano

JORGE WILHEIM,

Secretário Municipal de Planejamento Urbano

Publicada na Secretaria do Governo Municipal, em 04 de janeiro de 2002.

RUI GOETHE DA COSTA FALCÃO,

Secretário do Governo Municipal

## ANEXO F - Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios conforme ABNT – NBR nº 15 527/2007

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório de água de chuva, deve se usar um dos seguintes métodos:

### Método de Rippl

Neste método podem se usar as séries históricas mensais 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:

$S(t)$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  = volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D(t)$  = demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$V$  = volume do reservatório, dado em  $m^3$ .

$C$  = coeficiente de escoamento superficial

### Método da simulação

Neste método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t)$$

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

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S(t) \leq V$$

Onde:

$S(t)$  = Volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$S(t-1)$  = Volume de água no reservatório no tempo  $t - 1$ ;

$Q(t)$  = Volume de chuva no tempo  $t$ ;

$D(t)$  = Consumo ou demanda no tempo  $t$ ;

$V$  = Volume do reservatório fixado.

$C$  = coeficiente de escoamento superficial

NOTA: para este método duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “ $t$ ”, os dados históricos são representativos para as condições futuras.

### Método prático brasileiro

Este método fornece aproximadamente 85 % de probabilidade.

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

Sendo:

P = precipitação média anual (mm);

T = número de meses de pouca chuva ou seca e

A = área do telhado em projeção (m<sup>2</sup>);

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

### Método Prático alemão

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor dos volume do reservatório; 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

V adotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06 (6%)

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

Sendo:

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

D = demanda anual da água não potável (litros)

V adotado = volume de água do reservatório (litros)

### Método prático inglês

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

Sendo:

P = precipitação média anual (mm);

A = área do telhado em projeção (m<sup>2</sup>);

V = volume de água aproveitável e volume de água da cisterna (litros)

### Método australiano

O volume de chuva se obtém da seguinte maneira:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

Sendo:

C = coeficiente de runoff e geralmente C = 0,80

P = precipitação média mensal (mm)

I = interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação.

Geralmente I = 2mm,

A = área do telhado (m<sup>2</sup>).

Q = volume mensal produzindo pela chuva (m<sup>3</sup>)

### **Cálculo do volume do reservatório**

É feito por tentativas. Para cada valor da demanda achamos a confiança até chegarmos num ponto que consideramos ótimo.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$$

Sendo:

Q<sub>t</sub> = volume mensal produzido pela chuva no mês t

V<sub>t</sub> = volume de água que está no tanque no fim do mês t (m<sup>3</sup>)

V<sub>t-1</sub> = volume de água que está no tanque no início do mês t (m<sup>3</sup>)

D<sub>t</sub> = demanda mensal (m<sup>3</sup>)

Nota: para o primeiro mês consideramos o reservatório vazio.

Quando  $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$  então o  $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T (m<sup>3</sup>).

Confiança

$$Pr = N_r/N$$

Sendo:

Pr = falha

N<sub>r</sub> = número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda, isto é, quando

V<sub>t</sub> = 0.

N = número de meses considerado. Geralmente 12 meses

Confiança = (1 - Pr)

Geralmente se procura confiança entre 90% a 99%.

Em havendo outra fonte de água, pode-se admitir suprimento de 30% a 50% no sistema de aproveitamento de água de chuva.

**ANEXO G - Irrigarden soluções em aproveitamento de água de chuva e irrigação**

Curitiba, 22 de junho de 2010.

Prop. nr. 232/10

À

Sr. Bresolin

Tel.: Obra: Residência

Santa Maria - RS End.:

e-mail: [bresolinmestrado@terra.com.br](mailto:bresolinmestrado@terra.com.br)

Prezados Senhores,

Conforme solicitação de V.S<sup>a</sup> estamos apresentando orçamento para o fornecimento de equipamentos de captação de água de chuva a serem instalados conforme abaixo.

**Área de captação kit residencial: 200 m<sup>2</sup>**

| <b>Produto / Serviço</b>                 | <b>Qtde</b> | <b>Unitário</b> | <b>Preço</b>              |
|--|-------------|-----------------|---------------------------|
| Filtro VF1 - residencial -100mm          | 1           | 920,00          | 920,00                    |
| Sifão ladrão - 100mm                     | 1           | 142,00          | 142,00                    |
| Freio d'água - 100mm                     | 1           | 68,00           | 68,00                     |
| Conjunto de sucção bóia-mangueira - 1" 1 |             | 308,00          | 308,00                    |
|  |             |                 | <b>Sub-total 1.438,00</b> |
| Bóia elétrica - 25 A                     | 3           | 35,00           | 105,00                    |
| Solenóide - 3/4" - 220 V                 | 2           | 98,00           | 196,00                    |
| Pressurizador com tanque de equilíbrio1  |             | 498,00          | 498,00                    |
|  |             |                 | <b>Sub-total 799,00</b>   |
|  |             |                 | <b>Total 2.237,00</b>     |

