



IV-025 - ÁGUA DE CHUVA COMO ALTERNATIVA PARA LAVAGEM DE VEÍCULOS

Lidiane Bittencourt Barroso⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFSM). Professora Assistente da Universidade Federal do Pampa (Unipampa).

Rafael Zini Ouriques

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano (Unifra). Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Santa Maria (PPGEP/UFMS).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Tiarajú, 810 – Bairro Ibirapuitã - Alegrete - RS - CEP: 97546-550 - Brasil - Tel: (55) 3426-1052 - e-mail: lidianebarroso@gmail.com

RESUMO

O problema da escassez de água doce já é uma realidade em vários locais do planeta. Sabe-se que o acesso à água potável é uma necessidade fundamental e um direito básico a todos. A captação de água de chuva em ambientes urbanos é uma alternativa em constante crescimento, e um assunto de interesse cada vez maior face às múltiplas vantagens de sua adoção. O objetivo deste trabalho foi projetar um sistema de aproveitamento da água de chuva, para lavagem de veículos, em uma indústria concreteira de Santa Maria – RS. Optou-se por este empreendimento, pelo fato deste utilizar uma elevada quantidade de água na lavagem de seus veículos, e possuir uma grande área para a captação das águas pluviais. Para a concepção do sistema de aproveitamento das pluviais, foi necessário: estabelecer o volume de chuva aproveitável; conhecer o consumo de água da atividade; definir os componentes da instalação predial de águas pluviais e dimensionar o reservatório de água de chuva. Como havia calhas e condutores verticais, foram definidos os condutores horizontais, para o transporte das águas pluviais ao reservatório, com inclinação de 4% e o diâmetro das tubulações de 150 mm. O volume do reservatório foi determinado pelo Método de Rippl. Com a captação da água de chuva, a indústria pode armazenar aproximadamente 6210 litros de água, sendo esta suficiente para lavar até 41 veículos, a cada precipitação que encher o reservatório.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Pluviais, Área de Contribuição, Volume do Reservatório, Aproveitamento.

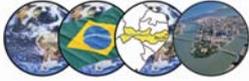
INTRODUÇÃO

O problema da escassez de água doce já é uma realidade em vários locais do planeta. Sabe-se que o acesso à água potável é uma necessidade fundamental e um direito básico a todos, estando esta, presente em múltiplas atividades humanas. Não se consegue imaginar vida sem água, pois esta é utilizada para diversas finalidades, em que assumem maior importância o abastecimento doméstico e público, o uso agrícola e industrial e a produção de energia elétrica.

Até um passado recente, as necessidades de água cresceram gradualmente acompanhando o lento aumento populacional. Com o crescimento populacional atual acelerado e conseqüente aumento da demanda, o consumo de água tem aumentado. Em decorrência deste aumento expressivo, a captação de água de chuva em ambientes urbanos é uma alternativa em constante crescimento, e um assunto de interesse cada vez maior face às múltiplas vantagens de sua adoção.

A água de chuva é utilizada principalmente para usos não potáveis, em substituição a água tratada da rede pública, podendo ser aplicada em descargas de vasos sanitários, máquinas de lavar roupas, irrigação de jardins, lavagem de veículos, limpeza de pisos e piscinas, entre outros, reduzindo assim desperdícios e custos. Outra vantagem, a respeito da captação destas águas, esta atribuída a minimização dos impactos causados pelas chuvas, como enchentes e erosões urbanas, devido à impermeabilização do solo (FENDRINCH & OLIYNIK, 2002).

O aproveitamento da água de chuva abrange aspectos técnicos, econômicos e sociais da relação do homem com o meio ambiente. Entender sua importância é o primeiro passo, mas saber praticá-la é o desafio maior. Ao



contrário do que muitos imaginam a relação custo/benefício de um projeto de aproveitamento de água de chuva bem executado, pode apresentar resultados positivos surpreendentes. Segundo Tomaz (2003), com o aproveitamento de água de chuva, estima-se uma economia de 30% de água potável.

Um sistema de coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais é um instrumento importante no controle do balanço hídrico. Este consiste em medida corretiva e mitigadora do impacto causado ao ciclo hidrológico local, pelas atividades humanas, que buscam retardar o escoamento superficial da água de chuvas intensas, diminuindo as enchentes urbanas, máximo de água nas vertentes, córregos e canais dos vales receptores de águas pluviais (FENDRICH & OLIYNIK, 2002).

