SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

INFLUÊNCIA DE SISTEMAS PREDIAIS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO AMORTECIMENTO DO ESCOAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PROVENIENTE DE ÁREAS EDIFICADAS

Influence of building rainwater harvesting systems on the damping of rainwater drainage from building areas

Thiago Rodrigues Carvalho[1]; Lucas Salomão Rael Morais [2]; Victor de Castro Mundim [3]; Heber Martins de Paula[4]; Ricardo Prado Abreu Reis[5]

Recebido em 28 de abril de 2023, aprovado em 28 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

Palavras-chave:

Aproveitamento de água de chuva

Amortecimento,

Escoamento superficial

Drenagem na fonte

Keywords:

Rainwater harvesting

Runoff control

Source drainage system

On-lot drainage

RESUMO: O objetivo deste trabalho consiste na avaliação de diferentes cenários de volume de reservatórios de aproveitamento de água de chuva e sua influência no atendimento aos perfis de consumo de água de chuva de um edifício residencial multifamiliar e no amortecimento de escoamento superficial, gerado pelas áreas impermeabilizadas da edificação. Para a análise utilizou-se séries históricas de chuvas comparadas as demandas de água de chuva consumida em um edifício real situado em Goiânia – GO. Por meio do trabalho, pode-se observar, a partir da análise dos resultados que apenas o reservatório concebido para suprir 100% de demanda (1.748,70 m³), contabilizando todo o período de estiagem, foi capaz de promover a maior redução no volume de água escoada, resultando em cerca de 89,41% de amortecimento e 10,59% de escoamento por extravasamento. Por outro lado, um reservatório com tais proporções, na maioria dos casos, representa uma estrutura inviável técnica e economicamente. Quanto aos demais volumes de reservatórios estudados, observou-se que quanto maior o reservatório maior a capacidade de retenção e amortecimento do hidrograma de escoamento superficial. Desta forma, seria mais viável a implantação de reservatórios menores em conjunto com sistemas de drenagem na fonte, tais como poços e trincheiras de infiltração.

ABSTRACT: The aim of this work is to evaluate different rainwater harvesting reservoir volume scenarios and their influence on meeting the rainwater consumption profiles of a multi-family residential building and on buffering surface runoff generated by the building's waterproofed areas. The analysis used historical rainfall series compared to the demand for rainwater consumed in a real building located in Goiânia - GO. From the analysis of the results, it can be seen that only the reservoir designed to supply 100% of the water demand (1,748.70 m³), taking into account the entire dry season, was able to promote the greatest reduction in the volume of water run-off, resulting in around 89.41% of runoff damping and 10.59% of overflow. On the other hand, a reservoir of such proportions is, in most cases, a technically and economically unviable structure. As for the other reservoir volumes studied, it was observed that the larger the reservoir, the greater the capacity to retain and dampen the surface runoff hydrograph. It would therefore be more feasible to install smaller reservoirs in conjunction with drainage systems at source, such as infiltration dry-wells and trenches.

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **CARVALHO, Thiago Rodrigues**: Graduando em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, thiagorc7@discente.ufg.br.
[2] **MORAIS, Lucas Salomão Rael**: Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás, lucas.salomao@ufg.br.
[3] **MUNDIM, Victor de Castro**: Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás, victorcastrovcm@hotmail.com
[4] **PAULA, Heber Martins de**: Eng. Civil, Doutor, Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Catalão, heberdepaula@ufcat.edu.br.
[5] **REIS, Ricardo Prado Abreu**: Eng. Civil, Doutor, Professor da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, ricardo_reis@ufg.br.

XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS (SISPRED 2023)

1 INTRODUÇÃO

Diversos países industrializados como a Alemanha, China e o Japão têm desenvolvido políticas de redução do impacto da urbanização nos sistemas de drenagem pluvial, como por exemplo, a cobrança de taxas pela introdução de água pluvial no sistema de drenagem urbana em Berlim desde 2000, o projeto das cidades esponja na China e a captação intensa da água de chuva em Tóquio - Japão (RODRIGUES e NEVES, 2010). O Brasil segue no mesmo caminho sendo um exemplo evidente a Lei Nº 13.501 (BRASIL, 2017) que estabeleceu que os órgãos gestores de recursos hídricos devem incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

É observado que o processo de urbanização, a verticalização das edificações e o aumento do índice de adensamento urbano promovem um processo crescente de impermeabilização do solo, reduzindo a capacidade natural de infiltração da água no terreno e, consequentemente, contribuindo para um aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial (REIS, 2018). No Brasil, em média, cada habitante de um centro urbano com densidade de 50 habitantes/ha, gera uma área impermeável de 90 m² (MENEZES e TUCCI, 2012) e, cada 10% de aumento na área impermeável implica em aproximadamente 100% de aumento no coeficiente de escoamento de cheia e no volume do escoamento superficial (TUCCI, 2005). Assim, o impacto gerado pela crescente impermeabilização das áreas urbanas resulta no agravamento de enxurradas e cheias urbanas nas cidades.

Visando minimizar os impactos ocasionados pelo acréscimo de áreas impermeabilizadas em meio urbano, técnicas sustentáveis de concepção de sistemas de drenagem de água pluvial como a descentralização dos sistemas de drenagem vêm sendo desenvolvidas e pesquisadas nas últimas décadas (STEPHENS et al., 2003).

A descentralização dos sistemas de drenagem através de sistemas de drenagem na fonte permite drenagem de forma mais sustentável e adequada no interior do perímetro de cada lote individualizado (REIS, 2019).

Além disso, sistemas de aproveitamento de água de chuva são frequentemente citados como uma das soluções para problemas de drenagem urbana. Entretanto, existe um questionamento por parte do meio técnico e científico sobre a real eficiência dos sistemas de aproveitamento de água de chuva durante as estações chuvosas, pois neste período, o reservatório de água de chuva permanece cheio, o que, teoricamente, reduziria o efeito de amortecimento dos volumes de descarga de escoamento superficial gerado nas áreas

edificadas (DORNELLES, 2012). Dessa forma, reservatórios maiores teriam maior potencial de redução das vazões de pico de escoamento superficial e de demanda de água potável (SOLTO et al., 2023).

Considerando esse contexto, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação de diferentes perfis de consumo de água não potável proveniente de um sistema de aproveitamento de água de chuva de um edifício residencial multifamiliar e sua influência nos volumes de amortecimento de escoamento superficial, gerado pelas áreas impermeabilizadas desta edificação.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizados dados obtidos do monitoramento de consumo de água pluvial de um edifício residencial multifamiliar situado na cidade de Goiânia – GO – Brasil. O edifício, objeto desta pesquisa, utiliza água pluvial para as descargas das bacias sanitárias das unidades habitacionais e possui hidrômetros individuais que proporcionam a medição individualizada de água potável e água de chuva.

Inicialmente foi necessária a obtenção da demanda de água pluvial do edifício. Para tanto, foram monitorados dados de consumo de água das bacias sanitárias entre agosto de 2013 e maio de 2018. A partir desses dados foram traçados perfis diários de consumo de água não potável e fez-se a extrapolação para obtenção da média diária de consumo de água pelas descargas das bacias sanitárias das unidades residenciais.

Para a avaliação da oferta de água de chuva para a edificação objeto de estudo, foram utilizados os dados fornecidos pelo INMET que apresentam as séries históricas de precipitação para a estação automática localizada na cidade de Goiânia-GO, entre o período de 01 janeiro de 1980 até 31 de dezembro de 2022 (43 anos).

Conforme NBR 15527 (ABNT, 2019) e de posse dos dados de precipitação, a disponibilidade teórica de água de chuva foi calculada conforme Equação 1.

$$\mathrm{Vdisp} = \mathrm{P} \times \mathrm{A} \times \mathrm{C} \times \eta \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo:
Vdisp, o volume disponível diário de água pluvial (L);
P, precipitação diária (mm);
A, área de coleta (m²);
C, o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (runoff) (adotado neste estudo 0,9);
η, a eficiência do sistema de retenção (adotado neste estudo 0,8).