**De acordo com dados de informados recomendamos o uso de uma cisterna de no mínimo 5.000 litros**

|                         |             |         |                |
|-------------------------|-------------|---------|----------------|
| Condições de pagamento: | A vista 3%  | 67,11   | 2.169,89       |
|                         | A prazo 40% | entrada | 894,80         |
|                         | boleto 30%  |         | 28 dias 671,10 |
|                         | boleto 30%  |         | 56 dias 671,10 |

Prazo de entrega: 02 a 07 dias

Validade da proposta: 10 dias

Frete: frete a pagar - informar transportadora

NOTA:

- A norma NBR 5626/98 proíbe a interligação do sistema de aproveitamento de água de chuva com o abastecimento público de água.

- Reservatório e partes de utilização de água de chuva devem ser identificados através de símbolos, alertando tratar-se de água não potável.

- utilização de torneiras de jardins de uso restrito ou cor diferenciada.

A contratante deverá executar no local de instalação dos equipamentos os seguintes itens quando houver

contratação de serviços de mão de obra de instalação:

- a) entrada condutor águas pluviais
- b) saída para galerias de águas pluviais
- c) ponto de entrada d'água rede
- d) ponto de saída caixa elevada e para torneiras de jardim - se for utilizar direto
- e) ponto de energia elétrica - 220V - 02 disjuntores de 10 A exclusivo para sistema
- f) escavação e/ou contenção para reservatório
- g) execução de casa de bomba e demais serviços em alvenaria

Joana Schimitt - 9961-5444

**IRRIGARDEN**

Rua Vicente Albertino Marchalek, 323 A Aceite em \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Tel/Fax: 41 3288-3371

CIC / Fazendinha \_\_\_\_\_

CEP 81.250-690 Assinatura do cliente

Curitiba - Paraná

vendas@irrigarden.com.br

www.irrigarden.com.br

Recomenda-se a limpeza do filtro a cada 3 meses e da cisterna, no mínimo, uma vez por ano.

**IRRIGARDEN**

**SOLUÇÕES EM APROVEITAMENTO**

**DE ÁGUA DE CHUVA E IRRIGAÇÃO**

IRRIGAÇÃO DE JARDINS - CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

CALEFAÇÃO DE AMBIENTES - PRESSURIZAÇÃO DE REDES

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - HIDRÁULICAS

SPLINKERS – INCÊNDIO

## ANEGO H - Estudo de Caso – I – Sidnei Ricardo Hausmann

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAL DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA

- 1 – **Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil?** Muito pouco, e só no Brasil.
- 2 – **Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região?** não
- 3 – **Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva?** somente sobre alguma reportagem de tv.
- 4 - **Foi feita alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado?** Não
- 5 – **Foi solicitado algum apóio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual?** não
- 6 – **Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema?**  
basicamente para juntar água para irrigação de folhagens.
- 7 – **Qual o custo do investimento?** nenhum. por que tinha sobras de reforma de construção.
- 8 – **Qual a previsão de retorno?** no meu caso, na primeira chuva.
- 9 – **Em que será aproveitada a água de chuva coletada?** basicamente em irrigação de flores e folhagens
- 10 – **A quanto tempo foi instalado o sistema?** 01 ano
- 11 – **O sistema esta atendendo a demanda?** SIM
- 12 – **Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema?**  
500 litros
- 13 – **Qual a estimativa de uso de Água não Potável?** 800 litros/mês
- 14 – **Qual o gasto mensal de Água tratada?** 11m<sup>3</sup>
- 15 – **Onde esta Localizada a Cisterna?** Não tem cisterna
- 16 – **Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15min”?** por se tratar de um reservatório pequeno, ele normalmente está cheio, com isso a 1ª chuva normalmente é descartada automaticamente.
- 17 – **Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação**
  - **Tipo de telhado onde ocorrerá a captação ?** brasilit telhas amianto

