

IV-075 – CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM PRÉDIO PÚBLICO PARA FINS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS

Carlos André de Holanda Florêncio e Silva⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Pós-graduando em Gestão Pública pelo Instituto Federal de Pernambuco (IFPE).

Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo⁽²⁾

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Mestranda em Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco (POLI/UPE).

Mayara Maria de Arruda Gomes⁽³⁾

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE). Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Simone Rosa da Silva⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Engenharia Civil pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (UFRGS). Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora associada da Universidade de Pernambuco (UPE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Walfrido Lins de Moraes, 367, Janga – Paulista – PE - CEP: 53437-100 – Brasil – Tel: (81) 99717-8542 – e-mail: cahfs17@gmail.com

RESUMO

Com o crescimento contínuo da demanda hídrica em todo mundo, a busca por alternativas que substituam os mananciais já disponíveis por outras fontes sustentáveis é uma realidade que precisa ser difundida. As legislações pertinentes à conservação dos recursos hídricos, em especial à captação de águas pluviais, devem estar presentes em todas as esferas da administração pública, para que seus efeitos possam ser efetivados com suporte legal. Posto isso, esse projeto tem como finalidade simular a implantação de um sistema de captação de águas pluviais para fins de lavagem de veículos em um prédio do Ministério Público de Pernambuco, na cidade do Recife. Para alcançar tal objetivo, foi necessário fazer levantamentos de dados no prédio estudado, como dados pluviométricos da região, demanda hídrica do lava-jato e área de captação utilizada. Reunido esses dados, foram realizados cálculos de dimensionamento do reservatório de armazenagem por métodos distintos. Foi escolhido um valor de reservatório que atendesse às necessidades da edificação estudada. Foi realizada análise quantitativa da futura economia de recursos financeiros trazidos à instituição pública com a adoção do sistema de captação de águas pluviais para o qual foi dimensionado um reservatório com 20 m³ de capacidade de armazenagem. Estimou-se que em aproximadamente 18 meses haverá um retorno financeiro do investimento no sistema, pela diminuição da demanda de água potável na edificação.

PALAVRAS-CHAVE: Águas pluviais, Abastecimento, Dimensionamento, Uso não potável.

INTRODUÇÃO

O tema escassez hídrica tem sido destaque há algum tempo em todo Brasil, devido a problemas de abastecimento em grandes centros urbanos. Segundo dados do IBGE em 2007, o Brasil detém 12% da água doce superficial do mundo, sendo que 70% dessa água disponível está localizada na Região Amazônica, e os 30% restantes distribuem-se desigualmente pelo País, para atender a 93% da população.

A conscientização da população e o uso racional dos recursos hídricos é de grande importância para o desenvolvimento da sociedade, garantindo esse bem para as futuras gerações. Estudos desenvolvidos por Tomaz (1999), já apontavam que a falta de água como grave problema que pode afetar a sobrevivência dos povos. O uso desordenado, o desperdício e o crescimento da demanda são fatores que contribuem para intensificar a escassez de água potável no planeta.

A preocupação com o uso racional dos recursos naturais nas edificações públicas, em especial a água, vem recebendo uma atenção cada vez maior por parte dos órgãos comprometidos em reduzir o seu impacto ambiental. Além de uma boa imagem institucional, percebe-se hoje em dia que optar por escolhas mais sustentáveis apresenta várias vantagens que vão desde a economia dos recursos públicos até uma melhoria na qualidade de vida dos envolvidos.

Esse trabalho visa estudar a implantação de um sistema de captação de águas pluviais para o aproveitamento na lavagem de carros em um prédio do Ministério Público de Pernambuco, que atualmente é realizada com água potável. O referido prédio conta com uma estrutura física que possibilita essa alternativa.

