



IV-071 – ESTUDO QUALI-QUANTITATIVO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E SEUS EFEITOS NA BACIA HIDROGRÁFICA

Margolaine Giacchini⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Mestranda em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Alceu Gomes de Andrade Filho⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor Associado da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

Daniel Costa dos Santos⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Doutor em Engenharia de Construção Civil e Urbana pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Professor da Universidade Federal do Paraná.

Endereço⁽¹⁾: Rua Generoso Marques dos Santos, 196 - Centro – Ponta Grossa - PR - CEP: 84010-500 - Brasil - Tel: (42) 99216511 - e-mail: margolaine@yahoo.com.br.

RESUMO

A investigação dos efeitos do sistema de aproveitamento da água de chuva nas respectivas bacias hidrográficas é fundamental para restabelecer o ciclo da água nas áreas urbanas. O armazenamento da água da chuva nas edificações, em reservatórios dimensionados de forma a atender exclusivamente o consumo, pode vir a interferir no processo natural do ciclo hidrológico. Este trabalho tem por objetivo contribuir para o estudo de dimensionamento de reservatórios prediais de água de chuva, sob os enfoques sanitário e ambiental. Compreende em sua primeira etapa a análise comparativa entre os métodos de dimensionamento dos reservatórios recomendados no anexo A da Norma Brasileira de Água de chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis - NBR 15527 (ABNT, 2007), o Método do Coeficiente de Permeabilidade Artificial do Solo proposto por FENDRICH, 2002, e ainda o método proposto na Lei 107585 do Município de Curitiba. A análise comparativa entre os métodos de dimensionamento de reservatórios foi estabelecida através de estudos de simulação. A segunda etapa compreende a caracterização qualitativa da água de chuva armazenada. A interpretação dos resultados subsidia a apresentação de sugestões que venham a contribuir para melhoria do processo quanto aos aspectos analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatório de Água, Qualidade da Água Pluvial, Dimensionamento, Método de Dimensionamento, Água da Chuva.

INTRODUÇÃO

A importância da preservação dos recursos hídricos evidencia-se quando, analisada sob o aspecto da necessidade da garantia do acesso à água pelas atuais e futuras gerações, dentro do contexto do desenvolvimento sustentável.

Por sua vez, a sustentabilidade dos recursos hídricos decorre da conservação da qualidade e quantidade da água do planeta. As ações de conservação da água se desenvolvem através das práticas de economia de água, incluindo o uso racional e a procura por fontes alternativas, e ainda pela preservação dos mananciais de água. Dentre as fontes alternativas, destaca-se a água da chuva, cujo armazenamento e uso envolvem aspectos importantes no contexto sanitário e da sustentabilidade ambiental.

Cabe ressaltar que, o armazenamento das águas pluviais nas edificações, em reservatórios dimensionados de forma a atender exclusivamente o consumo, pode interferir no processo natural do ciclo hidrológico. Por sua vez, é fundamental investigar os possíveis efeitos do sistema de aproveitamento da água da chuva nas respectivas bacias hidrográficas, a fim de restabelecer o ciclo da água nas áreas urbanas.



Outro fator a ser analisado nos sistemas de aproveitamento da água da chuva é qualidade sanitária da água da chuva armazenada, pois, constitui um fator importante para segurança do usuário bem como, para manutenção dos equipamentos que compõe o sistema de aproveitamento da água de chuva (PROSAB 4, 2005).

Não obstante, a caracterização sanitária da água da chuva, em função do tempo de armazenamento, pode estabelecer mais um critério, a fim de contribuir para o dimensionamento de reservatórios do sistema de aproveitamento da água da chuva de forma a não impactar significativamente o ciclo hidrológico.

Assim sendo, este trabalho tem por objetivo contribuir para o estudo de dimensionamento de reservatórios prediais de água de chuva, sob os enfoques sanitário e ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O projeto foi implantado através de unidade piloto instalada no Bloco V, do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, na Cidade de Curitiba – PR, Departamento de Hidráulica e Saneamento. A área de estudo compreende parte da cobertura da edificação onde é coletada da água pluvial para o estudo e o terraço onde estão instalados os equipamentos de limpeza e armazenagem da água coletada. A cobertura da edificação é com telhas do tipo fibrocimento.

