

IX-020 - ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO REÚSO DA ÁGUA PROVENIENTE DA CAPTAÇÃO DE CHUVA

Elisabeth Laura Alves de Lima⁽¹⁾

Técnica em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (campus Recife). Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco. Técnica em Saneamento na COMPESA-PE.

Valderice Pereira Alves Baydum⁽²⁾

Química Industrial pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre e Doutora em Engenharia Química pela UFPE. Docente na Universidade Católica de Pernambuco. Especialista em Gestão de Controle de Qualidade na COMPESA-PE.

Eduardo Antônio Maia Lins⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Mestre e Doutor em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente do Instituto Federal de Pernambuco (campus Recife) e da Universidade Católica de Pernambuco.

Luana Meireles do Nascimento⁽⁴⁾

Técnica em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (campus Recife). Engenheira Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco. Técnica em Saneamento na COMPESA-PE.

Endereço⁽¹⁾: Rua Vasco da Gama, 17 – Vila Mocó - Petrolina - PE - CEP: 56304-480 - Brasil - Tel: (81) 9.9630-8479 - e-mail: bethlima90@hotmail.com

RESUMO

Tendo em vista que a água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida, questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. As técnicas de aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis que contribuem para uso racional da água, proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. No bloco “D” da Universidade Católica de Pernambuco, em Recife, estimou-se o volume da demanda de água utilizada para descargas sanitárias e o volume de água por mês gerado pelas chuvas. O serviço de abastecimento de água e esgoto (COMPESA, 2018) cobra um valor de R\$ 60,75 (por 10m³) para taxa mínima e após este volume passa a ser R\$ 12,04 por m³. Baseado na projeção de redução do consumo de água potável tratada de 712,11m³ por ano estimou-se uma economia mensal de R\$ 8.515,00 e economia anual de R\$ 102.180,00, o que permitiria um retorno de investimento num prazo de 20 meses.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso de água, Captação de água pluvial, Desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais crescente, a escassez dos recursos hídricos tem se tornado um problema para a população. Tal escassez se dá por vários motivos, entre eles o aumento da demanda gerada pelo crescimento populacional e pelo processo de industrialização, poluição das fontes hídricas, desperdício, distribuição irregular e outros. Uma alternativa para o problema em questão se encontra no reuso de água.

A água de reuso pode ser produzida de várias formas tais como em estações de tratamento de água e esgoto, captação da água da chuva a partir do escoamento em telhados, captação da água gerada por ar condicionados, estação de tratamento de efluente industriais e etc.

O reuso de água sempre foi promovido pela própria natureza por meio do ciclo hidrológico, que recicla e reutiliza a água com alta eficiência. Até a própria sociedade utiliza essa alternativa, de forma indireta ou não planejada de reuso, há anos. Essa forma indireta ou não planejada resulta da utilização de águas por usuários de jusante que captam águas que já foram utilizadas e devolvidas aos rios pelos usuários de montante. Porém devido ao agravamento das condições de poluição e alta demanda, fez-se necessário a forma denominada direta de reuso.

Segundo autores como Hespanhol (2002) e Morelli (2005) existem várias possibilidades potenciais de reuso de água para fins urbanos, industriais e ambientais. Também citam algumas atividades que poderiam utilizar essa água de reuso como: Controle de poeira, irrigação de jardins, recarga de aquífero, processos industriais, limpeza de pisos, lavagem de trem e ônibus público, compactação de solos, combate a incêndio, entre outros.

A prática de reuso proporciona diversos benefícios como redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, redução do lançamento de efluentes nos recursos hídricos, redução dos custos de produção, mudanças nos padrões de produção e consumo, ampliação na geração de empregos diretos e indiretos, conformidade ambiental em relação a normas e padrões e etc (MEDEIROS et al, 2012 apud ANA, 2004).