O objetivo geral desse trabalho é apresentar uma alternativa de abastecimento com a captação e uso de águas pluviais para fins de lavagem de veículos, no prédio do Centro Logístico do Ministério Público de Pernambuco, localizado na cidade do Recife. O critério para escolha desse prédio foi devido ao se deu pela potencialidade de implantação do sistema, pois ele já possui estrutura de captação e condução de águas pluviais.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada para o estudo de simulação de implantação de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais para fins de lavagem de veículos na referida edificação do MPPE envolve algumas etapas definidas como relevantes para o início do estudo. Essas etapas foram definidas dessa forma: levantamento de legislações que dão suporte ao uso de águas pluviais; definição da área de estudo; dados pluviométricos; determinação da demanda hídrica do lava-jato; área de captação; dimensionamento do reservatório; custo de implantação e retorno financeiro.

Legislações de águas pluviais

As legislações vigentes dão suporte à obrigatoriedade de algumas edificações instalarem sistemas de captação de águas pluviais. Assim, foi realizada uma pesquisa fazendo uma busca em legislações estaduais de todos os estados da federação. Considerou-se se o estado possuía legislação pertinente ao assunto, caso não possuísse, foi levantado se há projeto de lei em tramitação na assembleia legislativa do respectivo estado. Esse estudo foi realizado com intuito saber quais estados possuem embasamento legal para aplicação da presente pesquisa

Área de estudo

A edificação analisada está inserida entre as coordenadas 8° 04' S e 34° 54' W, localizada no bairro de Afogados, na cidade do Recife – PE, **Figura 1** e **Figura 2**. No prédio funciona o Centro Logístico do MPPE, onde se encontra o setor de manutenção de transportes.

O prédio estudado é um antigo complexo industrial, que atualmente abriga, além do MPPE, uma indústria confecção, uma faculdade e um departamento da polícia civil. Este antigo complexo possui uma área total construída de aproximadamente 31.000m², porém o MPPE ocupa uma área aproximada de 5.720m². Há também pequenas áreas de jardins que, juntas, somam aproximadamente 210m².



Figura 1. Localização da área estudada. Fonte: Silva (2016).

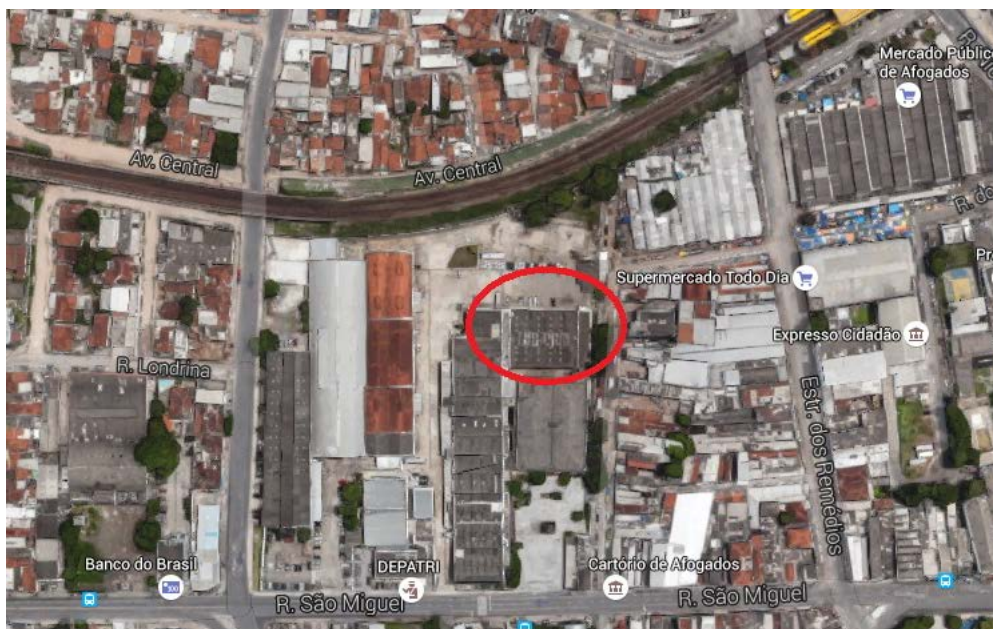


Figura 2. Imagem de satélite da localização do Centro Logístico do MPPE. Fonte: Silva (2016).

