

AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOCIOECONÔMICO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA MODELO DE REUSO DE AGUAS PLUVIAS EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE TAPEJARA-RS

Rafael Benetti¹

Michelle Trevisan²

¹Aluno da Graduação em Engenharia Civil da IMED. Passo Fundo, RS, Brasil, e-mail rafaelbenettieng83@gmail.com.

²Professora da Graduação e Mestrado do Curso de Engenharia Civil no Instituto Meridional (IMED). Mestre em Engenharia Civil com Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente. Passo Fundo, RS, Brasil, e-mail michelle.silva@imed.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

A conscientização sobre o consumo de água é um assunto que despertou atenção de parte da população tendo em vista a precariedade dos recursos hídricos potáveis disponíveis e de fácil acesso no mundo. Apesar da água ser considerada um recurso renovável por meio de seu ciclo hidrológico, a renovação da parcela em estado superficial não é significativa o suficiente considerando a crescente demanda pela mesma.

Visando este contexto crítico de abastecimento, a crescente escassez e o notório aumento da poluição dos mananciais existentes, estimula-se a criação de medidas de adequação dos usos das águas ainda existentes, dando prioridade de uso para os fins mais nobres, como a dessedentação humana e animal, e necessitando de meios de substituição para usos não consuntivos.

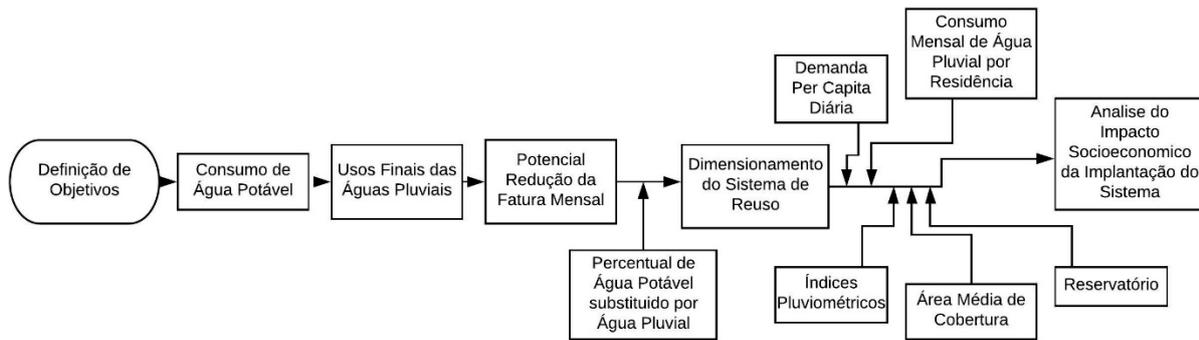
Inúmeros estudos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de suprir a demanda dos usos menos nobres da água potável. Um meio já conceituado e conhecido é o aproveitamento e reuso de águas pluviais, resultando em dados concretos quanto à eficiência na substituição do uso de água potável em finalidades menos nobres.

Em adição aos ganhos relativos à redução do consumo de água potável pela implantação de um sistema de reuso, ressaltam-se outros fatores positivos, como a redução da tarifa de água, a retenção do volume primário das precipitações, devido à acumulação de parte ou totalidade da chuva em cisternas para o abastecimento do sistema, baixo custo associado e relativa facilidade de implantação.

A presente pesquisa objetivou-se com base nos seguintes pontos, analisar o consumo de água potável no município; Definir os usos finais das águas provenientes do sistema de reuso; Verificar o potencial de redução de despesa na fatura mensal; Dimensionar o sistema de reuso com base nas dimensões residenciais que possuem maior frequência de execução; Analisar o impacto social e econômico da implantação do sistema proposto.