Para uso não potável pode-se suprir em grande parte a demanda da população utilizando o método de captação e aproveitamento de água de chuva. Desta forma, o interesse em aplicar formas de gestão e projetos para economizar e reutilizar água teve um crescimento. O objetivo desse trabalho é avaliar a viabilidade econômica do reuso da água proveniente da captação de água de chuva do bloco “D” da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) na cidade de Recife – PE para descargas sanitárias.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a verificação do potencial econômico de água obtido através de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no bloco “D” da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), foi desenvolvido um estudo de caso que possuem as seguintes etapas: caracterização da área de estudo, levantamento e análise dos dados e dimensionamento do reservatório.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A UNICAP encontra-se no centro do Recife no estado de Pernambuco com Latitude 08°03’ e longitude 34°53’ (Figura 09) e é atualmente abastecida pelo sistema de abastecimento de água e pelo sistema individual – poço. Possui aproximadamente uma área total de 58.000m² e destes 546m² correspondem ao bloco D (Figura 1). O bloco D corresponde ao centro de ciências e tecnologia, departamento de engenharias e arquitetura, conta com uma população média de 1.800 pessoas e possui 8 andares entre salas de aula, secretaria, sala multiuso, laboratórios e banheiros.

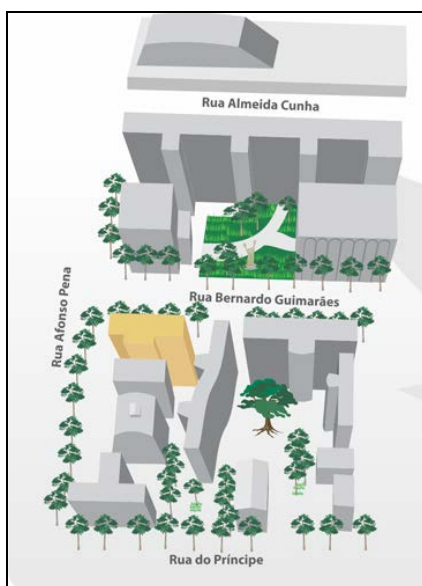


Figura 1 - Indicação do Bloco “D” da UNICAP

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Para realizar a análise da viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para a Universidade Católica de Pernambuco, foi necessário realizar levantamentos de dados tais como verificação de áreas de cobertura, dados pluviométricos entre outros.

O levantamento da área de cobertura (área de captação) do bloco “D” da UNICAP/PE fez-se necessário, além de outras variáveis, para estimar o volume do reservatório de água de chuva. O cálculo desta área foi feito baseado na área de telhado calculada com o auxílio do Google Earth. O dado relativo à área de captação de água de chuva é de suma importância, pois a área de telhado é uma das variáveis que será utilizada no método de dimensionamento do reservatório de água pluvial, abordado mais à frente.

Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram fornecidos pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC, 2018). Os dados fornecidos incluem informações sobre precipitações mensais da cidade do Recife abrangendo o período de Janeiro/1993 a Dezembro/2017, ou seja, de vinte e cinco anos. Através de uma média aritmética foi calculada as precipitações médias mensais dos vinte e cinco anos.

O número da população média do bloco “D” e a quantidade de dias que a universidade funciona no mês são de suma importância para o cálculo estimado de consumo de água. A população média total do bloco “D” foi fornecida pela secretaria do Centro de Ciência e Tecnologia, baseado no número de alunos matriculados, professores e funcionários, obtendo assim uma média de 1800 pessoas. Foi adotado vinte e cinco dias no mês.

O perfil da demanda de água no bloco D da UNICAP foi estimado, pois não foi possível verificar os registros do consumo de água para descargas sanitárias da universidade. Os fabricantes de aparelhos de louça sanitária fixaram para a bacia, um consumo máximo de 6 L de água por descarga para todos os tipos e modelos. Essa resolução está estabelecida na norma brasileira aplicável NBR 15.097/04 da ABNT, elaborada com embasamento técnico na norma norte-americana American Society of Mechanical Engineers (ASME) A112.19.2M/03 – Vitreous China Plumbing Fixtures and Hydraulic Requirements for Water Closets and Urinals) (Alves et al, 2006). Com tal consideração, arbitrou-se um consumo de 8,0 L.pessoa/dia. A demanda total no mês se dá pela multiplicação entre o consumo, população e dias.