Dados pluviométricos da região

Em relação aos dados pluviométricos da região, o estudo iniciou com a coleta dos dados de precipitação média histórica da região da cidade do Recife. O posto pluviométrico escolhido foi a Estação Climatológica do Recife, localizada no bairro da Várzea, administrada pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, por se encontrar numa região próxima ao prédio estudado, em torno de 5,5 km de distância, o que proporciona resultados de precipitação compatíveis.

Além da proximidade geográfica, essa estação possui uma série histórica de boa qualidade, de grande extensão, com data inicial de março de 1961 até os dias atuais, dispondo de dados diários de precipitação. A extensão da série torna os dados mais representativos e, dessa forma, dados mais consistentes.

Determinação da demanda hídrica

A fim de determinar a demanda hídrica requerida pelo lava-jato, foi instalado um hidrômetro na rede que alimenta este local. Após a instalação, foi determinado um dia e horário específico para realização da leitura do hidrômetro. As leituras foram realizadas semanalmente e, assim, obtidos valores reais de consumo de água nesse setor. Foram coletados dados e calculadas as médias semanais e mensais de consumo de água no lava-jato.

Após a determinação da demanda hídrica foi feito um levantamento junto à Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA, companhia responsável pela distribuição de água em Pernambuco, para verificar o histórico de consumo total de água potável no prédio estudado.

Definição da área de captação e aplicação dos métodos de dimensionamento

A área de captação disponível no edifício possui uma grande extensão. A cobertura da edificação possui duas águas, com áreas iguais e estas possuem condutos independentes. Para se obter uma melhor eficiência do projeto, foram consideradas duas opções: apenas uma das águas da cobertura utilizada como área de captação ou a cobertura por completo. O material utilizado na cobertura da edificação estudada é o fibrocimento. A cobertura apresenta estrutura inclinada, mas para efeito de cálculo, considerou-se a área retangular projetada verticalmente.

Para determinar a dimensão do reservatório de armazenagem, foram levados em consideração os métodos recomendados pela NBR 15527 (ABNT, 2007). Tais métodos são descritos a seguir.

• Método de Rippl

A determinação do volume do reservatório é feita com base na área de captação e na precipitação registrada, considerando-se que nem toda a água precipitada seja armazenada e correlacionando tal volume ao consumo mensal da edificação, que pode ser constante ou variável.

Este método considera inicialmente o reservatório cheio e há a retirada, conforme a demanda apresentada. Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), o volume de água pluvial no reservatório num determinado período de tempo é determinado através das equações abaixo:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (\text{Equação 1})$$

$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$; $V = \sum S_{(t)}$, somente para valores $S_{(t)} > 0$; Sendo que: $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$. Onde: $S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ; $Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ; $D_{(t)}$ é a demanda de consumo no tempo t ; V é o volume do reservatório; C é o coeficiente de escoamento superficial.

• Método da Simulação

O Método da Simulação consiste inicialmente em adotar um volume fixo para o reservatório. Na sequência, por meio da análise de um período de chuvas, observa-se o comportamento da água no reservatório, ou seja, se haverá excesso ou falta de água durante o período correspondente. Não deve ser levada em conta a evaporação (ABNT, 2007).

Para calcular o volume de água pluvial no tempo t e o volume de água no reservatório no tempo t , utiliza-se a seguinte equação pela NBR 15527 (ABNT, 2007):

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (\text{Equação 2})$$

$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$. Sendo que: $0 \leq S_{(t)} \leq V$. Onde: $S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ; $S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t-1$; $Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ; $D_{(t)}$ é o consumo ou demanda no tempo t ; V é o volume do reservatório fixado; C é o coeficiente de escoamento superficial.