No Brasil vários trabalhos e projetos estão sendo elaborados por pesquisadores da área. No município de Curitiba-PR, a idéia da coleta e utilização das águas pluviais, tem por objetivo economizar a água tratada do sistema de abastecimento público, que vem sendo usada no setor de lavagem de veículos e em postos de combustíveis (FENDRICH, 2002). No município de Santa Maria - RS, alguns pesquisadores tem elaborado projetos sobre o tema do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, como: Tamiosso (2007), Trindade & Barroso (2008), Ouriques et al (2008) e outros.

Recentemente foi elaborada e aprovada a norma NBR 15527 (ABNT, 2007) sendo composta de requisitos para o aproveitamento de água de chuva, de coberturas em áreas urbanas, para fins não potáveis. A norma ainda traz métodos de: concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva; calhas e condutores; reservatórios; instalações prediais; qualidade da água; bombeamento e manutenção.

O objetivo deste trabalho foi projetar um sistema de aproveitamento da água de chuva, para lavagem de veículos, em uma indústria concreteira de Santa Maria – RS. Optou-se por este empreendimento, pelo fato deste utilizar uma elevada quantidade de água, na lavagem de seus veículos, e possuir uma grande área para a captação das águas pluviais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de aproveitamento da água de chuva foi proposto para a indústria apresentada na figura 1, que trabalha com o transporte de material de construção, como argamassa e concreto, por meio de caminhões betoneira, onde, a cada entrega, os caminhões devem ser lavados para que este material não fique aderido na lataria do balão. Como também são lavados os demais veículos utilizados pela indústria.



Figura 1: Visualização superior da indústria concreteira.

Para a concepção do sistema de aproveitamento das pluviais, foi necessário: estabelecer o volume de chuva aproveitável; conhecer o consumo de água da atividade; definir os componentes da instalação predial de águas pluviais e dimensionar o reservatório de água de chuva.

O volume de chuva aproveitável foi estabelecido por meio da precipitação média anual do município de Santa Maria-RS onde se localiza a indústria concreteira. Esta precipitação foi obtida pelo sistema de Monitoramento Agrometeorológico – AGRITEMPO (2008), utilizando dados históricos de 10 anos.

Para estimar a demanda de água foram utilizados valores relacionados ao consumo mensal de lavagem de veículos em função da quantidade destes. De acordo com Tomaz (2003) e Fendrich & Oliynik (2002), para a lavagem de um veículo, freqüentemente, são gastos 150 litros de água.



O volume que o reservatório de água de chuva deve comportar é sem dúvida a questão mais importante referente ao sistema. De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), alguns métodos como o Método de Rippl, da simulação, de Azevedo Neto, entre outros, podem ser usados para determinar o volume do reservatório.

Neste projeto foi utilizado o Método de Rippl, pois de acordo com McMahon apud Tomaz (2003), este apresenta dois atributos importantes: é simples e muito usado, e como usa uma série de dados, a sazonalidade e outros fatores são levados em conta. Segundo o autor, o método tem duas hipóteses básicas: o reservatório, no início do período crítico, está supostamente cheio; e como o método usa uma série histórica, os períodos de seca no futuro não serão piores que os anteriores.

Segundo Tomaz (2003) os principais componentes para a captação de água de chuva são: área de contribuição; calhas, condutores; by pass; peneira; reservatório; e extravasor, descrito na tabela 1.

Tabela 1: Componentes principais para captação de água de chuva.

Componentes	Comentários
Área de contribuição	Materiais diversos. O telhado pode ser inclinado, pouco inclinado ou plano.
Calhas, condutores	Calhas e coletores de águas pluviais podem ser de PVC ou metálicos.
By pass	Os primeiros minutos de chuva (sujeira) podem ser removidos manualmente (tubulações) ou automaticamente (dispositivos de autolimpeza).
Peneira	Remover material em suspensão (tela de 0,2mm a 1,0mm).
Reservatório	Podem estar apoiado, enterrado ou elevado. Material: concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, de bloco armado, plásticos, poliéster, etc.
Extravasor	(Ladrão) Deverá possuir dispositivo para evitar a entrada de pequenos animais.

Fonte: adaptado de Tomaz (2003).

