

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ANÁLISE DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA DE TELHADOS NOS MUNICÍPIOS DE CARUARU E RECIFE, EM PERNAMBUCO.

Arivânia Bandeira Rodrigues¹; Marina de Paula Moura²; Lysanne de Souza Moura³; Marcos Antonio Barbosa da Silva Junior⁴ & Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral⁵

RESUMO – A água é um recurso essencial à vida e em função da incompatibilidade entre oferta e demanda se estabelecem as crises hídricas mais frequentes, diante disso o aproveitamento da água de chuva surge como uma alternativa importante para complementar as ofertas hídricas. Além disso, a água da chuva também pode ser agravante de eventos de inundação em outras regiões, sendo a captação da água da chuva uma alternativa no controle de alagamentos. Dessa forma, com base em dados pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA), o presente estudo foi desenvolvido por meio do *software* Netuno com o objetivo de avaliar o aproveitamento da água de chuva no município de Caruaru e cidade do Recife, no estado de Pernambuco. Para isso, foram analisados diversos dados de entrada como: o consumo de água total por pessoa, população, percentual de água para fins não potáveis, área de captação da edificação e coeficiente de escoamento superficial. Os resultados para um lote padrão mostraram que com o aproveitamento de água da chuva, haveria uma economia média de água potável de 12,42% para Caruaru, com um reservatório inferior ideal de 5.250 litros. Para Recife, a economia atingiu 52,48%, com um reservatório inferior ideal de 8.250 litros.

ABSTRACT– Water is an essential resource for life and, due to the incompatibility between supply and demand, the most frequent water crises are established. Faced with this, the use of rainwater appears as an important alternative to complement water supplies. In addition, rainwater can also aggravate flooding events in other regions, with rainwater harvesting being an alternative for flood control. Thus, based on rainfall data from the National Water Agency (ANA), the present study was developed using the Neptune software to assess the use of rainwater in the municipality of Caruaru and the city of Recife, in the state of Pernambuco. For this, several input data were analyzed, such as: total water consumption per person, population, percentage of water for non-potable purposes, area of capture of the building and runoff coefficient. The results for a standard batch showed that with the use of rainwater, there would be an average saving of drinking water of 12.42% for Caruaru, with an ideal lower reservoir of 5,250 liters. For Recife, the economy reached 52.48%, with an ideal lower reservoir of 8,250 liters.

Palavras-Chave – Água pluvial; Economia de água potável; *software* Netuno.

1) Mestranda em Recursos Hídricos – UFPE, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária – Recife-PE. arivania.rodrigues@ufpe.br

2) Mestranda em Recursos Hídricos – UFPE, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária – Recife-PE. mmr.marina Moura@gmail.com

3) Mestranda em Recursos Hídricos – UFPE, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária – Recife-PE. lysannemoura@gmail.com

4) Doutorando em Recursos Hídricos – UFPE, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária – Recife-PE. marcos15barbosa@hotmail.com

5) Professor doutor adjunto da UFPE e UPE, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária – Recife-PE. jcabral@ufpe.br

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à preservação da vida na Terra e sua disponibilidade em quantidade e qualidade adequadas é condição fundamental para a vida como a conhecemos e, portanto, para a sobrevivência do ser humano. A falta de acesso da população à água em quantidade e qualidade adequadas é responsável por graves problemas nutricionais, sanitários e econômicos (ROSA, 2013).

No caso do Brasil, que detém 12% da água doce superficial disponível no planeta, os problemas de escassez hídrica são decorrentes de processos desordenados de urbanização, industrialização e expansão agrícola que ocasionaram o crescimento exagerado da demanda por recursos hídricos combinado com a degradação da qualidade das águas e má distribuição. O Sudeste, onde vive a maioria dos brasileiros, detém em média 6% da disponibilidade dos recursos hídricos, a região Norte, com a menor densidade demográfica, detém mais de 60% deste recurso. Na Região Nordeste, problemas hídricos são históricos, demandando uma permanente atenção em relação ao seu gerenciamento. O Estado de Pernambuco, por sua vez, apresenta uma série de indicadores que demonstram a grave situação enfrentada no tocante a disponibilidade de recursos hídricos. (TOMAZ, 2001; TCE-PE, 2017).