- **Método Azevedo Neto**

Por esse método, o volume de chuva é obtido pela Equação 3:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T. \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm); T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca, que no caso desse estudo foi adotado 6 meses; A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²); V é o valor numérico do volume aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

- **Método prático alemão**

É um método empírico apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2007), segundo o qual se toma o menor entre os seguintes valores para o volume do reservatório: 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V_{(\text{adotado})} = \text{mínimo entre } (V \text{ e } D) \times 0,06. \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: V = Volume anual médio de precipitação aproveitável expresso em litros (L); D = Demanda anual de água não potável expressa em litros (L). $V_{(\text{adotado})}$ = é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

- **Método prático inglês**

Método empírico apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2007). O volume do reservatório é calculado de acordo com a equação 5.

$$V = 0,05 \times P \times A. \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: P = precipitação média anual (mm); A = área de coleta em projeção (m²); V = volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna (L).

- **Método prático australiano**

É um método empírico citado na NBR 15527 (ABNT, 2007). O volume do reservatório é calculado de acordo com a equação 6 e equação 7.

$$Q = (A \times C \times (P - I)) / 1000 \quad (\text{Equação 6})$$

Onde: C = coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,8; P = precipitação média mensal (mm); I = interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm; A = área de coleta (m²); Q = volume mensal produzido pela chuva (m³).

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t. \quad (\text{Equação 7})$$

Onde: Q_t = volume mensal produzido pela chuva no mês t (m³); V_t = volume de água que está no tanque no fim do mês t (m³); V_{t-1} = volume de água que está no tanque no início do mês t (m³); D_t = demanda mensal (m³).

Para o primeiro mês, considera-se o reservatório vazio. Quando $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$, então o $V_t = 0$. O volume do tanque escolhido será T, em metros cúbicos (m^3). Para o cálculo da confiança utiliza-se a seguinte equação:

$$Pr = Nr / N. \quad (\text{Equação 8})$$

Onde: Pr = falha; Nr = número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando $V_t = 0$; N = número de meses considerado, geralmente 12 meses. Confiança = $(1 - Pr)$. Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90% e 99%.

Após a obtenção dos volumes, foram feitas comparações do resultados e considerações para se determinar o volume indicado para o reservatório.

Estimativa do custo de implantação e do retorno financeiro

Para estimar o custo de implantação do sistema de captação de águas pluviais na referida edificação do MPPE, foram levantados dados referentes ao tipo de reservatório a ser instalado; condições de instalações pluviais da edificação e mão-de-obra seria necessária para instalação do sistema.

Para avaliar se a implantação do sistema seria financeiramente viável na edificação estudada, foram obtidos dados referentes a média de consumo de água potável da edificação e a respectiva redução com a implantação do sistema de captação de águas pluviais. A partir da estrutura tarifária da COMPESA, foi realizada análise dos valores economizados mensalmente e anualmente com a implantação do sistema.

RESULTADOS

Legislações de águas pluviais

Observa-se, no contexto dos estados da federação, estados que possuem legislação própria e elaboram diretrizes para captação, armazenamento e reuso de águas pluviais.

Em alguns estados apenas foi localizado Projetos de Lei, não sendo possível constatação se tal projeto já foi aprovado ou se ainda está em processo de tramitação na Assembleia Legislativa do estado.

Em outros estados não foi possível encontrar legislações pertinentes à captação de água de chuva, por não possuir banco de dados de acesso público às legislações estaduais, que permitissem a busca desses dados. Já em determinados estados o acervo de legislações existia, porém não foi localizada legislação pertinente, o que necessariamente não comprova a inexistência da legislação.

Ressalta-se, dentre os estados pesquisados que possuem legislações estaduais pertinentes à captação de águas pluviais, os que as implantaram com mais antecedência foram os estados do Rio de Janeiro em 2004 e Rio Grande do Sul em 2005.

Na **Figura 3**, há um esquema dos estados que possuem legislações diretrizes sobre a captação de águas pluviais, os estados onde não foram localizadas e os estados que possuíam projeto de lei até janeiro de 2016.