Para construção de um reservatório, através de pesquisa de mercado, obteve-se uma variação de valor entre R\$ 850,00 e R\$ 1050,00 por m³ na cidade do Recife (IBGE, 2017). O serviço de abastecimento de água e esgoto (COMPESA) cobrava em 2018 um valor de R\$ 60,75 (por 10m³) para taxa mínima e após este volume passava a ser R\$ 12,04 por m³.

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para dimensionamento de reservatório, baseado na norma NBR 15.527 (ABNT, 2007), foi adotado como método principal o método de Rippl e o método Prático Inglês e o método Azevedo Neto como secundários para comparação.

O método de Rippl consiste em garantir o abastecimento constante de água tanto no período chuvoso quanto no seco. Será utilizado demanda mensal constante e séries históricas de precipitações mensais. Segundo a Norma NBR 15.527 (ABNT, 2007) o método consiste em:

$$S_t = D_t - Q_t \quad (\text{Eq. 1})$$

$$Q_t = C \times \text{precipitação da chuva}_t \times \text{área de captação} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$V = \sum S_t, \text{ somente para valores } S_t > 0 \quad (\text{Eq. 3})$$

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 ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Com base para este método será utilizado a seguinte tabela.

1	2	3	4	5	6
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre Demanda e volume de chuva (m³)

Onde,

Coluna 1 - Período de tempo (janeiro a dezembro);

Coluna 2 - Média mensal em milímetros da região estudada;

Coluna 3 - Demanda mensal constante, em metros cúbicos, do bloco analisado;

Coluna 4 - Área de projeção do telhado no terreno, em metros quadrados;

Coluna 5 - Nesta coluna será calculado o volume de água captado mensalmente, expresso pela seguinte equação:

$$\text{Coluna 5} = \text{Coluna 2} \times \text{Coluna 4} \times 0,80 / 1000 \text{ (Eq. 4)}$$

Onde o valor de 0,80 representa o coeficiente de Runoff e o valor de 1000 tem finalidade de transformar o volume em metros cúbicos;

Coluna 6 - Nesta coluna estarão as diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuvas mensais. 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, o cálculo está expresso pela seguinte equação:

$$\text{Coluna 6} = \text{Coluna 3} - \text{Coluna 5} \text{ (Eq. 5)}$$

Diferente do método principal, o método Prático Inglês não leva em consideração a demanda no cálculo. Para o dimensionamento do reservatório de água pluvial por este método, segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007), deve-se utilizar:

$$V = 0,05 \times P \times A \text{ (Eq. 6)}$$

Onde:

P: é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetro (mm);

A: é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V: é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

Considerado um método empírico, o método Azevedo Neto também desconsidera a influência da demanda, considerando apenas o volume captado e o período de estiagem (mensal). O volume do reservatório de água pluvial, segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007), é calculado por:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \text{ (Eq. 7)}$$

Onde:

P: o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetro (mm);

T: é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A: é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V: é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

RESULTADOS

Com auxílio do Google Earth obteve-se uma área de telhado de 546m² correspondente ao bloco “D”. Considerou-se como área de captação apenas o telhado. As áreas de pátios e estacionamentos foram descartadas como áreas de captação, pois a qualidade da água pluvial varia conforme o local em que é coletada.

Através do levantamento feito dos dados pluviométricos da APAC, obteve-se a variação de precipitação média mensal da cidade do Recife abrangendo o período de 1993 a 2017 (Figura 2).