O crescimento populacional e as conseqüentes mudanças no uso e ocupação do solo, associados à fenômenos climáticos tem exacerbado os desafios do abastecimento de água pelo mundo, pois o consumo da água potável aumenta proporcionalmente com o crescimento da população. Assim, o aproveitamento de água de chuva surge como uma alternativa para reduzir os problemas causados com a escassez de recursos hídricos, pois está ligado à proteção à saúde pública e ao meio ambiente, ao saneamento ambiental e ao gerenciamento de recursos hídricos (REZENDE, 2017).

Dessa maneira, nota-se a importância dos sistemas de aproveitamento de água da chuva, incentivando à conservação de águas de fontes naturais, proporcionando economia de água potável, e contribuindo para a prevenção de enchentes por precipitações intensas em grandes cidades, visto que a água que seria destinada para o sistema de drenagem, ficaria retida nos lotes. Assim, com reuso das águas de diversas maneiras adaptadas a cada situação, e monitoramento avançado para gestão e governanças dos recursos hídricos, trarão para a população abastecimento adequado e redução nos gastos destes recursos e contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Tal técnica contribui com uma sociedade mais sustentável, buscando, inclusive, trabalhar com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ODS 6, busca assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável de água e saneamento para todas e todos, permitindo avaliar o cenário de cada

país. Uma das metas é o fornecimento de água potável para todos (metas 6.1 e 6.3), associado ao acesso do esgotamento sanitário. É incentivado o uso racional do recurso hídrico, aumentando a eficiência e a otimização da oferta de água para uma garantia de usos múltiplos (meta 6.4). Gestão eficiente e integrada, participação social, monitoramento e proteção são outros parâmetros que também pretende-se alcançar (meta 6.5, metas 6.6, 6.a e 6.b) (ANA, 2019).

Então, diante do cenário de escassez hídrica, uso irracional da água, desperdícios, problemas no abastecimento e inundações, esse estudo tem como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento da água de chuva de forma a melhorar o gerenciamento e aproveitamento dos recursos hídricos em Pernambuco com enfoque nos municípios de Caruaru e Recife.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Caruaru está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco (Figura 1. A), distando 140,7 km da capital, limitando-se a norte com Toritama, Vertentes e Taquaritinga do Norte, a sul com Altinho e Agrestina, a leste com Bezerros e Riacho das Almas, e a oeste com Brejo da Madre de Deus e São Caetano. A área municipal ocupa 928,1 km², sendo 16,6km² em perímetro urbano e os 903,9 km² restantes formam a zona rural, com população estimada em 2019 de 361.118 habitantes de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (CPRM, 2005). Caruaru é considerada como a capital regional, centralizando o Agreste, bem como o interior pernambucano com forte contribuição ao PIB estadual – mais de R\$ 6mi em 2017 (IBGE, 2017) e compõe o segundo maior polo têxtil do Brasil (CPRH, 2018).

O clima é semiárido quente com temperatura média anual em torno de 24° C, precipitação média anual em torno de 610 mm, com chuvas concentradas nos meses de junho e julho e umidade anual média de 77,2%. Por estar incluída no Polígono das Secas, Caruaru apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. A escassez de água, associada ao fator de todos os cursos de água no município possuem regime de escoamento intermitente, constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico da região, bem como à subsistência da população (FLORENTINO, 2007; SOUZA, 2017).