A partir do volume disponível de água aproveitável (oferta) e da demanda de água não potável da edificação, foi calculado ao longo de todo o período o volume de chuva excedente à demanda (m³) e o déficit sazonal acumulado (m³) (quando o volume de precipitação não é suficiente para atendimento da demanda). Para fins do estudo, considerou-se como parâmetro de volume do reservatório o maior valor do déficit acumulado (m³), ou seja, o reservatório seria suficiente para o suprimento de água durante o maior período de estiagem possível.

Através da média de demanda diária de consumo de água pluvial e a partir de dados de séries históricas de precipitações, definiu-se o nível d'água no reservatório e foram analisados os volumes excedentes que extravasam do reservatório de aproveitamento de água de chuva e que serão contabilizados como volume de escoamento superficial (volume extravasado).

Os perfis de escoamento foram definidos por meio da metodologia de balanço de massas, conforme explicam Traver e Ebrahimian (2017) e Hamel, Daly e Fletcher (2013), adaptando o conceito onde será incluído como perda a demanda de água não potável o volume consumido pelos pontos de bacias sanitárias.

Durante o estudo adotou-se a contabilização da demanda de água pluvial após a ocorrência da precipitação (*Yield After Spillage*). Por fim, foram verificados o total de volume de água de chuva excedente do reservatório durante o período avaliado e o total de volume de água de chuva desconsiderando a demanda de aproveitamento de água pluvial. A comparação desses resultados permite a verificação do volume de água de escoamento liberada pelo edifício para o sistema de drenagem urbano na ocasião do reservatório cheio.

Foram considerados diferentes volumes de reservação nos cenários de estudo, definidos pelas porcentagens de 100%, 50% e 10% da demanda por água pluvial, a fim de avaliar a influência de amortecimento ocasionados por reservatórios pequenos e, também, por reservatórios de maior volume. As Tabelas 1, 2 e 3 mostram a parte inicial dos cálculos para as diferentes demandas de cada cenário. Com base nos resultados obtidos, foram apresentados os perfis de escoamento correlacionado com os intervalos de precipitações da série histórica. Sendo, desta forma, possível a determinação do percentual de amortecimento de vazões de escoamento superficial e a avaliação da redução dos volumes totais de escoamento.

Tabela 1 – Seguimento Tabela com 100% da Demanda.

Mês/Ano	Chuva máxima (mm)	Chuva total (mm)	Área de captação telhado (m²)	Coef. Runoff telhado	Aproveitamento considerando perdas (%)	Demanda de água não potável (m³/mês)	Volume de chuva aproveitável (m³)	Volume de chuva excedente (m³)	Déficit (m³) Sazonal Acumulado	Déficit (m³) Simples diário	Volume acumulado (m³)	Demanda acumulada (m³)	Volume retido no reservatório (m³)	Volume que excedeu o reservatório (m³)	Volume de chuva excedende sem a demanda (m³)
01/01/1995	36.3	36,3	1644,5	0,9	0,8	4,43	42,98	38,55	0,00	0,00	42,98	4,43	1748,70	38,55	59,70
02/01/1995	35.5	35,5	1644,5	0,9	0,8	4,43	42,03	37,60	0,00	0,00	85,01	8,86	1748,70	37,60	58,38
03/01/1995	76.6	76,6	1644,5	0,9	0,8	4,43	90,70	86,27	0,00	0,00	175,71	13,29	1748,70	86,27	125,97
04/01/1995	8.6	8,6	1644,5	0,9	0,8	4,43	10,18	5,75	0,00	0,00	185,89	17,72	1748,70	5,75	14,14
05/01/1995	27.2	27,2	1644,5	0,9	0,8	4,43	32,21	27,78	0,00	0,00	218,10	22,15	1748,70	27,78	44,73
06/01/1995	6.7	6,7	1644,5	0,9	0,8	4,43	7,93	3,50	0,00	0,00	226,03	26,58	1748,70	3,50	11,02
07/01/1995	0	0	1644,5	0,9	0,8	4,43	0,00	-4,43	-4,43	-4,43	226,03	31,01	1748,70	0,00	0,00

CONTINUA ATÉ O ANO DE 2022.