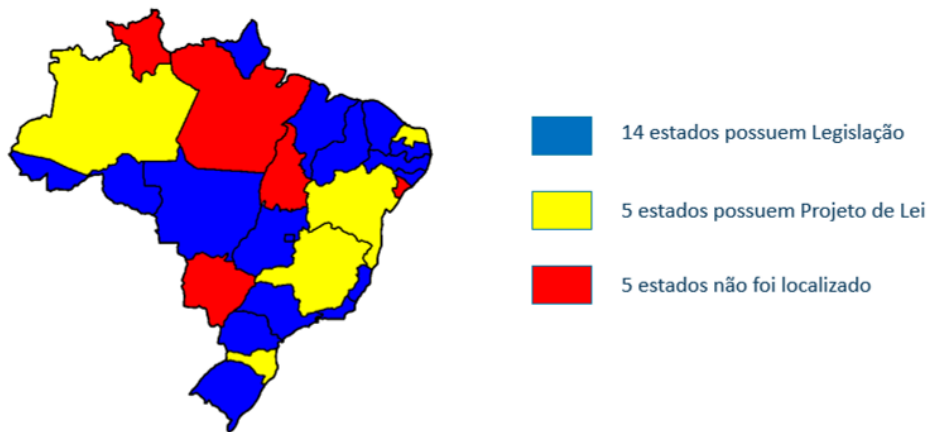


Figura 3. Legislações de captação de águas pluviais no Brasil. Fonte: Silva (2016).

No estado Pernambuco, a Lei 14.572/2011 objetiva a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida. Em Recife foi localizada a lei 18.112/2015, que dispõe sobre a obrigatoriedade de instalações de “telhado verde” e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para rede de drenagem.

Área de estudo

Após vistoria no local foi detectado que a cobertura já possui toda estrutura de captação e condução da água da chuva, como mostra a **Figura 4**.

O MPPE possui uma frota de 92 veículos, que são utilizados pelos servidores no exercício de suas funções nas promotorias da capital que engloba a cidade do Recife e região metropolitana e 30 carros utilizados pelos servidores das promotorias do interior, que eventualmente vêm à capital. Todos esses veículos passam por manutenções nas dependências do Centro Logístico do MPPE, e são lavados frequentemente neste prédio. São realizadas em torno de 40 a 50 lavagens de veículos por semana. A lavagem dos carros é feita em local próprio (**Figura 5**).



Figura 4. Sistema de drenagem de águas pluviais da edificação. Fonte: Silva (2016).



Figura 5. Local de lavagem dos veículos. Fonte: Silva (2016).

Dados pluviométricos da região

A partir da obtenção dos acumulados de precipitação diárias e mensais da Estação Climatológica do Recife, obteve-se as médias históricas de precipitação mensal para o período entre 1961 e 2015, como mostra na Figura 6.