O Recife é uma cidade litorânea, localizada na Região Nordeste do Brasil (Figura 1), capital do estado de Pernambuco, fortemente urbanizada e constantemente acometida por alagamentos em épocas de chuvas intensas. É a maior área urbana do estado de Pernambuco, banhada a leste pelo Oceano Atlântico e limitada pelos municípios de Olinda, Paulista, Camaragibe, Cabo de Santo

Agostinho, Jaboatão dos Guararapes e São Lourenço da Mata (Figura 1. B). Possui uma área de 218,843 km² e uma população estimada em 2019 de 1.645.727 hab. O clima é predominantemente quente, com temperatura média de 25°C, precipitação média anual de 2.447 mm (período das chuvas concentrado entre março e agosto) e umidade relativa média anual de 80% (IBGE, 2019; PERNAMBUCO, 2011; RECIFE, 2017).

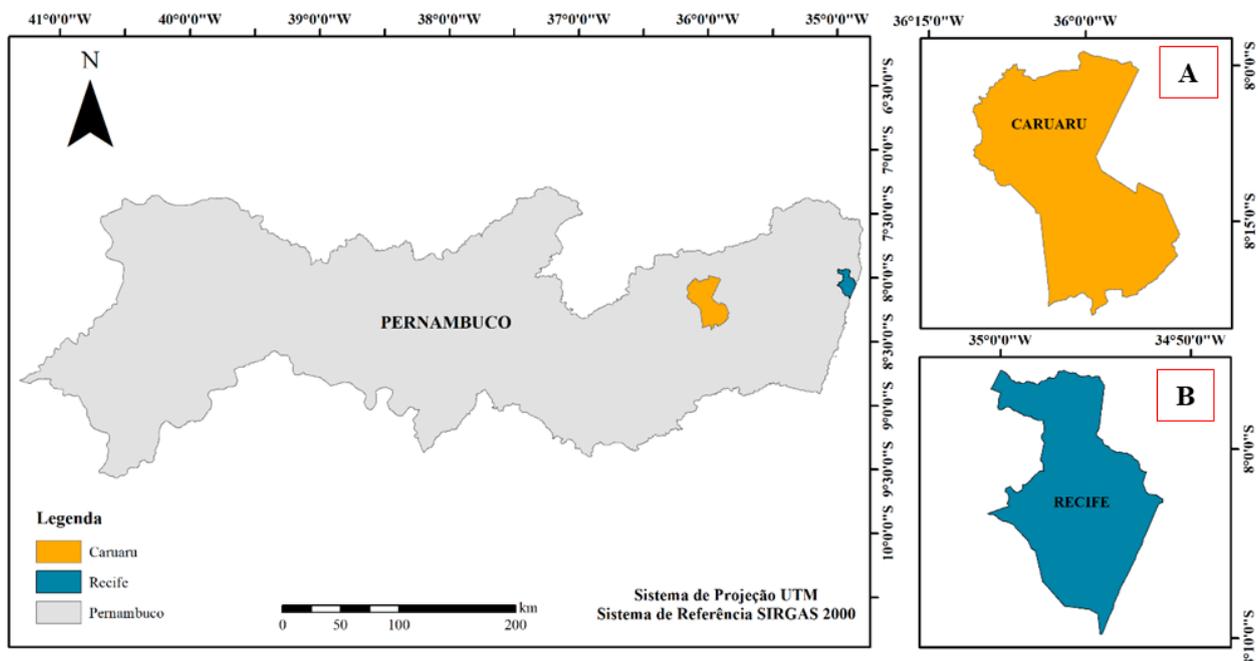


Figura 1 – Localização dos municípios Caruaru e Recife, em Pernambuco.