Tabela 2 – Seguimento Tabela com 50% da Demanda.

Mês/Ano	Chuva máxima (mm)	Chuva total (mm)	Área de captação telhado (m²)	Coef. Runoff telhado	Aproveitamento considerando perdas (%)	Demanda de água não potável (m³/mês)	Volume de chuva aproveitável (m³)	Volume de chuva excedente (m³)	Déficit (m³) Sazonal Acumulado	Déficit (m³) Simples diário	Volume acumulado	Demanda acumulada	Volume retido no reservatório (m³)	Volume que excedeu o reservatório (m³)	Volume de chuva excedende sem a demanda (m³)
01/01/1995	36.3	36,3	1644,5	0,9	0,8	2,21	42,98	40,77	0,00	0,00	42,98	2,21	517,99	40,77	59,70
02/01/1995	35.5	35,5	1644,5	0,9	0,8	2,21	42,03	39,82	0,00	0,00	85,01	4,42	517,99	39,82	58,38
03/01/1995	76.6	76,6	1644,5	0,9	0,8	2,21	90,70	88,49	0,00	0,00	175,71	6,63	517,99	88,49	125,97
04/01/1995	8.6	8,6	1644,5	0,9	0,8	2,21	10,18	7,97	0,00	0,00	185,89	8,84	517,99	7,97	14,14
05/01/1995	27.2	27,2	1644,5	0,9	0,8	2,21	32,21	30,00	0,00	0,00	218,10	11,05	517,99	30,00	44,73
06/01/1995	6.7	6,7	1644,5	0,9	0,8	2,21	7,93	5,72	0,00	0,00	226,03	13,26	517,99	5,72	11,02
07/01/1995	0	0	1644,5	0,9	0,8	2,21	0,00	-2,21	-2,21	-2,21	226,03	15,47	517,99	0,00	0,00

CONTINUA ATÉ O ANO DE 2022.

Tabela 3 – Seguimento com 10% da Demanda.

Mês/Ano	Chuva máxima (mm)	Chuva total (mm)	Área de captação telhado (m²)	Coef. Runoff telhado	Aproveitamento considerando perdas (%)	Demanda de água não potável (m³/mês)	Volume de chuva aproveitável (m³)	Volume de chuva excedente (m³)	Déficit (m³) Sazonal Acumulado	Déficit (m³) Simples diário	Volume acumulado	Demanda acumulada	Volume retido no reservatório (m³)	Volume que excedeu o reservatório (m³)	Volume de chuva excedende sem a demanda (m³)
01/01/1995	36.3	36,3	1644,5	0,9	0,8	0,44	42,98	42,54	0,00	0,00	42,98	0,44	66,27	42,54	59,70
02/01/1995	35.5	35,5	1644,5	0,9	0,8	0,44	42,03	41,59	0,00	0,00	85,01	0,89	66,27	41,59	58,38
03/01/1995	76.6	76,6	1644,5	0,9	0,8	0,44	90,70	90,25	0,00	0,00	175,71	1,33	66,27	90,25	125,97
04/01/1995	8.6	8,6	1644,5	0,9	0,8	0,44	10,18	9,74	0,00	0,00	185,89	1,77	66,27	9,74	14,14
05/01/1995	27.2	27,2	1644,5	0,9	0,8	0,44	32,21	31,76	0,00	0,00	218,10	2,22	66,27	31,76	44,73
06/01/1995	6.7	6,7	1644,5	0,9	0,8	0,44	7,93	7,49	0,00	0,00	226,03	2,66	66,27	7,49	11,02
07/01/1995	0	0	1644,5	0,9	0,8	0,44	0,00	-0,44	-0,44	-0,44	226,03	3,10	66,27	0,00	0,00

CONTINUA ATÉ O ANO DE 2022.