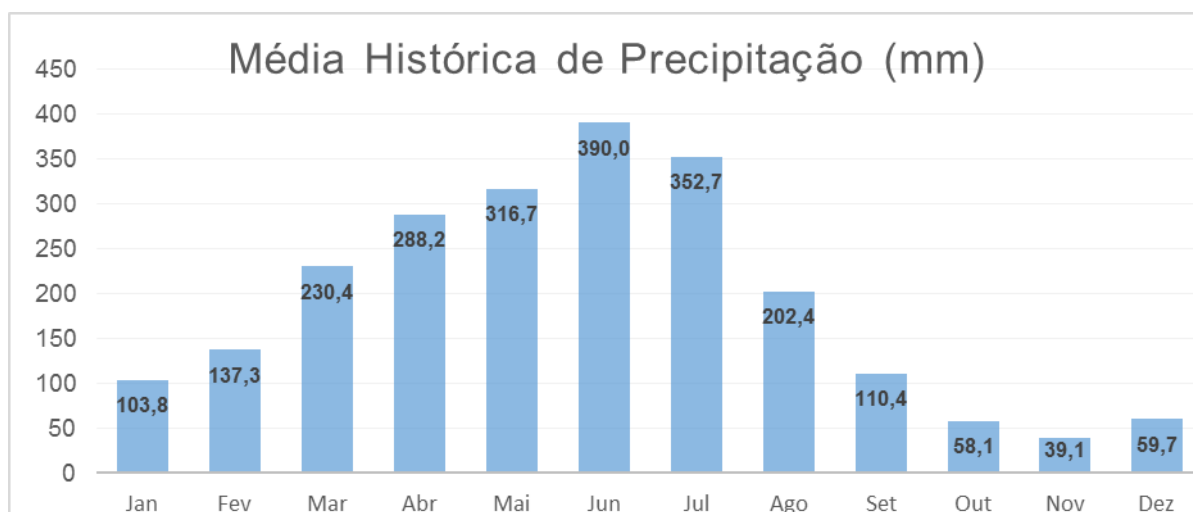


Figura 6. Gráfico das médias pluviométricas mensais entre os anos de 1961 e 2015. Fonte: Silva (2016)

Como se observa, o período crítico ocorre nos meses de setembro a fevereiro, pois apresentam índices pluviométricos mais baixos. Nos demais meses provavelmente haverá extravasamento de alguma parcela da água captada. O acumulado médio anual para região estudada é de 2288,8mm.

Determinação da demanda hídrica

Foram realizadas leituras semanais no hidrômetro, que foram somadas e determinou-se os acumulados mensais. A Tabela 1 expressa o consumo mensal do lava-jato no período de outubro de 2015 a maio de 2016.

Tabela 1. Consumos mensais do lava-jato. Fonte: Silva (2016)

| MÊS | CONSUMO (M ³) | MÊS | CONSUMO (M ³) |
|---------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
| Outubro/2015 | 28,06 | Fevereiro/2016 | 19,28 |
| Novembro/2015 | 29,44 | Março/2016 | 29,34 |
| Dezembro/2015 | 18,74 | Abril/2016 | 25,39 |
| Janeiro/2016 | 23,20 | Mai/2016 | 21,23 |

Algumas considerações foram levantadas para o cálculo da demanda hídrica média. O MPPE entrou em recesso no dia 23/12/2015 retornando no dia 04/01/2016, não havendo nenhuma atividade no prédio estudado nesse período. Por esse motivo, o mês de dezembro é considerado um mês atípico, não sendo, assim, utilizado nos cálculos de média da demanda hídrica. O mês de fevereiro, neste ano, evidenciou um valor de demanda relativamente baixo, por ser um mês em que o número de viagens foi reduzido por coincidência de férias dos servidores, e conseqüente diminuição do número de lavagens de carros. Por não se tratar de algo recorrente, o mês de fevereiro também foi retirado do cálculo da média de demanda mensal. Sendo assim, a média mensal de consumo dos meses considerados típicos foi de **26,10m³**.

Definição da área de captação e aplicação dos métodos de dimensionamento

A realidade encontrada nos estudos de demanda hídrica e nas médias pluviométricas estabeleceu duas opções a considerar no dimensionamento do reservatório: uma das águas da cobertura com 478 m² ou a cobertura completa, com área de 956 m².

A partir de cálculos de dimensionamento prévios, considerando as duas opções de área de captação e apenas a demanda do lava-jato, chegou-se à conclusão de que a utilização da cobertura completa, geraria extravasamento excessivo de água. Então, optou-se por apenas uma das águas, com área total de 478 m², como mostra na **Figura 7**.



Figura 7. Área de captação e possível localização do reservatório. Fonte: Silva (2016)

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório foi utilizado um coeficiente de escoamento para majorar o volume total de água de chuva precipitada.

O coeficiente de escoamento superficial é função da rugosidade superficial da superfície de escoamento. Para o material de telha de fibrocimento, encontrada na edificação estudada, adotam-se os valores de coeficiente *runoff* entre 0,8 e 0,9, conforme Tomaz (2005). Para efeitos de cálculo, considerou-se o coeficiente de escoamento superficial $c = 0,8$.