Caracterização da unidade piloto

A unidade piloto é composta pelos equipamentos de coleta, condução, limpeza e armazenagem da água pluvial. A água da chuva é coletada na cobertura da edificação através das calhas e conduzida ao reservatório de limpeza por tubulação do tipo PVC 100mm. Os primeiros milímetros de chuva são armazenados em reservatório com capacidade de 30L, objetivando promover a limpeza da área de coleta. O reservatório de auto limpeza foi dimensionado, segundo TOMAZ (2003) através da relação de 0,4 L/m² de telhado. Após atingir a capacidade do reservatório de limpeza a água da chuva é armazenada em um reservatório com capacidade de 500L, do tipo caixa d'água em polietileno. A figura 01 representa a unidade piloto.



Figura 01 – Unidade piloto do sistema de aproveitamento da água de chuva - UFPR



Caracterização Quantitativa

O estudo quantitativo compreende em sua primeira etapa, a realização das estimativas de demanda de água não potável nos aparelhos sanitários servidos pela água da chuva. Para a obtenção da parametrização do consumo adotou-se como referência uma residência unifamiliar com área coleta (A_c) igual a 100m^2 , correspondente a cobertura da edificação, com três quartos e uma população de quatro habitantes por residência. A água da chuva abastece somente um aparelho sanitário, do tipo bacia sanitária com caixa acoplada de 6L. Estimou-se ainda que cada habitante efetue cinco acionamentos, da caixa acoplada de 6L, por dia, perfazendo uma demanda diária de 120 L de água e totalizando uma demanda de $3,6\text{m}^3$ de água da chuva em um mês.

Nesta primeira etapa, ainda foram identificados e levantados os dados hidrológicos da região em estudo, obtidos através da estação meteorológica do SIMEPAR localizada no centro politécnico da UFPR. A estação Meteorológica do SIMEPAR nº25264916 está a 935 m de altitude e longitude $49,2666^\circ$, latitude $25,4333^\circ$. A série histórica estudada corresponde aos últimos 10 anos, ou seja, de 1998 a 2008.

A segunda etapa do estudo consiste em simular a aplicação de alguns métodos de dimensionamento de reservatório registrados na literatura e ainda realizar a análise comparativa entre estes métodos. Foi simulado o dimensionamento de reservatórios através de alguns dos métodos propostos no anexo A da Norma Brasileira de Água de chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis - NBR 15527 (ABNT, 2007). Também foi aplicado o método do Coeficiente de Permeabilidade do Solo proposto por FENDRICH, 2002. Ainda foi aplicado o método proposto na Lei Nº 10785/03 regulamentada através do Decreto 293/06, do Município de Curitiba-Pr.

Caracterização qualitativa da água da chuva.

A primeira etapa do estudo qualitativo consiste na instalação da unidade piloto no Bloco V, do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. A água da chuva coletada pelas calhas da edificação é armazenada, após passar por processo de limpeza da superfície de coleta.

A segunda etapa compreende a caracterização qualitativa da água da chuva coletada e a indicação de diretrizes para a escolha do tratamento conseqüente. O período de armazenamento da água é de dez dias, sendo uma amostragem realizada no primeiro dia, outra no quinto dia e outra no décimo dia. Foi estabelecido o intervalo de amostragem de cinco dias por corresponder ao número de dias que um reservatório com capacidade de 500L atende ao consumo da residência em estudo. Por sua vez, volume de 500L para o reservatório foi adotado, em função de ser o volume mínimo estabelecido pela Lei 10785/03 do Município de Curitiba. A avaliação qualitativa da água de chuva armazenada na unidade piloto segue a variação da sazonalidade local, portanto nesta fase do trabalho ainda não foi totalmente concluída a caracterização qualitativa da água captada, sendo objeto da continuidade da pesquisa. Os parâmetros que estão sendo caracterizados na avaliação qualitativa são os seguintes: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Turbidez, pH, Cor, Coliformes Termotolerantes e Totais, Temperatura, Oxigênio Dissolvido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de demanda foram realizadas com base no critério de ocupação residencial, observando-se o número de usuários do local.