3 RESULTADOS

Em função dos níveis de demanda do sistema de aproveitamento de água pluvial, verificou-se diferentes volume de reservatórios necessários para suprir o maior déficit acumulado em cada caso (Tabela 4). Por meio do estudo da correlação entre a demanda de água de chuva do edifício multifamiliar e a análise de nível de água em diferentes volumes do reservatório de aproveitamento de água de chuva, avaliou-se, para o caso estudado, a real contribuição do sistema de aproveitamento no controle de escoamento de água de uma edificação, ou seja, qual o percentual de precipitação retido e extravasado em cada situação (Tabela 5).

Tabela 4 – Volumes de reservatórios em função do nível de atendimento da demanda

Nível de atendimento da demanda	Volume requerido do reservatório (m³)
100%	1.748,70
50%	517,99
10%	66,27

Tabela 5 – Volumes retidos e extravasados pelo sistema de aproveitamento de água pluvial

Nível de demanda	Percentual de volume de precipitação retido	Percentual de volume de precipitação extravasado
100%	89,41%	10,59%
50%	59,41%	40,59%
10%	34,30%	65,70%

Por meio da análise gráfica (Figuras 6, 7 e 8) pode-se inferir a contribuição do sistema de aproveitamento de água de chuva ao longo do período de janeiro de 1995 até dezembro de 2022.

Figura 6 – Análise Gráfica do Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva – 100% da Demanda.

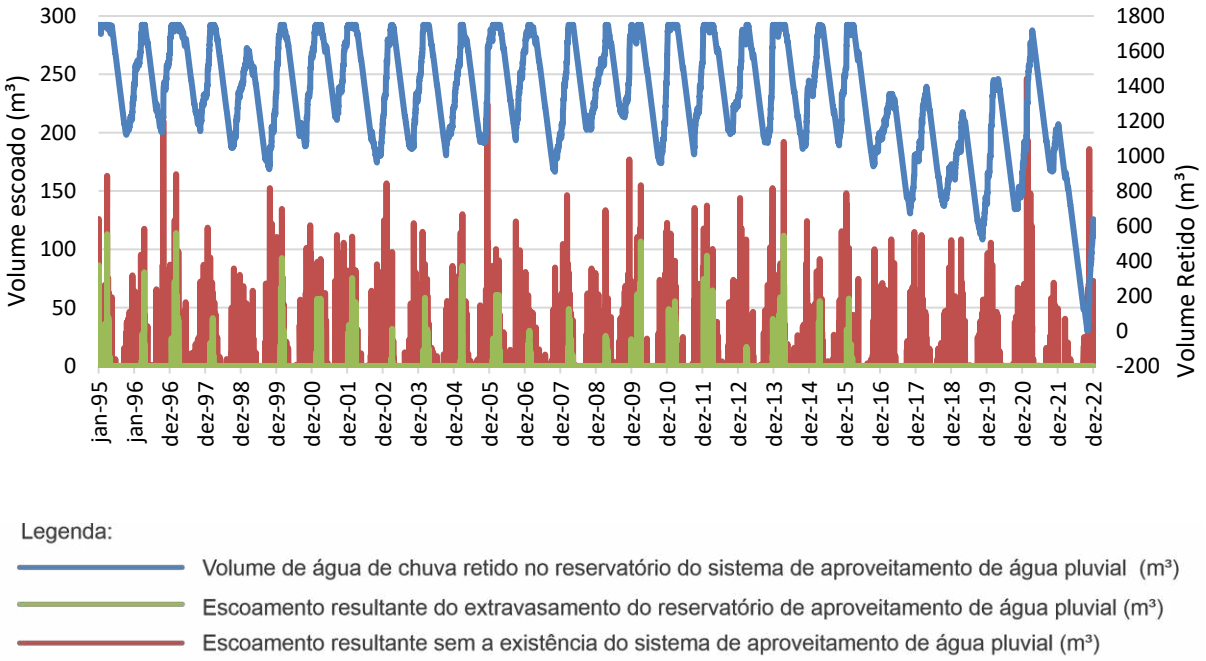


Figura 7 – Análise Gráfica do Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva – 50% da Demanda.