Para finalidade de cálculos dos métodos, foram considerados 6 meses com índice pluviométrico crítico, de acordo com a sazonalidade dos dados pluviométricos do posto utilizado.

A partir dos dados levantados, foi dimensionado um reservatório de armazenamento de águas pluviais. Nesse caso, foram considerados todos os métodos recomendados pela NBR 15.527 (ABNT, 2007). Os resultados dos cálculos realizados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos volumes obtidos pelos métodos da NBR 15.527 (ABNT, 2007). Fonte: Silva (2016)

| MÉTODOS | VOLUME DO RESERVATÓRIO |
|----------------------------|------------------------|
| Método da Simulação | 22,60 m ³ |
| Método de Rippl | 22,53 m ³ |
| Método de Azevedo Neto | 230,0 m ³ |
| Método prático alemão | 19,80 m ³ |
| Método prático inglês | 54,77 m ³ |
| Método prático australiano | 20,0 m ³ |

Todos os métodos que levam em consideração a demanda hídrica, em sua fórmula, apresentaram valores próximos. Os métodos de Azevedo Neto e prático inglês, que estimam uma demanda hídrica, apresentaram valores relativamente altos, em comparação aos outros métodos. Nesses casos, o custo de implantação seria muito elevado e poderia ocorrer ociosidade de água armazenada. Como a demanda hídrica média é conhecida, é aconselhável atentar aos resultados dos métodos que utilizam tal demanda em suas fórmulas.

O volume recomendado para este caso, é o de um reservatório pré-fabricado que possua capacidade de armazenagem comercial, que se aproxime dos resultados encontrados nos métodos que levam em consideração a demanda hídrica conhecida. Com isso, chega-se a um volume recomendado de **20m³**.

Estimativa do custo de implantação e do retorno financeiro

A implantação de um sistema de captação de águas pluviais envolve vários custos, entre aquisição de materiais de construção e serviços de mão-de-obra.

Como a edificação estudada possui toda estrutura de canalização de águas pluviais instalada, a intervenção nesse ponto seria mínima, e considerando que o MPPE possui um setor de manutenções de instalações prediais, a aquisição desses materiais não resultaria em custo adicional na implantação.

Outro fator importante a ser considerado é que o prédio estudado conta com uma equipe de encanadores, serventes e auxiliares de serviços gerais que são aptos para realizar o serviço de instalação do reservatório. Isso resultaria numa não inclusão nos serviços de mão-de-obra no orçamento, pois estes seriam aproveitados pelos funcionários já disponíveis.

Como o maior custo de implantação do sistema de captação de águas pluviais corresponde ao reservatório de armazenagem, foi feita uma cotação de valores de reservatórios com capacidade comercial de 20 m³, mostrado na **Tabela 3**.

Tabela 3. Cotação de reservatório de armazenagem de 20 m³. Fonte: Silva (2016)

| Fabricante | Valor |
|--------------|--------------|
| Fabricante X | R\$ 7.410,00 |
| Fabricante Y | R\$ 7.350,00 |
| Fabricante Z | R\$ 7.370,00 |

Resumindo o valor da implantação do sistema de captação de águas pluviais no MPPE ao valor do reservatório de armazenagem, visto que os valores de mão-de-obra não são considerados para orçamento neste caso, e que o valor referente a tubulações é ínfimo, chega-se a um custo de implantação de **R\$ 7.350,00**.

A partir dos dados levantados junto a Companhia Pernambucana de Saneamento, entre os meses de outubro de 2011 e setembro de 2015, chegou-se a uma média mensal de **112,4m³**. A média de consumo mensal do lava-jato é **26,10m³**. Com isso, pode-se verificar que o consumo do lava-jato representa **23,22%** do consumo total de água do prédio. A economia média mensal e anual advinda da implantação do sistema está expressa na **Tabela 4**, de acordo com os valores vigentes cobrados pela concessionária de água potável do estado de Pernambuco, adicionados da taxa de esgoto que, no caso, é de 100%.