A simulação da aplicação dos métodos de dimensionamento de reservatórios foi desenvolvida para os seguintes métodos: método de Azevedo Neto – $V = 0,042 \times P \times A \times T$, embasado na precipitação anual, na área de coleta e no número de meses de pouca chuva; método Prático Inglês – $V = 0,05 P \times A$, considera a precipitação média anual e a área de coleta; método do Coeficiente de Permeabilidade Artificial do Solo proposto por FENDRICH (2002) – $V = 20,5 \times A_c$, com base na capacidade de infiltração de água no solo; o método proposto na Lei Nº 10785/03 do Município de Curitiba-Pr, regulamentada através do Decreto 293/06 – $V = N \times C \times d \times 0,25$, sendo (N) o número de unidades residenciais, (C) o consumo diário em função do número de quartos da edificação e o número de dias de reserva ($d = 2$). Os valores obtidos através da simulação da aplicação dos métodos encontram-se no quadro 01.



Quadro 01 – Resumo da simulação da aplicação dos métodos de dimensionamento estudados.

Método de Dimensionamento	Volume do Reservatório de Água Pluvial (m ³)
Azevedo Neto	12,51
Prático Inglês	7,45
Prático Alemão	2,59
Coefficiente de Permeabilidade do Solo	2,05
Lei 10785/03-Decreto 293/06-Curitiba	0,50

A análise comparativa final entre os métodos de dimensionamento de reservatórios será estabelecida após a conclusão de todas as simulações propostas. No quadro 01 são apresentados os resultados parciais encontrados relativos ao dimensionamento de reservatório de águas pluviais por alguns dos métodos estudados.

Observa-se a existência de divergência entre os valores obtidos através das simulações aplicadas aos diferentes métodos. O método de Azevedo Neto apresentou o maior volume, trata-se do único que considera a ocorrência de meses com pouca chuva, no caso foram considerados dois meses. O método prático Inglês, apresenta concepção semelhante ao anterior porém não inclui os meses com pouca chuva no cálculo. Já os métodos prático Alemão e da Permeabilidade Artificial apesar das diferentes concepções apresentaram resultados próximos. O método proposto na Lei 10785/03-Decreto 293/06- Curitiba, foi o que apresentou o menor volume. Encontram-se em desenvolvimento os estudos de outros métodos de dimensionamento.

CONCLUSÕES

A revisão da bibliografia aponta a necessidade de aperfeiçoamento dos sistemas de aproveitamento da água de chuva em relação à qualidade sanitária da água armazenada, bem como, quanto aos seus impactos para bacia hidrográfica e ao ciclo da água.

Estudos preliminares dos métodos propostos na NBR 15527 (ABNT, 2007), o método do Coeficiente de Permeabilidade desenvolvido por FENDRICH (2002) e o método proposto na Lei 10785/03 do município de Curitiba, apontam a existência de divergência entre os diferentes métodos estudados. Por sua vez, esta divergência era esperada em função da diferença da natureza dos métodos

Cabe ressaltar que quanto maior o volume de água da chuva armazenado em reservatórios nas edificações, maior será o impacto para a bacia hidrográfica, haja vista que a água armazenada não retornará para a bacia como água pluvial, será lançada na rede coletora de esgoto.

Por sua vez se faz necessário considerar também a qualidade sanitária da água armazenada em reservatórios a fim de garantir a segurança do usuário.

A inclusão da análise de critérios sanitários pode ser valiosa para o estudo do dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento da água da chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. **Aproveitamento de coberturas em urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma 15527, Rio de Janeiro, Outubro de 2007.
2. FENDRICH, R.. **Aplicabilidade do armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. Curitiba, 2002. 504f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná
3. PROSAB 4. **Conservação da água em edificações**. FINEP, 2005.
4. TOMAZ, P.. **Aproveitamento da Água de Chuva Para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis**. Guarulhos, 2003. Navegar Editora.180p.