De acordo com o Projeto de Sustentabilidade Hídrica (PSHPE), da Secretaria de Recursos Hídricos do estado de Pernambuco, o estado tem o pior índice de disponibilidade hídrica do Brasil, equivalente a 3,5% da disponibilidade per capita da média nacional. Além da escassez natural por falta de chuva, o tribunal afirma que 50% da água encanada que é servida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) se perde em vazamento de tubulações e adutoras. De acordo com o monitoramento hidrológico realizado pela APAC em 2016, dos 107 reservatórios monitorados em Pernambuco, 66 estão em situação de colapso, com menos de 10% da capacidade total. Das 71 cidades do Agreste, 70 decretaram situação de emergência ou calamidade pública por escassez hídrica, inclusive o município de Caruaru, de acordo com Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)/Ministério de Integração Nacional (MI) (2016). Para Recife, também são inúmeros os problemas de abastecimento em diversos bairros e racionamento, em função do crescimento populacional associado à chegada horizonte de projeto na maior parte dos reservatórios.

Comparar a viabilidade do reaproveitamento da água da chuva nesses dois importantes centros

de desenvolvimento do estado de Pernambuco torna-se fundamental, tendo em vista que, apesar de se tratar de locais com características climáticas distintas, ambos possuem condições problemáticas de abastecimento hídrico.

2.2 Metodologia

O método de pesquisa baseou-se na análise potencial de aproveitamento de água de chuva para as cidades de Caruaru e Recife em Pernambuco por meio do *software* Netuno.

Tal *software* foi desenvolvido no ano de 2004, no Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os dados de entrada necessários foram: dados pluviométricos locais, consumo de água total por pessoa, população, percentual de água para fins não potáveis (que se deseja substituir), área de captação da edificação e coeficiente de escoamento superficial.

A metodologia utilizada pelo programa 4 Netuno consiste em calcular o volume de água pluvial que escoar pela superfície de captação diariamente (V_{ap}). Posteriormente, o volume de água pluvial consumido diariamente (V_c), que é o mínimo da demanda diária per capita de água pluvial e o volume de água pluvial disponível no reservatório para suprir a demanda. E o volume de água disponível no reservatório (V_R) após suprir totalmente ou parcialmente a demanda.

Os índices pluviométricos foram obtidos por meio de séries históricas da Agência Nacional de Águas (ANA) para as duas cidades estudadas, de forma a possibilitar o conhecimento da média de volume de água de chuva e as particularidades de épocas secas e chuvosas. Foram obtidos os dados para Caruaru a partir de 1979 e Recife a partir de 1962 até o ano de 2019. Os dados incluem informações sobre precipitações diárias com um intervalo de anos considerável para análise.

O consumo médio per capita de água foi obtido a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2018) do Ministério de Desenvolvimento Regional por meio da Companhia Pernambucana de Saneamento, para Caruaru (83 l/hab.dia) e Recife (114,79 l/hab.dia). Para a média de moradores em domicílios particulares permanentes, foram utilizados dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) obtidos para Caruaru (3,88) e Recife (3,96), adotando então a média de 4 moradores por residência.

Com base no shapefile - arquivo georreferenciado contendo dados geoespaciais em forma de vetor usado por Sistemas de Informações Geográficas - disponibilizado pelas Informações Geográficas do Recife (ESIG), foi realizado uma média com todos os dados de áreas de lotes para a cidade do Recife e obtido um lote padrão médio de 250 m², apresentando 70% de área impermeável e 30% de área permeável. Com a ausência de dados para a cidade de Caruaru e com objetivo de

uniformizar as simulações e facilitar o entendimento comparativo, foi definido o mesmo padrão de lote.

Para a área de captação, foi realizada a soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação representada pela projeção horizontal da cobertura da edificação, seguindo a recomendação da NBR 10844 (ABNT, 1989), obtendo-se 180 m² de área de captação.