Como, na indústria concreteira, havia calhas e condutores verticais, estes foram adaptados, direcionando o escoamento da água de chuva ao reservatório de armazenamento através de condutores horizontais. Para a adaptação deste sistema e definição dos componentes da instalação predial, foi utilizada a NBR 10844 (ABNT, 1989).

A edificação considerada possui telhado de zinco em formato shed, contendo 11 shed no total, mas para o cálculo da área de contribuição inicialmente foram utilizados 4 shed, devido ao difícil acesso aos demais shed.

Na determinação da vazão se fez necessário conhecer: a área de contribuição, de acordo com a equação (1); e a intensidade pluviométrica, obtida a partir da definição de valores adequados para a duração de precipitação e o período de retorno, tomando-se como base dados pluviométricos de Santa Maria-RS (ABNT, 1989).

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad \text{equação (1)}$$

Em que: A = área de contribuição, m²; a = largura, m; h = altura, m; e b = comprimento, m.

O diâmetro dos condutores horizontais foi calculado pelo programa Canais3.exe (PORTO, 2008). Para a utilização deste programa foi necessário os seguintes dados de entrada: a vazão de projeto, dada pela equação (2), a declividade (m/m); e o coeficiente de rugosidade dos condutores horizontais.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad \text{equação (2)}$$



Em que: Q = vazão de projeto, L/min; I = intensidade pluviométrica, mm/h; e A = área de contribuição, m^2 (equação (1)).

O valor da vazão total de projeto a ser utilizada no programa Canais3.exe (Porto, 1998), deve ser multiplicada pelo número de shed e expressa em m^3/s . Para a declividade da calha (m/m), foi adotado 4%. O coeficiente de rugosidade, $n = 0,011$, adequado a metais não-ferrosos para o dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular adotando o escoamento com lâmina de altura igual a $2/3$ do diâmetro interno.

Conhecido os valores da demanda de água, dos dados meteorológicos de 10 anos e da área de contribuição, torna-se possível determinar o volume do reservatório $S(t)$, de acordo com a equação (3) da NBR 15527 (ABNT, 2007).

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad \text{equação (3)}$$

Em que: $D(t)$ = demanda ou consumo no tempo t , m^3 ; $Q(t)$ = volume de chuva aproveitável no tempo t , m^3 , pela equação (4):

$$Q(t) = C \cdot P(t) \cdot A \quad \text{equação (4)}$$

Em que: C = coeficiente de escoamento superficial, adotado igual a 0,80 (Tomaz, 2003); $P(t)$ = precipitação da chuva no tempo t , mm; A = área de contribuição, m^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual do município obtida no AGRITEMPO (2008), de uma série histórica de 10 anos, apresenta-se na coluna 1 da tabela 2.

Se for adotado, como exemplo, que no mês de julho de 2008 em que a indústria efetuou 398 entregas, e sabendo que são gastos em média 150 litros de água para a lavagem de um veículo, a quantidade de água consumida neste mês foi de $59,70 m^3$. Majorando este consumo em 25% tem-se $74,63 m^3$, para que seja incluída a lavagem dos demais veículos utilizados na indústria.

Outro parâmetro necessário, para a aplicação do Método de Rippl é a área de contribuição do telhado. Esta foi determinada a partir da equação (1), igual a $219,50 m^2$ para cada shed, sendo $a = 10,00 m$, $b = 20,00 m$ e $h = 1,95 m$. Como foram utilizados apenas 4 shed, a área de contribuição foi de $878,00 m^2$. Com a diferença dos valores da coluna 3 e coluna 5, foi determinado o volume do reservatório, na coluna 6, igual a 6210 litros, na tabela 2.

De acordo o Método de Rippl, o somatório da coluna 5 deve ser maior do que o da coluna 3, neste caso, o volume de chuva anual foi de $1017,50 m^3$ e o volume total da demanda $895,50 m^3$, assim confirmando o método.



Tabela 2: Dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl.