- **Área do telhado onde ocorre a Captação?** 25m<sup>2</sup>
- **Tipo e material das Calhas?** tipo material calha: zinco (Lata)
- **Comprimento das Calhas:** 6 m.
- **Tipos e material dos Condutores?** PVC
- **Comprimento dos Condutores:** 1m
- **Tipo e material da Cisterna?** Não tem
- **Capacidade da Cisterna** não tem m<sup>3</sup>
- **Peneira?** Não tem
- **Tipo e material do Reservatório** caixa da água (Cimento amianto)
- **Capacidade do Reservatório** 500 litros
- **Tipo de propulsão do motor?**
- **Extravasor (ladrão)**
- 18 – **Tipo de movimentador de Água?**
- 19 – **Número de pessoas que moram na residência?** 4 pessoas –
  - **Masculino** – 48 – 24 – 19 Idade
  - **Feminino** - 46 Idade
- 20 – **Número de bacias sanitários na residência?** - 02 bacias sanitárias
- 21 – **Número de Chuveiros na residência?** 02 chuveiros elétricos
- 22 – **Número de Máquinas de lavar roupa?** 02 chuveiros elétricos
- 23 – **Número de Máquinas da lavar louça?** não
- 24 – **Tem Piscina?** não m<sup>3</sup>.....
- 25 – **Pátio com grama e Flores?** sim 80m<sup>2</sup>
- 26 – **Endereço da Residência?** Rua Erico Veríssimo, 149 - bairro Cristo Rei -Estrela – RS
- 27 – **Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?**
  - ( ) Indústrias
  - ( xx ) Residências
  - ( ) Comércio
  - ( ) Prédios Condomínios Comerciais
  - ( ) Prédios Condomínios Residenciais
- 28 – **Nome do Entrevistado:** Sidnei Ricardo Hausmann
- 29 – **Idade:** 48
- 30 – **Profissão:** chefe depto pessoal e Rec Humanos
- 31 – **Grau de Instrução:** sup.incompleto

## **ANEXO I - Estudo de Caso – II – Maurício Trevisan**

### **QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAL DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA**

**1 – Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil?** EM LINHAS GERAIS, SEM MAIORES APROFUNDAMENTOS, ESPECIALMENTE TÉCNICOS, TENHO.

**2 – Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região?** NÃO.

**3 – Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva?** CONHECIMENTO RESULTANTE DA CURIOSIDADE PESSOAL SOBRE O TEMA, EM RAZÃO DE ASPECTOS PROFISSIONAIS (SOU PROMOTOR DE JUSTIÇA E JÁ ATUEI COM A MATÉRIA AMBIENTAL) E INTERESSE EM IMPLANTAÇÃO EM MINHA MORADIA ATUAL, QUE CONSTRUI HÁ POUCO. TRATA-SE DE CONHECIMENTO ADVINDO DE INFORMAÇÕES OBTIDAS NA INTERNET, BASICAMENTE SOBRE FUNCIONAMENTOS DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIAS.

**4 - Foi feita alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado?** COMO DITO, A PESQUISA FOI VIA INTERNET, TANTO EM ENDEREÇOS ELETRÔNICOS DE ENTIDADES DE ENSINO (PESQUISAS UNIVERSITÁRIAS) COMO DE EMPRESAS; NÃO SEI SE O SISTEMA ESCOLHIDO É O MELHOR DISPONÍVEL, MAS A RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO PARECEU-ME SER ADEQUADA E, AMBIENTALMENTE, TAMBÉM TIVE A IMPRESSÃO DE SER ALGO INTERESSANTE (P. EX., O EQUIPAMENTO INCLUI UMA VÁLVULA CHAMADA "SOLENOÍDE", QUE PERMITE A INTEGRAÇÃO DE USO DE ÁGUAS DE CHUVA APROVEITADAS E DE ÁGUA DA REDE PÚBLICA, PROPORCIONANDO PERMANENTE MANUTENÇÃO DO NÍVEL CHEIO NA CAIXA DESTINADA À ÁGUA VINDA DA CISTERNA , IMPEDINDO CONTATO DAQUELA COM ESTA, COMO EXIGE A LEGISLAÇÃO, PARA EVITAR RISCO DE CONTAMINAÇÃO: OU SEJA, QUANDO NÃO HÁ ÁGUA NA CISTERNA PARA BOMBEAR, A VÁLVULA LIBERA ÁGUA DE UMA ENTRADA DA REDE PÚBLICA).

**5 – Foi solicitado algum apoio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual? O RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA OBRA ERA UM ARQUITETO, MAS ELE NÃO TINHA CONHECIMENTO ESPECÍFICO SOBRE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA; SOMENTE AUXILIOU COM SUGESTÕES NA PARTE ESTRUTURAL DA CISTERNA.**

**6 – Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema? CONFORME ASSINALADO NA RESPOSTA À PERGUNTA 3, TRATA-SE DE INTERESSE PESSOAL, ADVINDO DE TRATO PROFISSIONAL DA MATÉRIA AMBIENTAL; OU SEJA, MAIS POR INTERESSE DE OTIMIZAÇÃO DO USO DE RECURSOS NATURAIS FINITOS, TENDO EM MIRA TAMBÉM, EM SEGUNDO PLANO, BENEFÍCIO ECONÔMICO DE LONGO PRAZO.**