2 METODOLOGIA

Para a análise do impacto socioeconômico da implantação de sistema modelo de reuso de águas pluviais no município de Tapejara-RS, foi elaborada uma metodologia compreendendo as etapas a seguir: descrição do objeto de estudo, levantamento de dados referentes ao consumo de água no município, dados pluviométricos, determinação das áreas médias de cobertura das residências e edificações presentes no município, dimensionamento do sistema reuso de água pluvial e análise econômica da viabilidade de implantação do sistema, representado no fluxograma.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

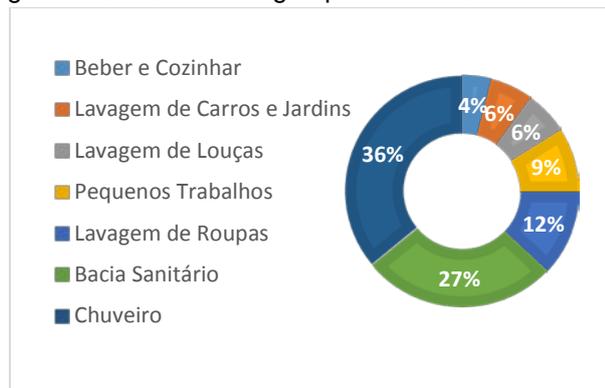
Para a análise da possível viabilidade da implantação do sistema fez-se uma verificação por meio de métodos numéricos. Por meio da aquisição e manuseio de dados referentes áreas de cobertura, índices pluviométricos, consumo de água potável e parcelas de uso diário per capita. Sendo seguido o delineamento proposto na metodologia, para que se tenha maior facilidade de entendimento.

O objeto de estudo, o Município de Tapejara está situado à nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, na zona de relevo do Planalto Médio. A população do Município segundo Estimativa do IBGE com data de referência em 1 de julho de 2016, foi de 21.809 habitantes, sendo estimado que atualmente em 2018 seja de 23.651 habitantes. Quanto às edificações, o município possui 167 indústrias, 1.161 estabelecimentos de comércio e serviços, 912 propriedades rurais, 7.634 residências urbanas e 19 estabelecimentos de ensino (TAPEJARA-RS, 2018).

Os dados de consumo referentes ao município de Tapejara-RS bem como o abastecimento de água são realizados pela CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) com sede localizada no centro do município, o setor administrativo forneceu os dados de produção média mensal referente ao ano de 2017, sendo de 171,700 m³/mês. Contudo deste valor, há perda por infiltrações de aproximadamente 40% da água tratada em todo o ramal de distribuição, considerando-se então para a presente pesquisa o valor real de consumo de 103,020 m³/mês.

Os usos finais das águas provenientes do reuso pluvial, levam consideração a qualidade requerida ao uso pretendido. De tal modo, a principal destinação será direcionada à fins menos nobres, que não sejam para consumo humano. Os principais usos são restritos às bacias sanitárias, lavagem de veículos, rega de jardins, lavagem de calçadas e algumas atividades gerais, tendo representação de percentual na Figura 1.

Figura 1. Consumo de água por atividade na residência



Através da definição dos usos finais e tendo conhecimento de seus percentuais, é obtido o percentual de água potável que será substituído por água pluvial, de acordo com a Equação 1.

$$AP = P_{\text{bacia sanitária}} + P_{\text{lavagem de calçadas}} + P_{\text{lavagem de veículos}} + P_{\text{rega de jardins}} + P_{\text{atividades aleatórias}} \quad [\text{Eq. 1}]$$

$$AP = 27\% + 2\% + 2\% + 2\% + 9\%$$

$$AP = 42\%$$

A demanda de água potável diária *per capita*, é obtida através da relação da produção média mensal de água potável no município pelo número de habitantes estimado para o período presente, dividido pelo período de um mês. Com representação na Equação 2.

$$C \text{ diário per capita} = (P_m / \text{hab}) / 30$$

[Eq. 2]

- C diário per capita = Consumo diário per capita de água potável (m^3/dia) ;
- P_m = Produção mensal de água potável ($m^3/\text{mês}$) ;
- Hab = habitantes estimados do município para o período presente ;
- 30 = dias do mês.