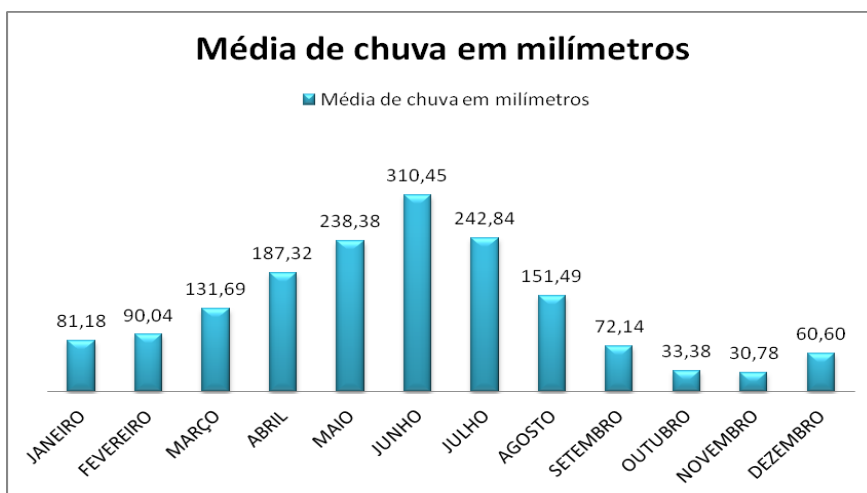


Figura 2 - Precipitação média mensal em Recife no período de 1993 a 2017. Fonte: APAC, 2018

Nesse período a média anual atingiu 1630,29mm. O mês de maior precipitação foi corresponde a Junho, 310,45mm/mês, enquanto outubro e novembro são aqueles com menor ocorrência de chuva, alcançando uma média de 33,38mm e 30,78mm respectivamente.

Para estimar a demanda mensal das descargas sanitárias, arbitrou-se um consumo de 8,0 L/pessoa.dia, assumindo meses de 25 dias e considerando os períodos de recesso escolar (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 – Média estimada do consumo para descargas sanitárias nos meses de aula.

Consumo (L/pessoa.dia)	População (Pessoa)	Dias de funcionamento (dias)	Consumo total (L/mês)
8,0	1800	25	360000

Tabela 2 – Média estimada do consumo para descargas sanitárias nos meses de recesso.

Consumo (L/pessoa.dia)	População (Pessoa)	Dias de funcionamento (dias)	Consumo total (L/mês)
8,0	90	25	18000

Através do método de Rippl obteve-se a tabela 3.

Tabela 3 – Simulação da variação mensal do volume de água de chuva pelo método de Rippl.

1	2	3	4	5	6
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre Demanda e volume de chuva (m³)
Janeiro	81,18	18	546	35,46	-17,46
Fevereiro	90,04	360	546	39,33	320,67
Março	131,69	360	546	57,52	302,48
Abril	187,32	360	546	81,82	278,18
Mai	238,38	360	546	104,13	255,87
Junho	310,45	119	546	135,60	-16,60
Julho	242,84	18	546	106,07	-88,07
Agosto	151,49	360	546	66,17	293,83
Setembro	72,14	360	546	31,51	328,49
Outubro	33,38	360	546	14,58	345,42
Novembro	30,78	119	546	13,44	105,56
Dezembro	60,60	18	546	26,47	-8,47

Observou-se nessa tabela que o volume de chuva mensal (coluna 5) é maior em junho (135,60m³), por isso, baseado nesse valor, arbitrou-se um reservatório de água de chuva com volume de 160m³.

Ainda através da tabela 3, verificou-se que nos meses de janeiro, junho, julho e dezembro o sistema de reuso atenderá a demanda do bloco D da universidade para descargas sanitárias. Nos demais meses, será necessária uma complementação ao sistema de reuso.

Através do método Prático Inglês, substituindo valores na Eq.6, o volume de água aproveitável e o volume da cisterna foi de 44,507m³.