**7 – Qual o custo do investimento? NÃO TENHO CÁLCULO EXCLUSIVO DO SISTEMA, MAS SÓ AS CALHAS, A TUBULAÇÃO PARA CONDUZIR A ÁGUA PELO PÁTIO, O SISTEMA DE FILTRAGEM E BOMBEAMENTO E A CAIXA D'ÁGUA, MAIS MÃO-DE-OBRA DE ENCANADOR (SEM CONTAR A EDIFICAÇÃO DA CISTERNA, QUE FOI INCLUÍDA NA CONSTRUÇÃO EM GERAL), POSSO ESTIMAR EM APROXIMADAMENTE R\$ 9.000,00.**

**8 – Qual a previsão de retorno? NÃO FIZ ESTIMATIVA, MAS, CONSIDERANDO EVENTUAL ECONOMIA NO PAGAMENTO DE ÁGUA FORNECIDA PELA CORSAN (REGISTRO QUE, EM MINHA CASA, É POSTURA FAMILIAR O USO RACIONAL DESSE RECURSO NATURAL), SERIAM NECESSÁRIAS DÉCADAS PARA OBTER RETORNO.**

**9 – Em que será aproveitada a água de chuva coletada? EM VASOS SANITÁRIOS E REGA DE GRAMA NO PÁTIO (SÃO MAIS DE 400 METROS QUADRADOS DE COBERTURA VEGETAL).**

**10 – A quanto tempo foi instalado o sistema? AINDA NÃO ESTÁ EM PLENA OPERAÇÃO; ISSO PORQUE A FALTA DE PROFISSIONAIS CAPACITADOS NÃO SE REDUZ A ENGENHEIROS E ARQUITETOS, COMO REFERE A PERGUNTA 5, ESTENDENDO-SE A ENCANADORES E ELETRICISTAS (A DIFICULDADE**

ATUAL DIZ RESPEITO A ESTE ÚLTIMO, POIS O PROFISSIONAL QUE IMPLANTOU A INSTALAÇÃO ELÉTRICA NA CASA NÃO SE ENCORAJOU A, SEM ORIENTAÇÃO ESPECÍFICA, FAZER A INSTALAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO CONJUGADO DA BOMBA DE RECALQUE DA ÁGUA PARA AS CAIXAS E DAS BÓIAS ELÉTRICAS QUE VÃO DENTRO DA CISTERNA E NA CAIXA D'ÁGUA; AGUARDO A VINDA DO ENGENHEIRO LIGADO À EMPRESA QUE ME VENDEU O SISTEMA DE FILTRO E VÁLVULA SOLENÓIDE, DE SANTA ROSA, QUE IRÁ ORIENTAR A INSTALAÇÃO).

**11 – O sistema esta atendendo a demanda?** PREJUDICADO, CONFORME RESPOSTA À PERGUNTA ANTERIOR.

**12 – Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema?** ENTRE 08 E 10 m<sup>3</sup> DE ARMAZENAMENTO; SE TIVESSE HAVIDO ORIENTAÇÃO TÉCNICA ADEQUADA, CERTAMENTE ESSA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO PODERIA SER MAIOR.

**13 – Qual a estimativa de uso de Água Não Potável?** NÃO TIVE IDEIA APROXIMADA, POIS PASSEI A OCUPAR A ATUAL RESIDÊNCIA EM 2009 E O ÚLTIMO VERÃO NÃO CHEGOU A SER SECO COMO DE COSTUME, NÃO TENDO EXIGIDO MUITAS REGAS NO PÁTIO; MESMO ASSIM, CONSULTANDO AS FATURAS DA CORSAN, FOI POSSÍVEL NOTAR QUE NO VERÃO A MÉDIA DE CONSUMO AUMENTOU PRATICAMENTE 50%; QUANTO AOS VASOS SANITÁRIOS, SOMENTE COM O FUNCIONAMENTO PLENO DO SISTEMA É QUE PODEREI TER NOÇÃO MAIS EXATA.

**15 – Qual o gasto mensal de Água tratada?** ENTRE 08 E 10m<sup>3</sup>, AUMENTANDO EM APROXIMADAMENTE 50% NO PERÍODO DE CALOR

**16 – Onde esta Localizada a Cisterna?** TRATA-SE DE CISTERNA SUBTERRÂNEA, EDIFICADA NA PARTE MAIS BAIXA DO TERRENO, PARA FACILITAR A CONDUÇÃO DA ÁGUA POR GRAVIDADE.

**17 – Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15 min”?**  
O FILTRO ADQUIRIDO NÃO SEPARA A ÁGUA DESSE PERÍODO, E SIM APENAS RETIRA AS IMPUREZAS SÓLIDAS (PEDRISCOS, FOLHAS, AREIA ETC).