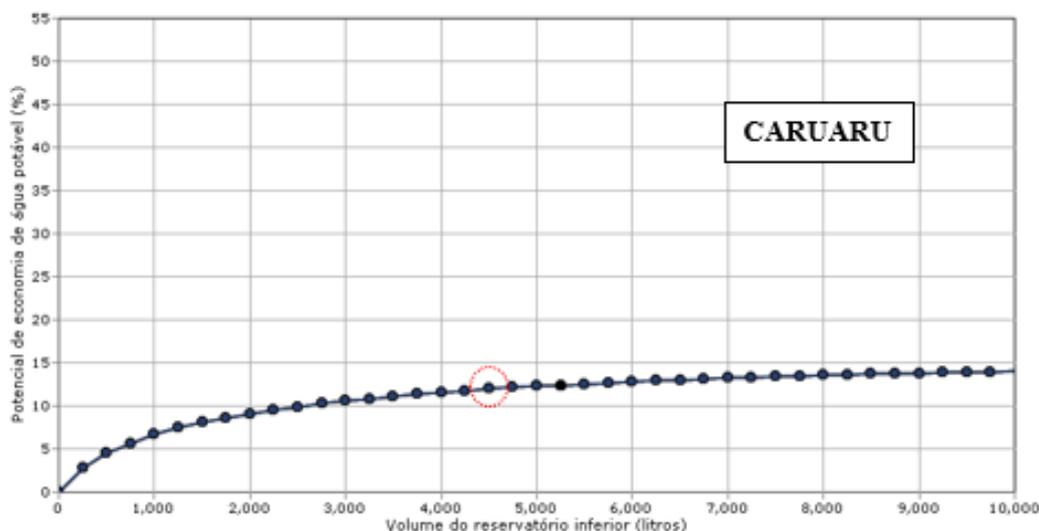
O coeficiente de escoamento superficial representa a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado variando conforme a superfície. Com base nos valores comuns adotado, foi utilizado o C igual a 0,9, considerando o material do telhado de telhas cerâmicas (TOMAZ, 2007).

Para o percentual de demanda de água, foi utilizado os dados recomendados por Clarke e King (2005), considerando 55% de uso para descarga em vaso sanitário, lavagem de roupa e limpeza.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, o reservatório de armazenamento é geralmente o componente que gera mais custo para o sistema. Por esse motivo, recomenda-se uma análise adequada para o dimensionamento, e, dessa maneira, projetar a solução técnica mais adequada para cada caso.

Segundo os dados simulados, pôde-se perceber que o reservatório inferior ideal para o município de Caruaru é de 5.250 litros, com potencial de utilização de água pluvial em 12,42%. Para Recife, o reservatório ideal é de 8.250 litros, com potencial de utilização de 52,48%. O volume ideal sugerido pelo *software* para cada demanda analisada está representado na Figura 2, a seguir. Para essas simulações, não foi considerado a presença de reservatório superior, considerando o abastecimento direto a partir do reservatório inferior.