$$C \text{ diário per capita} = (103.020 \text{ m}^3/\text{mês} / 23.651 \text{ habitantes}) / 30$$

$$C \text{ diário per capita} = 0,145 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Diante da determinação do consumo diário *per capita*, estipula-se a quantidade de água pluvial que será destinada para fins menos nobres, tal valor é derivado do produto do consumo diário per capita com o percentual de água potável à ser substituído por água pluvial, representado na Equação 3 a seguir.

$$C \text{ diário água pluvial} = C \text{ diário per capita} \times AP$$

[Eq. 3]

$$C \text{ diário água pluvial} = 0,145 \text{ m}^3/\text{dia} \times 42\%$$

$$C \text{ diário água pluvial} = 0,061 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tendo conhecimento do consumo diário per capita de água pluvial, se faz necessário definir o número de habitantes por residências, diante do mesmo determina-se o consumo mensal habitacional de água pluvial, representado na Equação 4 a seguir.

$$C \text{ mensal água pluvial residencial} = (\text{hab} / \text{res}) \times C \text{ diário água pluvial} \times 30$$

[Eq. 4]

$$C \text{ mensal água pluvial residencial} = (23.651 / 7.634) \times 0,061 \text{ m}^3/\text{dia} \times 30 \text{ dias}$$

$$C \text{ mensal água pluvial residencial} = 5,49 \text{ m}^3/\text{mês}$$

O levantamento das áreas médias de cobertura das residências existentes no município de Tapejara-RS, é um dos fatores que devem ser levados em conta, para definição do volume do reservatório de armazenamento. A determinação destas áreas foi realizada através de dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Tapejara conforme figura 2, juntamente com análise de imagens aéreas provenientes do Google Earth Pro. Sendo definida como área de 100 m^2 de cobertura, a área média cobertura do município, no entanto para maior precisão de pesquisa, serão utilizadas medidas comumente verificadas nos dados concedidos pela Prefeitura Municipal.

Figura 2. Mapa Municipal com Dimensões Residenciais

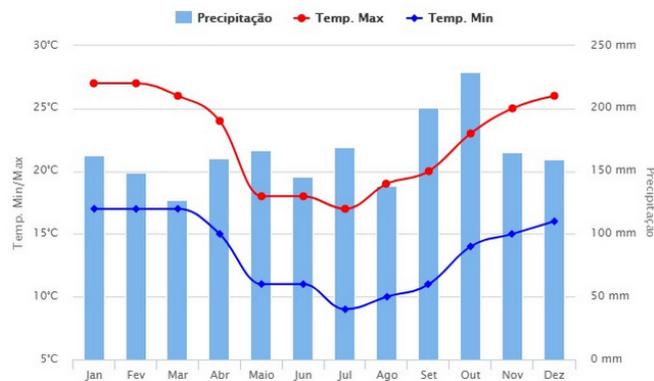


Fonte: Prefeitura Municipal de Tapejara.

Os índices pluviométricos presentes, correspondem ao Município de Tapejara-RS, são derivados de uma série de dados. Os mesmos têm como fonte a pagina meteorológica ClimaTempo e o INMET, garantido maior precisão dos dados.

A precipitação média anual é de 1,973 mm/ano, a precipitação média mensal obtida foi de 164 mm/mês e a precipitação média diária para o período em questão é de 5,4 mm/dia. Sendo melhor demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Índices Pluviométricos



Fonte: ClimaTempo.

O volume do reservatório calculado pelo Método de Rippl, se dá pela diferença entre a demanda ou consumo e volume de chuva aproveitável, como indicado na a Equação 5:

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

[Eq. 5]

Onde:

- S(t) - volume de água no reservatório no tempo t;
- Q(t) - é o volume de chuva aproveitável no tempo t;
- D(t) - demanda ou consumo no tempo t.

$$S(t) = 65.880 \text{ l/ano} - 177.570 \text{ l/ano}$$

$$S(t) = 111.690 \text{ litros/ano}$$

O volume de chuva aproveitável no tempo t é calculado através da Equação 6.