Tabela 4. Economia média trazida com a implantação do sistema. Fonte: Silva (2016)

| | Água de chuva (m ³) | Consumo mensal médio de água do prédio (m ³) | Valor médio mensal da conta | Valor anual médio da conta | Economia mensal | Economia anual |
|---------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| Sem o sistema de captação | - | 112,4 | R\$ 1.752,49 | R\$ 21.029,90 | - | - |
| Com o sistema de captação | 26,10 | 86,3 | R\$ 1.332,80 | R\$ 15.993,65 | R\$ 419,69 | R\$ 5.036,26 |

Com esses valores, pode-se concluir que o investimento aplicado para implantação do sistema, traria retorno financeiro à instituição em 18 meses.

CONCLUSÕES

A busca por alternativas de abastecimento de água para fins não potáveis, mais especificamente a captação de águas pluviais, é uma estratégia que visa diminuir as demandas de água potável requeridas numa sociedade, resguardando a água de melhor qualidade para seu fim mais nobre, que é a manutenção da vida.

Para a aplicação dessas estratégias sustentáveis, o suporte legal através de leis nas esferas da União, Estados e Municípios é de fundamental relevância, visto que impõe essas ações aos cidadãos e instituições, assegurando o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Na simulação de implantação de um sistema de captação de águas pluviais na edificação do MPPE, que teria como finalidade a lavagem de veículos, foi considerada uma área de captação de 478 m². A área considerada é satisfatória para atender à demanda hídrica específica do lava-jato.

Com a demanda hídrica média de 26,10 m³, conclui-se que a implantação de um sistema de captação de águas pluviais nas dependências do MPPE, destinado exclusivamente para lavagem de veículos, reduziria o consumo médio mensal de água potável desta edificação em 23,22%. A diminuição do consumo de água potável é importante para determinar a eficiência do sistema, que no caso obteve resultados satisfatórios.

O volume do reservatório com 20 m³ seria suficiente para atender a demanda hídrica específica do lava-jato, pois nos métodos que consideraram a demanda, encontrou-se valores aproximados. Esse valor foi considerado por ser valor comercial de volume de reservatórios pré-fabricados, que na edificação estudada é o mais indicado.

O custo aproximado de implantação do sistema resumindo-se, basicamente, ao valor do reservatório de armazenagem, sendo de R\$ 7.350,00, traria retorno ao investimento aplicado em aproximadamente 18 meses. O tempo de retorno do investimento é satisfatório, quando se considera o benefício trazido com a implantação do sistema a longo prazo.

Portanto, é perfeitamente viável e aplicável a instalação de um sistema de captação de águas pluviais no Centro Logístico do MPPE, com a finalidade de lavagem de veículos, visto que esta é uma demanda fixa e permanente da edificação. A aplicação desse sistema, além de trazer economia dos recursos financeiros públicos, diminuiria a demanda de água potável no prédio a partir da sua implantação, atendendo, desta forma, a motivação inicial da realização desta pesquisa e tornando o órgão público em questão, agente incentivador de práticas sustentáveis.

Espera-se que a pesquisa possa ajudar no desenvolvimento de novos trabalhos voltados à implantação de práticas sustentáveis em edificações públicas, como a instalação de sistemas de captação de águas pluviais nessas instituições para fins não potáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de cobertas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2007
2. TOMAZ, Plínio. Conservação da água. Ed. Navegar, São Paulo, 1999.
3. TOMAZ, Plínio. (2005) Aproveitamento de água da chuva: Aproveitamento de água da chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. Editora Navegar São Paulo - SP, 180p.
4. SILVA, Carlos André de Holanda Florêncio e. Captação de Águas Pluviais em Prédio Público Para Fins de Lavagem de Veículos. 2016. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <http://www.aquapoli.poli.br/exibir_tccs/2016>. Acesso em: 25 maio 2017.