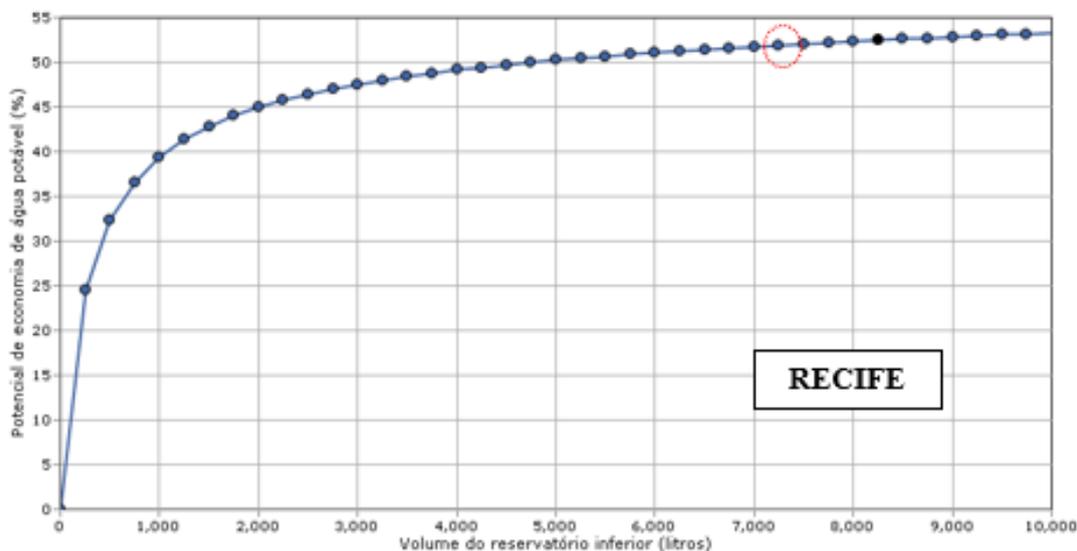


Figura 2 – Volume ideal do reservatório inferior para os municípios de Caruaru e Recife de acordo com o *software* Netuno.

O consumo médio de água pluvial para Caruaru foi de 41,22 litros/dia (destaque na Figura 3) e para Recife de 241 litros/dia (destaque na Figura 4), ambos considerando o tamanho do reservatório ideal. Com essa informação, podemos concluir a viabilidade do sistema de aproveitamento de água de chuva, especialmente para Recife, devido a maior disponibilidade pluviométrica, contribuindo para reduzir os problemas de abastecimento, diminuição do consumo de água potável e até a contribuição de contenção das águas para situações de precipitações pluviométricas intensas, com retenção da água no lote.

Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	9.67	32.09	299.91	26.80	16.63	1.41	81.97	0.00
Fevereiro	11.16	37.04	294.96	40.04	18.97	2.00	79.04	0.00
Março	15.38	51.05	280.95	98.51	27.05	1.32	71.63	0.00
Abril	19.27	63.96	268.04	128.43	34.19	1.20	64.62	0.00
Mai	16.36	54.33	277.67	61.73	28.78	1.65	69.56	0.00
Junho	22.43	74.48	257.52	46.57	38.89	2.74	58.38	0.00
Julho	21.66	71.90	260.10	44.71	37.22	3.39	59.39	0.00
Agosto	16.88	56.03	275.97	27.33	28.70	3.06	68.24	0.00
Setembro	8.16	27.11	304.89	0.00	13.59	1.88	84.53	0.00
Outubro	1.94	6.43	325.57	0.00	2.89	0.99	96.11	0.00
Novembro	1.75	5.80	326.20	3.44	2.74	0.60	96.67	0.00
Dezembro	4.28	14.21	317.79	17.60	7.28	0.66	92.06	0.00
Média	12.42	41.22	290.78	41.24	21.42	1.74	76.84	0.00
Total ano		15045	106135	15051				

Figura 3 – Resultados mensais da simulação com volume ideal de 5.250 litros para o reservatório inferior em Caruaru.

Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	49.60	227.75	231.41	332.81	89.16	1.83	9.01	0.00
Fevereiro	52.99	243.29	215.87	616.73	96.03	0.79	3.17	0.00
Março	54.48	250.16	209.00	988.50	98.89	0.28	0.83	0.00
Abril	55.00	252.54	206.62	1384.85	100.00	0.00	0.00	0.00
Mai	54.96	252.34	206.82	1526.24	99.89	0.06	0.06	0.00
Junho	55.00	252.54	206.62	1865.52	100.00	0.00	0.00	0.00
Julho	55.00	252.54	206.62	1615.38	100.00	0.00	0.00	0.00
Agosto	55.00	252.54	206.62	894.02	100.00	0.00	0.00	0.00
Setembro	55.00	252.54	206.62	462.74	100.00	0.00	0.00	0.00
Outubro	53.37	245.05	214.11	170.42	96.61	0.72	2.67	0.00
Novembro	46.89	215.30	243.86	64.97	83.39	3.22	13.39	0.00
Dezembro	42.54	195.34	263.82	146.61	75.36	3.84	20.80	0.00
Média	52.48	240.95	218.21	839.74	94.93	0.90	4.18	0.00
Total ano		87947	79647	306505				

Figura 4 – Resultados mensais da simulação com volume ideal de 8.250 litros para o reservatório inferior em Recife.