**18 – Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação:**

- **Tipo de telhado onde ocorrerá a captação ?** TELHAS DE CONCRETO.
- **Área do telhado onde ocorre a Captação?** ENTRE 180 E 200m<sup>2</sup>.
- **Tipo e material das Calhas?** FOLHAS METÁLICAS GALVANIZADAS, COM COBERTURA INTERNA E EXTERNA DE TINTA PRÓPRIA PARA SUPORTAR ÁGUA.  
comprimento das Calhas: ENTRE 40 e 44m.
- **Tipos e material dos Condutores?** CANOS DE PVC.

**Comprimento dos Condutores:** ESTIMO EM APROXIMADAMENTE 70m.

- **Tipo e material da Cisterna?** ALVENARIA, impermeabilizada na face com argamassa de cimento modificada com polímeros, especialmente formulada para esse fim.
- **Capacidade da Cisterna:** entre 08 e 10m<sup>3</sup>
- **Peneira?** INSERIDA NO SISTEMA DE FILTRAGEM.
- **Tipo e material do Reservatório:** CAIXA D'AGUA DE FIBRA DE VIDRO.
- **Capacidade do Reservatório:** 01m<sup>3</sup>
- **Tipo de propulsão do motor?** ELÉTRICA
- **Extravasor (ladrão):** DOIS, DE 100mm CADA, NA CISTERNA, E OUTRO, TAMBÉM DE 100mm, COM 'BY PASS', NA SAÍDA DO FILTRO.

**19 – Tipo de movimentador de Água?** NÃO HÁ.

**20 – Número de pessoas que moram na residência?**

- **Masculino:** 02 - Idades: 39 e 09 anos.
- **Feminino:** 02 - Idades: 39 e 07 anos.

**21 – Número de vasos sanitários na residência?** 05.

**22 – Número de Chuveiros na residência?** 04.

**23 – Número de Máquinas de lavar ROUPA?** 01.

**24 – Número de Máquinas da lavar LOUÇA?** 02.

**25 – Tem Piscina?** SIM. 34m<sup>3</sup>.

**26 – Pátio com grama e Flores?** SIM. APROXIMADAMENTE 400m<sup>2</sup>.

**27 – Endereço da Residência?** RUA ISRAEL SELIGMAN, 320, BAIRRO NOSSA SENHORA DE LOURDES.

**28 – Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?**

**Indústrias**

**Residências**

**Comércio**

**Prédios Condomínios Comerciais**

**Prédios Condomínios Residenciais**

**29 – Nome do Entrevistado: MAURÍCIO TREVISAN**

**32 – Idade: 39 ANOS**

**30 – Profissão: PROMOTOR DE JUSTIÇA**

**31 – Grau de Instrução: MESTRADO.**

## ANEXO J - Estudo de Caso – III – Anencir Filho

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAL DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA.

- 1 – **Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil?** Sim, o aquífero guarani.
- 2 – **Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região?** Mais ou menos
- 3 – **Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva?** Tenho utilizado em empreendimentos
- 4 - **Foi feita alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado?** Não somente estudo da universidade
- 5 – **Foi solicitado algum apóio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual?** não
- 6 – **Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema?** Vários, consciência e economia são os principais.
- 7 – **Qual o custo do investimento?** Em prédios 0,48% do empreendimento
- 8 – **Qual a previsão de retorno?** Não tenho este dado, mas posso fala sobre a economia que varia de 12% a 20% de pendendo do período de chuvas.
- 9 – **Em que será aproveitada a água de chuva coletada?** Basicamente nos vasos, lavagem de calçadas e regar plantas.
- 10 – **A quanto tempo foi instalado o sistema?** Menos de uma semana depende do encanador.
- 11 – **O sistema esta atendendo a demanda?** No primeiro prédio não, pois a captação foi pequena comparada a estrutura do prédio, mas os outros sim.
- 12 – **Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema?** sim  
5 mil litros
- 13 – **Qual a estimativa de uso de Água não Potável?** Não tenho este dado, casa em construção.
- 14 – **Qual o gasto mensal de Água tratada?** Não tenho este dado
- 15 – **Onde esta Localizada a Cisterna?** Vai estar atrás da casa
- 16 – **Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15min”?** Coloco uma tela na saída da água evitando folhas e dejetos de pássaros.
- 17 – **Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação**
  - **Tipo de telhado onde ocorrerá a captação ?** Laje impermeabilizada