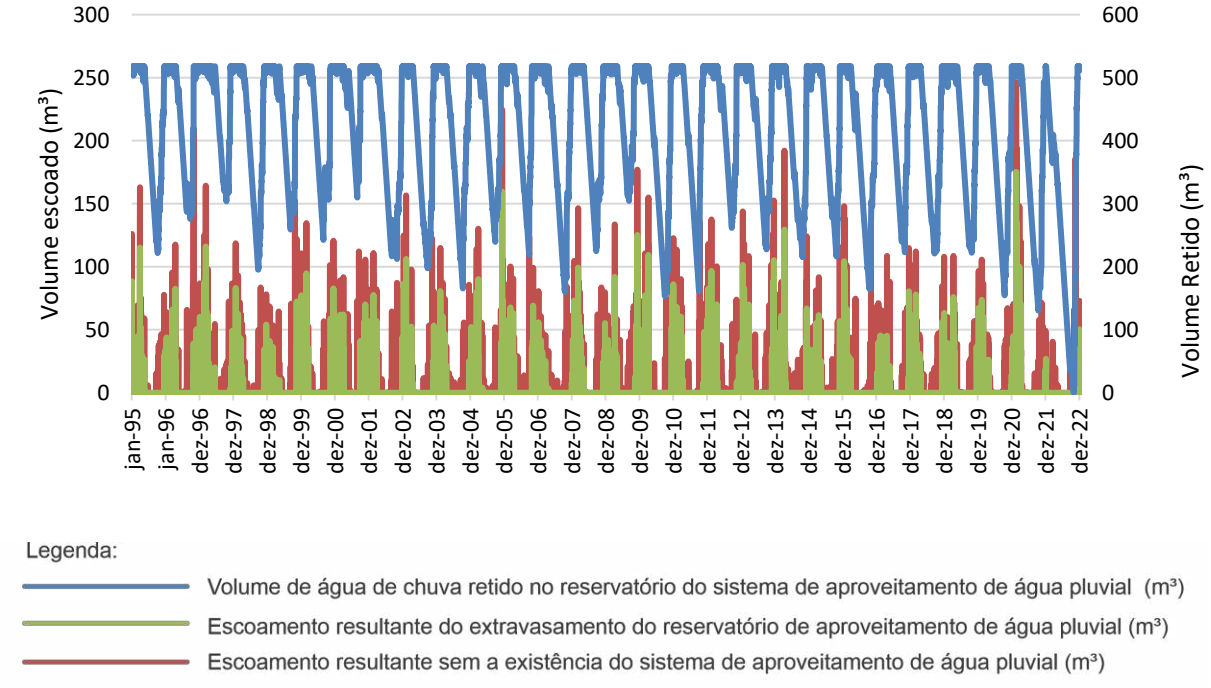
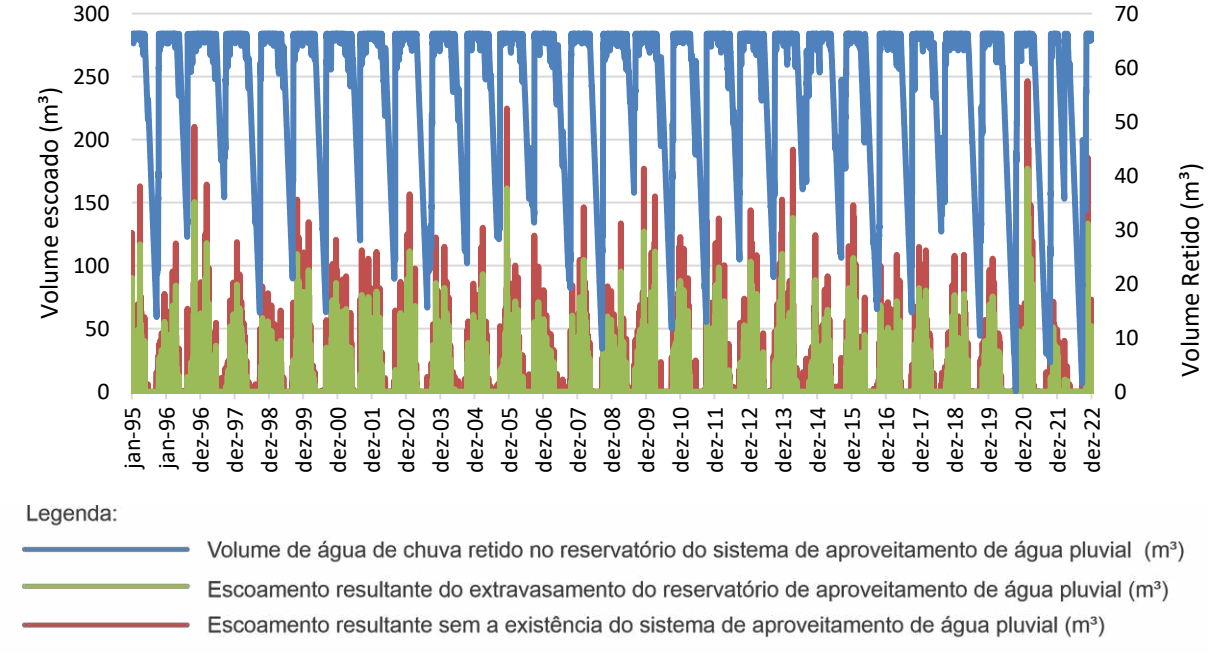