É possível perceber que, para Caruaru, o potencial de economia de água potável atinge o máximo de 22,43% para o mês de junho (coluna “Potencial de utilização de água pluvial (%)”, Figura 3), evidenciado no atendimento completo que se aproxima de 40%. Para Recife, são vários os meses que o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial é de 55% ou próximo, mesmo valor percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial. Isso significa que, durante esses meses, o aproveitamento de água pluvial foi máximo, o que se confirma pela coluna “Atendimento completo”, em que os valores são 100%.

Para ambas as cidades, também se observa que a coluna “Média diária de recalques” contém somente zeros. Isso ocorre porque nessa simulação não há reservatório superior, logo não há recalque.

A análise econômica foi realizada considerando o reservatório ideal e a estrutura tarifária utilizada de acordo com a companhia local de abastecimento, a COMPESA. A estrutura tarifária residencial varia de acordo com o consumo, podendo ser observado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Estrutura tarifária residencial de acordo com a Compesa.

CONSUMO	Até 10.000 litros/mês	10.001 a 20.000 litros	20.001 a 30.000 litros	30.001 a 50.000 litros	50.001 a 90.000 litros
VALOR (R\$)	44,08	5,05	6,01	8,27	9,80

Pode-se perceber que para o município de Caruaru, com os critérios estabelecidos, o uso fica próximo da tarifa mínima e então não se obteve uma economia considerável (Figura 5). Porém, para situações com maior demanda hídrica, esses dados podem ser mais satisfatórios, como por exemplo o uso em da água em lavanderias (muito comuns no município). Para a cidade do Recife, obteve-se uma economia em todos os meses, com a conta de água atingindo a tarifa mínima todos os meses e gerando uma economia anual de R\$ 360,49 (Figura 6).

Mês	Consumo total mensal (litros)	Consumo de água pluvial (litros)	Consumo de água potável (litros)	Volume de água pluvial recalcado (litros)	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	10292	994.86	9297.14	0.00	68.33	66.12	2.21
Fev	9295.99999...	1037.17	8258.83	0.00	66.12	66.12	0.00
Mar	10292	1582.58	8709.42	0.00	68.33	66.12	2.21
Abr	9959.99999...	1918.91	8041.09	0.00	66.12	66.12	0.00
Mai	10292	1684.27	8607.73	0.00	68.33	66.12	2.21
Jun	9960	2234.26	7725.74	0.00	66.12	66.12	0.00
Jul	10292	2228.86	8063.14	0.00	68.33	66.12	2.21
Ago	10292	1736.85	8555.15	0.00	68.33	66.12	2.21
Set	9960	813.16	9146.84	0.00	66.12	66.12	0.00
Out	10292	199.48	10092.52	0.00	68.33	66.82	1.51
Nov	9960	174.08	9785.92	0.00	66.12	66.12	0.00
Dez	10292	440.59	9851.41	0.00	68.33	66.12	2.21

Figura 5 – Estimativa de consumo e economias mensais de água em Caruaru.

Mês	Consumo total mensal (litros)	Consumo de água pluvial (litros)	Consumo de água potável (litros)	Volume de água pluvial recalcado (litros)	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	14233.9599...	7060.32	7173.64	0.00	98.19	66.12	32.07
Fev	12856.4799...	6812.17	6044.31	0.00	87.76	66.12	21.64
Mar	14233.9599...	7755.02	6478.94	0.00	98.19	66.12	32.07
Abr	13774.7999...	7576.14	6198.66	0.00	94.71	66.12	28.59
Mai	14233.9599...	7822.44	6411.52	0.00	98.19	66.12	32.07
Jun	13774.7999...	7576.14	6198.66	0.00	94.71	66.12	28.59
Jul	14233.9599...	7828.68	6405.28	0.00	98.19	66.12	32.07
Ago	14233.9599...	7828.68	6405.28	0.00	98.19	66.12	32.07
Set	13774.7999...	7576.14	6198.66	0.00	94.71	66.12	28.59
Out	14233.9599...	7596.66	6637.30	0.00	98.19	66.12	32.07
Nov	13774.7999...	6458.91	7315.89	0.00	94.71	66.12	28.59
Dez	14233.9599...	6055.58	8178.38	0.00	98.19	66.12	32.07

Figura 6 – Estimativa de consumo e economias mensais de água em Recife.