- **Área do telhado onde ocorre a Captação?** 238m<sup>2</sup>
- **Tipo e material das Calhas?** Manta asfáltica Comprimento das Calhas: m.
- **Tipos e material dos Condutores?** Cano pvc Comprimento dos Condutores: 5m.
- **Tipo e material da Cisterna?** Caixa de fibra de vidro Capacidade da Cisterna 5mil litros
- **Peneira?** sim
- **Tipo e material do Reservatório** de fibra de vidro Capacidade do Reservatório 5mil litros
- **Tipo de propulsão do motor?** Sim 2 CV
- **Extravasor (ladrão)** Sim com certeza
- 18 – **Tipo de movimentador de Água?** Motor e depois gravidade.
- 19 – **Número de pessoas que moram na residência?**
  - **Masculina – Idade** /02 pessoas 34 anos e 02 anos
  - **Feminina - Idade** /02 pessoas 31 anos e 05 anos
- 20 – **Número de vasos sanitários na residência?** 04
- 21 – **Número de Chuveiros na residência?** 03
- 22 – **Número de Máquinas de lavar roupa?** 01
- 23 – **Número de Máquinas da lavar louça?** 01
- 24 – **Tem Piscina?** Vou ter e utilizarei a água da chuva para encher a mesma.
- 25 – **Pátio com grama e Flores?** sim 300m<sup>2</sup>.....
- 26 – **Endereço da Residência?** Condomínio Greem Wood Village / bairro cerrito
- 27 – **Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?**
  - ( ) Indústrias
  - ( ) Residências
  - ( ) Comércio
  - ( ) Prédios Condomínios Comerciais
  - (x) Prédios Condomínios Residenciais
- 28 – **Nome do Entrevistado:** Anencir Filho
- 29 – **Idade:** 34 anos
- 30 – **Profissão:** Arquiteto
- 31 – **Grau de Instrução:** terceiro grau

**ANEXO K - Estudo de Caso – IV - Vânia Regina Pereira Pinto e Maria Marli Pinto****QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAL DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA.**

- 1 – Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil? Sim é em torno de 1%
- 2 – Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região? sim
- 3 – Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva? Sim tenho conhecimento, em vista de ter instalado este sistema em minha casa ao longo de mais de 30 anos, e ir aperfeiçoando
- 4 - Foi feito alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado? Quem nos auxiliou foi o Prof. Victor Kroning – que lecionava no instituto, onde hoje é o Carefurd anterior ao Hugo Teilor
- 5 – Foi solicitado algum apóio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual? Não, somente do Prof. Victor Kroning
- 6 – Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema? Necessidade, pois não tínhamos água da CORSAN
- 7 – Qual o custo do investimento? Não tem idéia, devido ao longo do tempo que fomos aumentando
- 8 – Qual a previsão de retorno? Não fiz este calculo, mas obtivemos retorno em vista da necessidade
- 9 – Em que será aproveitada a água de chuva coletada? Para tudo, como não tínhamos a água de serviço público a água da chuva é usada para banho, lavar roupa, piscina, menos para ingestão.
- 10 – A quanto tempo foi instalado o sistema? Mais ou menos 25 anos
- 11 – O sistema esta atendendo a demanda? sim
- 12 – Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema? 85 m<sup>3</sup>
- 13 – Qual a estimativa de uso de Água não Potável? 12 m<sup>3</sup>
- 15 – Qual o gasto mensal de Água tratada? 10m<sup>3</sup>
- 16 – Onde esta Localizada a Cisterna? Aérea, enterrada e apoiada
- 17 – Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15min”? é colocado direto na cisterna
- 18 – Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação

- Tipo de telhado onde ocorrerá a captação ? telhas de cerâmica
- Área do telhado onde ocorre a Captação? 184 m<sup>2</sup>
- Tipo e material das Calhas? cimento e metal
- Comprimento das Calhas: 78 m.
- Tipos e material dos Condutores? PVC Comprimento dos Condutores:22 m.
- Tipo e material da Cisterna? Concreto armado.
- Capacidade da Cisterna 85 m<sup>3</sup>
- Peneira? nylon
- Tipo e material do Reservatório. Polipropileno. Capacidade do Reservatório 20 m<sup>3</sup>
- Tipo de propulsão do motor? elétrico
- Extravasor (ladrão)
- 19 – Tipo de movimentador de Água? Motor elétricos
- 20 – Número de pessoas que moram na residência? 2
- Masculino – Idade
- Feminino - Idade 73 68
- 21 – Número de vasos sanitários na residência? 4
- 22 – Número de Chuveiros na residência? 4
- 23 – Número de Máquinas de lavar **roupa? 1**
- 24 – Número de Máquinas da lavar **louça? 1**
- 25 – Tem Piscina? Sim com 48m<sup>3</sup>
- 26 – Pátio com grama e Flores? 8.300 m<sup>2</sup>
- 27 – Endereço da Residência? Estrada do Perau, n° 3881
- 28 – Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?
- ( ) Indústrias
- ( X ) Residências
- ( ) Comércio
- ( ) Prédios Condomínios Comerciais
- ( ) Prédios Condomínios Residenciais
- 29 – Nome do Entrevistado: Vania Regina Pereira Pinto, Maria Marli Pinto
- 32 – Idade: 73 e 68
- 30 – Profissão: Prof. Geografia Depto. Prof. Matemática
- 31 – Grau de Instrução: superior, superior