Através do método Azevedo Neto, substituindo valores na Eq.7, o volume de água aproveitável e o volume do reservatório foi de 74,772m³

Para construção de um reservatório, estimou-se um valor entre R\$ 850,00 e R\$ 1050,00 por m³ (IBGE, 2017). Como arbitrou-se um reservatório com volume de 160m³ baseado no método de Rippl, avaliou-se um custo de R\$ 92.800,00 a R\$ 168.000,00. Já para os métodos Prático de Inglês e Azevedo Neto, que não levaram em consideração a demanda, obteve-se os volumes de 44,507m³ - avaliado entre R\$ 37.830,00 a R\$ 46.732,00 e de 74,772m³ - avaliados entre R\$ 63.556,00 a R\$ 78.510,00.

O serviço de abastecimento de água e esgoto (COMPESA, 2018) cobra um valor de R\$ 60,75 (por 10m³) para taxa mínima e após este volume passa a ser R\$ 12,04 por m³. Baseado na projeção de redução do consumo de água potável tratada de 712,11m³ por ano estimou-se uma economia mensal de R\$ 8.515,00 e economia anual de R\$ 102.180,00, o que permitiria um retorno de investimento num prazo de 20 meses para Rippl, 6 meses para o Prático Inglês e 10 meses para Azevedo Neto.

Tabela 4 – Resumo dos volumes de reservatório e custos encontrados para diferentes métodos.

Município		Recife
Precipitação Anual (mm)		1630,29
Método de cálculo	Volume do reservatório por método de cálculo utilizado (m³)	Varição de Custo (R\$)
Rippl	160	R\$ 92.800,00 a R\$ 168.000,00
Prático Inglês	44,507	R\$ 37.830,00 a R\$ 46.732,00
Prático Azevedo Neto	74,772	R\$ 63.556,00 a R\$ 78.510,00

CONCLUSÃO

O presente trabalho avaliou a viabilidade de reuso de água proveniente da captação de água pluvial no uso das descargas sanitárias através do método de Rippl. Haverá meses que o volume de água gerado pela chuva atenderá a demanda e em contrapartida haverá meses que precisará de uma complementação do sistema de abastecimento. Será necessário um investimento de R\$ 92.800,00 a R\$ 168.000,00 para construção do sistema de captação, com recuperação do capital investido em 20 meses.

Ainda no presente trabalho, através de outros métodos que não levaram em consideração a demanda, foi possível diminuir o custo. Para o método Prático Inglês será necessário um investimento de R\$ 37.830,00 a R\$ 46.732,00 com recuperação de capital em 6 meses. Para o método Azevedo Neto será necessário um investimento de R\$ R\$ 63.556,00 a R\$ 78.510,00 com recuperação de capital em 10 meses.

Ambos os métodos foram considerados viáveis economicamente. Além das vantagens econômicas, esse tipo de projeto irá trazer vantagens ao meio ambiente, pois toda a água captada ajuda a minimizar a ocorrência de enchentes e outros, evidenciando a viabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15527 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis* – Requisitos, 2007.
2. ANA, Agência Nacional de Águas. *Manual de Conservação e Reuso da água em Edificações*. 152 páginas. São Paulo, 2005.
3. APAC – Agência de Águas e Climas de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em 20 de maio de 2018.
4. COHIM, Eduardo. Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. 2008.
5. COMPESA - COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. **Estrutura Tarifária**. Disponível em: < <https://lojavirtual.compesa.com.br:8443/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalAction.do>>. Acesso em 08 de set. 2018.
6. Google Earth. Software Google Earth. 2018.
7. HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município de recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S., SANTOS, H. F. (ed.). *Reúso de água*. São Paulo: Manole, 2007. cap. 13, p. 37-95.
8. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=PRECO415>>. Acesso em 30 de maio de 2018.
9. MEDEIROS, Gerson. *Potencialidades do reúso da água: estudo de caso no setor universitário*. 2012.
10. MORELLI, E. B. *Reúso de água na lavagem de veículos*. 2005.