4. CONCLUSÃO

É fato que o distinto regime pluviométrico entre os municípios de Caruaru e Recife interferirá na segurança do abastecimento hídrico apenas por captação de água de chuva. Apesar disso, é possível perceber um bom potencial no aproveitamento das águas pluviais em ambos os municípios, que deve ser associado a outras alternativas de uso racional da água, nos mais diversos aspectos econômico, ambiental e social. Como exemplo de outras alternativas, pode-se citar a utilização de aparelhos hidrossanitários com maior economia de água e boa relação custo-benefício.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Instalações prediais de águas pluviais*. NBR 10844 de dezembro de 1989.
- ANA- Agência Nacional de Águas. *ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores*. Brasília, 2019.
- CLARKE, R.; KING, J. O. *Atlas da Água – O mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta*. 128p. Editora: Publifolha. São Paulo-SP. 2005.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.

- Diagnóstico do município de Caruaru, estado de Pernambuco*. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- CPRH: Agência Estadual de Meio Ambiente. *Cartilha Lavando Limpo*. 36p. Recife-PE. 2018.
- ESIG - Informações Geográficas do Recife. *Lotes*. Disponível em: <<https://esigportal.recife.pe.gov.br/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=679e74b46c7b44caaad64abd5f751b4b>>. Acesso em: 8 de julho de 2020.
- FLORENTINO, A.T.N.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. *Contribuição de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, Município de Caruaru, PE, Brasil*. Acta Botanica Brasílica. v.21, n.1, São Paulo, 2007.
- GHISI, E.; CORDOVA, M.M. *Manual do Usuário – Netuno 4*. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE. Florianópolis, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativa populacional do Recife em 2019*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/recife.html>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativa populacional do Caruaru em 2019*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/caruaru.html>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produto Interno Bruto dos Municípios - 2017*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads&utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=pib>. Acesso em: 19 de julho de 2020.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. *Plano Estadual de Mudanças Climáticas*. Recife, 2011. 94 p.
- RECIFE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. *Projeto Pegada de Cidades: Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa (2012-2015) e Pegada Hídrica (2015) do Recife*. Recife, 2017.
- REZENDE, A.T.; PEREIRA, R.O.; SANTOS, A.S.P.; SILVA, J.B.G. *Reúso de Água para fins urbanos não potáveis: Regulação Nacional e Internacional, e Critérios de Qualidade da Água*. Congresso ABES – FENASAN. São Paulo, 2017.
- ROSA, D. J. M. *Sistemas fotovoltaicos domiciliares de dessalinização de água para consumo humano: um estudo de sua viabilidade e configurações*. 117f. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. *Contagem da População*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/552>>. Acesso em: 5 de julho.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2018*. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 5 de julho de 2020.
- Sousa, Lyanne Cibely Oliveira de. *Gestão da demanda de água no Agreste Pernambucano*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, CAA. Caruaru, 2017.
- TCE-PE - Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. *Avaliação da Gestão dos Recursos Hídricos do Estado* – Secretaria de Desenvolvimento Econômico - Auditoria Operacional - Processo TC nº 1605257-2. Dirceu Rodolfo. Recife, 2017.
- TOMAZ, P. 2001. *Economia de água para empresas e residências*. Editora Navegar. São Paulo.
- TOMAZ, P. *Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis*. 6º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva. Belo Horizonte- MG, 2007.