**ANEXO L - Estudo de Caso – V - Valdir José Moro****QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAL DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA.**

- 1 – Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil? *Tenho conhecimentos gerais sobre rios, lagos, geleiras e subterrâneos (aquífero Guarani);*
- 2 – Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região? *Sim, cerca de 150 mm/mês, com variações de inverno, verão, La Nina, etc.*
- 3 – Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva? *Conhecimento empírico: Desde a infância (pai possuía moinho movido à água), além de irrigação de lavouras de arroz, o que levou a observação de métodos de coleta, armazenamento e uso de água pluvial;*  
*Conhecimento técnico: formação na área de Ciências Rurais da UFSM.*
- 4 - Foi feita alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado? *Foram consultados sites da internet para buscar opções de coleta e volume médio de precipitação para a região;*  
*O sistema inicial com uma curva de decantação dos resíduos no próprio cano (sugerido em um dos sites) não funcionou, sendo substituído pelo filtro de comprovada eficiência e praticidade;*
- 5 – Foi solicitado algum apóio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual? *Formal não, apenas conversas informais que orientaram de forma geral o que e como fazer;*
- 6 – Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema? *Em primeiro lugar o aspecto de economia de água tratada, preservando o meio ambiente; Em segundo o aspecto econômico que mostrou-se perfeitamente viável;*
- 7 – Qual o custo do investimento? *Cerca de R\$ 400,00, em um filtro (capacidade de 20.000 l/h ); registro de 50 mm; um barra de cano de 50 mm e 2 m cano de 100 mm, 2 conexões de 100 mm e uma bomba submersa;*
- 8 – Qual a previsão de retorno? *De cerca de 7 meses (Consumo anterior em torno de 28 m<sup>3</sup> = R\$ 115,00; Consumo atual em torno de 14 m<sup>3</sup>);*
- 9 – Em que será aproveitada a água de chuva coletada? *Lavanderia, banheiro, piscina, horta e jardim;*
- 10 – A quanto tempo foi instalado o sistema? *Cerca de três anos;*

- 11 – O sistema esta atendendo a demanda? *Quando a precipitação ocorre de forma regular sim, mas nos períodos de verão (com o uso da piscina, chuvas menos regulares e maior demanda de água) o reservatório, no caso a própria piscina é insuficiente. Há necessidade de mais um reservatório de cerca de 10 m<sup>3</sup>;*
- 12 – Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema? *Capacidade de coleta de cerca de 20 m<sup>3</sup> / mês;*
- 13 – Qual a estimativa de uso de Água **não** Potável? *Cerca 14 m<sup>3</sup> / mês;*
- 14 – Qual o gasto mensal de Água tratada? *Atual cerca de 14 m<sup>3</sup>;*
- 15 – Onde esta Localizada a Cisterna? *É a piscina, com caixa d'água auxiliar de 500 l no telhado (sobre a chaminé da churrasqueira) ;*
- 16 – Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15min”? *É indiferente, o filtro (de anéis plásticos) é muito eficiente e elimina todo o tipo de impureza sólida (poeira, etc);*
- 17 – Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação
- Tipo de telhado onde ocorrerá a captação? *Telha cerâmica tipo romana;*
    - Área do telhado onde ocorre a Captação? *130 m<sup>2</sup>;*
  - Tipo e material das Calhas? *Metal galvanizado;*
    - Comprimento das Calhas: *17 m, já existente na residência;*
  - Tipos e material dos Condutores? *Canos de PVC;*
    - Comprimento dos Condutores: *8 m.*
  - Tipo e material da Cisterna? *Não tem*
    - Capacidade da Cisterna *-x-x-*
  - Peneira? *Não existente;*
  - Tipo e material do Reservatório *Fibra;*
    - Capacidade do Reservatório *10 m<sup>3</sup> (p uso);*
  - Tipo de propulsão do motor? *Elétrica;*
    - Extravasor (ladrão) , *localizado antes do filtro;*
- 18 – Tipo de movimentador de Água? *Motor elétrico;*
- 19 – Número de pessoas que moram na residência? *Quatro, mais a secretária durante o dia;*
- Masculino – *Idade 52 anos;*
  - Feminino - *Idade 50 anos, 22 anos e 20 anos;*
- 20 – Número de vasos sanitários na residência? – *Quatro, um abastecido pela captação pluvial;*
- 21 – Número de Chuveiros na residência? *Quatro, um abastecido pela captação pluvial;*