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

[Eq.6]

- C - coeficiente de escoamento superficial.

$$Q(t) = 0,9 \times 1.973\text{mm} \times 100$$

$$Q(t) = 177.570 \text{ litros/ano}$$

Visto que o dimensionamento do reservatório considera um período mensal, faz a divisão da quantidade encontrada para um período anual pela quantidade de meses relativos, onde:

$$S(t) = 111.690 \text{ l/ano} / 12 \text{ meses}$$

$$S(t) = 9.307 \text{ litros/mês}$$

Empregando Método Azevedo Neto na equação 7, e com os dados necessários a seguir, tem-se:

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

[Eq.7]

$$P = 1.973 \text{ mm}$$

$$A = 100 \text{ m}^2$$

$$T = 1 \text{ meses}$$

$$V = 0,042 \times 1.973 \times 100 \times 1$$

$$V = 8.286,6 \text{ litros (8,28 m}^3\text{)}$$

O Método Prático Alemão considera o Volume Adotado como o mínimo de (volume anual de consumo e volume anual precipitado aproveitável) x 0,06 (6 %).

a) Volume Anual de Consumo: Para volume anual de consumo será considerada uma residência ocupada por três (03) pessoas e o consumo diário de água pluvial “per capita” igual à 61 litros/hab x dia, consumo anual de água pluvial em uma residência com 3 pessoas: $183 \times 365 \text{ dias} = 66.795 \text{ litros/ano}$

b) Volume Anual de Precipitação Aproveitável

$$\text{Vap} = C_p \times P \times A$$

[Eq.8]

$C_p = 0,70$; $P = 1.973 \text{ mm}$; $A = 100 \text{ m}^2$

$$\text{Vap} = 0,70 \times 1.973 \times 100$$

$$\text{Vap} = 138.110 \text{ litros (138,11 m}^3\text{)}$$

Como o valor mínimo de 66.795 ou 138.110, o Volume Adotado é 66.795:

$$\text{Volume Adotado} = 66.795 \times 0,06$$

$$\text{Volume Adotado} = 4.007,7 \text{ litros (4 m}^3\text{)}$$

4 CONCLUSÕES

A escolha do método a ser utilizado para o dimensionamento, depende de análise da viabilidade econômica e construtiva, da residência onde for aplicada. Visto que o resultado obtido através do Método de Rippl, apresenta um volume superior com relação aos demais métodos, contudo, para locais onde os períodos de estiagem são prolongados, este método teria melhor aplicação. O Método Azevedo Neto teve como resultado um volume intermediário considerando os demais, porém, o volume ainda tem um valor elevado levando sua aplicação para o mesmo meio onde o Método de Rippl se aplica.

Por fim o Método Prático Alemão obteve um volume de reservatório bem inferior quando comparado aos outros métodos, no entanto, tem maior viabilidade construtiva, devido ter um volume inferior acarretando em redução de custos. Outro ponto a ser notado neste método é de que seu volume não tem capacidade suficiente para suprir o período de um mês de abastecimento, pois o volume demandado para este período é de $5,49\text{m}^3/\text{mês}$, e o volume de reservatório calculado foi de $4\text{m}^3/\text{mês}$. Contudo o município de Tapejara-RS não possui registro de estiagens prolongadas, além que o índice pluviométrico mensal tem capacidade de manter o reservatório em constância de nível para o suprir a demanda estimada, garantindo melhor eficiência econômica na implantação do sistema.

Socioeconomicamente, a implantação de sistemas de reuso de águas pluviais em residências locadas no município de Tapejara-RS, traria benefícios consideráveis, considerando uma possível redução de 40% na produção e posterior consumo de água potável, garantindo assim maior vitalidade ao sistema de abastecimento, bem como redução de custos. A população bem como a concessionária que realiza o abastecimento teria uma economia considerável em suas tarifas, proporcionando de tal modo, suprir demais necessidades vitais com a possível economia gerada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais. RJ, 1989.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527 – Água de Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas Para Fins Não potáveis – Requisitos, 2007

TAPEJARA-RS, Prefeitura. **Geografia e Localização**. Disponível em: <<http://www.tapejara.rs.gov.br/localizacao/geografia>>. Acesso em: 02 out. 2018.