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda constante mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferença entre os volumes (m ³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6
Dezembro	144,3	74,63	878	101,36	-26,73
Novembro	119,6	74,63	878	84,01	-9,38
Outubro	142,4	74,63	878	100,02	-25,40
Setembro	111,3	74,63	878	78,18	-3,55
Agosto	97,4	74,63	878	68,41	6,21
Julho	117	74,63	878	82,18	-7,56
Junho	116,6	74,63	878	81,90	-7,27
Maiο	107,6	74,63	878	75,58	-0,95
Abril	117,1	74,63	878	82,25	-7,63
Março	135,2	74,63	878	94,96	-20,34
Fevereiro	107	74,63	878	75,16	-0,53
Janeiro	133,1	74,63	878	93,49	-18,86

Conhecida a área de contribuição de cada shed, $A = 219,5 \text{ m}^2$, e a intensidade pluviométrica de Santa Maria-RS, $I = 122 \text{ mm/h}$, foi possível encontrar a vazão de projeto, pela equação (2), resultando em $446,3 \text{ L/min}$ por shed, ou seja, $0,0074 \text{ m}^3/\text{s}$.

De posse da vazão de projeto $0,0296 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondente aos 4 shed, da declividade da calha (m/m) de 4%, do coeficiente de rugosidade de 0,011 para condutores horizontais de seção circular em PVC e sendo o escoamento com lâmina de altura igual a 66%, foi possível determinar o diâmetro dos condutores horizontais, pelo programa Canais3.exe (Porto, 1998), igual a 150 mm, para o transporte das águas pluviais até o reservatório com capacidade mínima de $6,21 \text{ m}^3$.

Para reter materiais grosseiros como folhas, galhos, entre outros materiais, podem ser utilizadas grades nas calhas, que se estende por todo seu comprimento, ou grelhas na saída da calha. Sabendo-se que estes devem passar por processo de limpeza periódica. Importante ressaltar que a água armazenada será estritamente para a lavagem de veículos, não havendo a necessidade de um tratamento mais avançado.

CONCLUSÕES

Com a captação da água de chuva, a indústria pode armazenar aproximadamente 6210 litros de água, sendo esta suficiente para lavar em torno de 41 veículos, a cada precipitação que encher o reservatório. Para a instalação do sistema, foi necessário adaptar as calhas e os condutores verticais, existentes, e acrescentar os condutores horizontais de 150 mm para o escoamento das águas ao reservatório.

Utilizar a água de chuva para fins menos nobres como lavar carros, regar jardins, utilizar em bacias sanitárias, etc., minimizaria os problemas de escassez de água doce e as enchentes e erosões em áreas urbanas. Sensibilizar a população e as indústrias, sobre a importância da utilização racional da água tratada, aproveitando as águas pluviais, é um ótimo negócio para o consumidor, na diminuição de tarifas, e para o ambiente, que sofre com os períodos de estiagem.

Para que ocorram mudanças direcionadas para o aproveitamento da água de chuva, com bases técnicas legais e com qualidade, é importante o conhecimento, a discussão e a participação dos governos e municípios sobre os benefícios da utilização deste recurso. Portanto, uma política empresarial deve buscar estes benefícios, tanto internos como externos. Do ponto de vista interno, suas vantagens estão relacionadas com a economia da taxa de água e sensibilização dos colaboradores. Externamente, os benefícios associam-se à imagem que cada empresa constrói perante um importante parceiro: o consumidor, o qual está cada vez mais exigente em relação aos aspectos sócio-ambientais e a própria natureza.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
2. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
3. AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Dados Meteorológicos – Santa Maria (INMET). Disponível em <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=RS>> Acessado em 14 de agosto de 2008.
4. FENDRINCH, R. Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana. Tese de doutorado, Curso de Pós-graduação em Geologia Ambiental – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
5. FENDRICH, R. & OLIYNIK, R.. Manual de utilização das águas pluviais: 100 maneiras práticas. Curitiba, PR : Chain , 2002.
6. OURIQUES, R. Z. et al. Aproveitamento da água de chuva em Escola para fins não-potáveis, Santa Maria - RS. In: VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2008, Porto Alegre – RS.
7. PORTO, R. M. In: Hidráulica Básica. Canais3.exe: escoamento uniforme em canais. São Carlos: EESC-USP, 2003. Disponível em: <<http://www.shs.eesc.usp.br/graduacao/disciplinas/programas/default.htm>> Acesso em 01/11/2008.
8. TAMIOSSO, C. F. Captação da água da chuva no laboratório de engenharia ambiental. Trabalho final de graduação (TFG). Centro Universitário Franciscano. Curso de Engenharia Ambiental. Santa Maria, 2007.
9. TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar, 2003.