- 22 – Número de Máquinas de lavar **roupa**? *Duas, abastecidas pela captação pluvial;*
- 23 – Número de Máquinas da lavar **louça**? *Uma, abastecida com água tratada;*
- 24 – Tem Piscina? *Sim, com 25 m<sup>3</sup>;*
- 25 – Pátio com grama e Flores? *Grama cerca de 170 m<sup>2</sup>; Flores em pequenos canteiros ou vasos ; Horta com cerca de 80 m<sup>2</sup>;*
- 26 – Endereço da Residência? *Rua C, 60, Jardim Lindóia, Santa Maria;*
- 27 – Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?
- Indústrias
  - Residências
  - Comércio
  - Prédios Condomínios Comerciais
  - Prédios Condomínios Residenciais
- 28 – Nome do Entrevistado: *Valdir José Moro;*
- 29 – Idade: *52 anos;*
- 30 – Profissão: *Servidos Justiça;*
- 31 – Grau de Instrução: *Superior completa;*

**ANEXO M - Estudo de Caso – VI – Alexandre Pires Rosa****QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS RESIDENCIAL DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA.**

- 1 – Tens conhecimento sobre os reservatórios naturais de água doce no mundo, e no Brasil? Sim no mundo é em torno de 1% e no Brasil o referencial é a bacia do Amazonas, o Aquífero Guarani.
- 2 – Tens conhecimento sobre a Intensidade Pluviométrica da Região? Sim em torno de 1700 mm/a
- 3 – Qual o seu conhecimento sobre o aproveitamento de Água de Chuva? Sim tenho em vista de ter a necessidade para o consumo, sendo que onde moro não é abastecido pela água da CORSAN.
- 4 - Foi feita alguma pesquisa antes de instalar o sistema coletor, para ver se é o mais adequado? Não, fomos instalando conforme informações de amigo e lendo na Internet.
- 5 – Foi solicitado algum apóio de profissionais, Ex. Engenharia, Arquitetura, qual? Não, iniciativa própria
- 6 – Qual o motivo que o levou a construir em sua residência este sistema? Por necessidade
- 7 – Qual o custo do investimento? R\$ 8.000,00
- 8 – Qual a previsão de retorno? Não calculei mas para nós foi imediato em vista de não ter a água de serviço público.
- 9 – Em que será aproveitada a água de chuva coletada? Em tudo menos para ingestão.
- 10 – A quanto tempo foi instalado o sistema? 3 anos
- 11 – O sistema esta atendendo a demanda? sim
- 12 – Tens conhecimento do volume de Água que será Captado pelo sistema? sim  
46 m<sup>3</sup>
- 13 – Qual a estimativa de uso de Água não Potável? 12 m<sup>3</sup>
- 14 – Qual o gasto mensal de Água tratada? 1 m<sup>3</sup>
- 15 – Onde esta Localizada a Cisterna? apoiadas
- 16 – Como você procede com a 1ª Chuva, ou chamada “Chuva dos 15min”? captação direto com filtragem
- 17 – Quais os tipos de Componentes utilizados no Sistema de Captação  
- Tipo de telhado onde ocorrerá a captação ? cerâmica

- Área do telhado onde ocorre a Captação? 380 m<sup>2</sup>
  - Tipo e material das Calhas? Zinco e PVC
    - Comprimento das Calhas: 80 m.
  - Tipos e material dos Condutores? PVC
    - Comprimento dos Condutores: 12 m.
  - Tipo e material da Cisterna? Fibra de vidro
    - Capacidade da Cisterna 46 m<sup>3</sup>
  - Peneira? Filtro de argola
  - Tipo e material do Reservatório. Fibra de vidro
    - Capacidade do Reservatório m<sup>3</sup>
  - Tipo de propulsão do motor? elétrico
  - Extravasor (ladrão)
- 18 – Tipo de movimentador de Água? Moto bomba
- 19 – Número de pessoas que moram na residência?
- Masculino – 1 – Idade 46
  - Feminino - - 2 - Idade 41 - 4
- 20 – Número de vasos sanitários na residência? 5
- 21 – Número de Chuveiros na residência? 4
- 22 – Número de Máquinas de lavar roupa? 1
- 23 – Número de Máquinas da lavar louça? 1
- 24 – Tem Piscina? Sim 46m<sup>3</sup>
- 25 – Pátio com grama e Flores? Sim, 15.000 m<sup>2</sup>
- 26 – Endereço da Residência? BR 158 km 319 – Santa Maria - RS
- 27 – Predomínio de Instalações Prediais próximas da residência?
- ( ) Indústrias
  - ( ) Residências
  - ( ) Comércio
  - ( ) Prédios Condomínios Comerciais
  - ( ) Prédios Condomínios Residenciais
  - (XX) Mata
- 28 – Nome do Entrevistado: Alexandre Pires Rosa
- 29 – Idade: 46
- 30 – Profissão: Professor
- 31 – Grau de Instrução: Pos- Graduação