Figura 8 – Análise Gráfica do Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva – 10% da Demanda.



Observa-se um padrão no perfil de volume retido e escoado para as três situações de demanda, com exceção do período entre dezembro de 2015 e dezembro de 2022 para o reservatório com volume para atendimento de 100% da demanda. Isso se passou pelo ocorrência de um período de seca significativa na região a partir do ano de 2016. A redução significativa no número e na intensidade das precipitações verificada principalmente a partir de meados de março de 2016 e o consumo constante de água pluvial em 100% da demanda

fez com que o reservatório, a partir desse período, não alcançasse mais totalmente sua capacidade, zerando o volume extravasado de 16/03/2016 até o fim do período do avaliado. Isso ocorreu também pela grande capacidade do reservatório instalado, o que exige uma grande quantidade de chuvas para que seu volume máximo seja alcançado.

A partir da avaliação dos dados, verificou-se os valores de maior volume de extravasamento de água nas situações com e sem o aproveitamento de água de chuva (Tabelas 6, 7 e 8). Observou-se que caso não existisse o sistema de aproveitamento de água de chuva, o maior valor de chuva excedente sem a demanda seria de 246,35 m³. Considerando o sistema de aproveitamento de água, é verificado que quanto maior o volume do reservatório, menores são os picos de volume de água excedido do sistema. Avaliando a situação quando o volume do reservatório atende somente 10% da demanda total de água pluvial, o volume de água excedido é quase três vezes maior que o maior volume retido.

Tabela 6 – Análise dos Picos dos Gráficos – 100% da Demanda.

	Porcentagem de suprimento da Demanda de água de chuva	Volume do reservatório de aproveitamento (m³)	Volume escoado sem sistema de aproveitamento (m³)	Volume extravasado com sistema de reaproveitamento (m³)
1º Pico	100%	1748.7	246.35	113.86
2º Pico			224.64	112.91
3º Pico			210.17	111.74

Tabela 7 – Análise dos Picos dos Gráficos – 50% da Demanda.

	Nível de Demanda	Volume do reservatório de aproveitamento (m³)	Volume escoado sem sistema de aproveitamento (m³)	Volume extravasado com sistema de reaproveitamento (m³)
1º Pico	50%	517.99	246.35	175.16
2º Pico			224.64	159.53
3º Pico			210.17	134.74

Tabela 8 – Análise dos Picos dos Gráficos – 10% da Demanda.

	Nível de Demanda	Volume do reservatório (m³)	Volume escoada sem sistema de aproveitamento (m³)	Volume extravasado com sistema de reaproveitamento (m³)
1º Pico	10%	66.27	246.35	176.93
2º Pico			224.64	161.3
3º Pico			210.17	150.43

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados extraídos, verificou-se que apenas do reservatório com 100% de demanda promoveu a maior redução no volume de escoamento de água de chuva, resultando em um amortecimento de cerca de 89,41% do total precipitado). Apesar disso, esse modelo requer a construção de um reservatório de grandes dimensões (1.748,70 m³), o que poderia tornar a aplicação deste modelo inviável financeiramente. Por outro lado, o modelo que menos retém água (reservatório dimensionado para o suprimento de 10% da demanda de água não potável), cerca de 66,27 m³, é o que menos amortece o volume

extravasado que resulta no escoamento superficial urbano, pois reduz apenas 34,3%, escoando ainda os outros 65,7%.

O modelo testado atendendo 50% da demanda de água pluvial apresenta-se como mais viável, pois são moderados em ambos sentidos. Com um reservatório de 517,99 m³ resultaria na diminuição de 65,70% do volume precipitado, extravasando 34,30%. Apesar de ainda apresentar um volume de reservatório requerido significativo, nesse modelo a redução de água no escoamento superficial é superior ao volume extravasado e aponta eficiência do modelo.

Além disso, observa-se que quanto maior o volume do reservatório, maior a capacidade de retenção e redução da curva de escoamento superficial. Apesar disso, reservatórios muito grandes são inviáveis financeiramente. Desta forma, seria mais viável a implantação de reservatórios menores em conjunto com sistemas de drenagem na fonte, tais como poços e trincheiras equilibrando os dimensionamentos entre sistema de drenagem na fonte e o sistema de aproveitamento, focando no melhor desempenho ambiental e econômico

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (2017). **Decreto nº 13501**, de 30 de outubro de 2017. Brasília, DF.

DORNELLES, F. **Aproveitamento de água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 219p. 2012.

HAMEL, P.; DALY, E.; FLETCHER, T. Source-control stormwater management for mitigating the impacts of urbanisation on baseflow: A review. **Journal of Hydrology** – Elsevier. Vol. 485, 201-2011p. 2013.

MENEZES, F. C. M e TUCCI, C. E. M. Alteração na relação entre densidade habitacional x área impermeável: Porto Alegre – RS. **Rega – Revista Gestão de Água da América Latina**. V. 9, N. 1, p.19-55, 2012.

REIS R.P.A., ILHA M.S.O., TEIXEIRA P.C. Sistemas prediais de infiltração de água de chuva: aplicações, limitações e perspectivas. **[REEC] Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Vol. 7, N. 3, Goiânia – GO, 2013.

RODRIGUES, José Carlos Moreira Resende; NEVES, Mário Valente. **Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais: Dimensionamento e Aspectos Construtivos**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

SOLTO, S. L.; REIS, R. P. A.; CAMPOS, M. A. S. Impact of Installing Rainwater Harvesting System on Urban Water Management. **Water Resources Management**. Vol. 37, p.583-600, https://doi.org/10.1007/s11269-022-03374-z.

STEPHENS K. A.; GULIK, T. V. D.; MACLEAN L.; VON EUW, E. **Re-inventing urban hydrology in british columbia: runoff volume management for watershed protection**. (2003) In: Proceedings, National Conference on Urban Storm Water: Enhancing Programs at the Local Level. Disponível em: <http://www.epa.gov/owow/NPS/natlstormwater03/38Stephens.pdf>. Acessado em 20 de junho de 2011.

TRAVER, R. G.; EBRAHIMIAN, A. Dynamic design of green stormwater infrastructure. **Front. Environ. Sci. Eng**. Vol. 11, n.4, DOI 10.1007/s11783-017-0973-z. 6p. 2017.

TUCCI C.E.M., **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Programa de Modernização do Setor Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. V. 4, 194p. Brasília – DF, 2005.