



DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM NATAL-RN

Êmele Rádna Rodrigues do Vale ¹

RESUMO

A escassez hídrica é uma adversidade cada vez mais intransigente em todo o planeta, devido a fatores como o consumo descomedido de água, as mudanças climáticas e a poluição dos corpos hídricos. Sob essas circunstâncias, formas alternativas de suprimento de água, tais como a água pluvial, estão sendo consideradas como opções atrativas para diminuir o consumo de água potável. Nesse contexto, por meio deste estudo, foram apresentados cenários potenciais de economia de água potável para o setor residencial de Natal-RN, através do aproveitamento de água de chuva, avaliando as variações de economia decorrentes da escolha do volume do reservatório do sistema de captação. Essa investigação foi executada com o auxílio do *software* Netuno 4. A análise de resultados indica que o potencial de economia de água potável variaria de 8 a 25%, refletindo possíveis benefícios financeiros, ambientais e sociais.

Palavras-chave: Água de chuva, Economia de água, Edificações sustentáveis, Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

As cidades estão sendo constantemente desafiadas a alcançar um sistema de suprimento hídrico sustentável. Nesse sentido, diversas alternativas foram e estão sendo desenvolvidas para a recuperação de águas residuais ou melhoria da eficiência dos componentes envolvidos no processo de abastecimento (AGUDELO-VERA *et al.*, 2013). Logo, nas últimas décadas, estão sendo aplicados sistemas de captação de água pluvial como uma das alternativas para lidar com o aumento das pressões na demanda hídrica associadas às mudanças climáticas, ambientais e sociais (AMOS; RAHMAN; GATHENYA, 2016).

Tradicionalmente, a solução para os entraves relacionados às disparidades entre oferta e demanda de água tem se constituído em ações para expansão da oferta hídrica, vertendo-se na construção de grandes obras hidráulicas, e, conseqüentemente, elevados custos econômicos, ambientais e sociais (HESPANHOL, 2008). No Rio Grande do Norte (RN) não é diferente. Nesse estado, os efeitos das secas se expressam de forma mais severa nas regiões do Seridó e do Alto Oeste. Contudo, a capital do RN, Natal, ainda que não esteja situada nessas regiões, vivencia constantes problemas de falta de água. Isso se dá, mormente, por ser a

¹ Engenheira Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), emeleradna@gmail.com



cidade de maior atividade econômica do estado, concentrando 33,6% do Produto Interno Bruto (PIB) potiguar, e, também, por possuir alta densidade demográfica (IBGE, 2020).

Portanto, entendendo-se que o desenvolvimento do conceito de conservação dos recursos hídricos constitui-se na gestão não somente da demanda, mas também da oferta, de modo que os usos menos nobres possam ser providos por águas de qualidade inferior, é aprazível, na perspectiva ambiental, utilizar água pluvial para descarga de bacias sanitárias, limpeza de calçadas, irrigação de plantas e lavagem de veículos. Posto isso, o município de Natal foi selecionado para o estudo do potencial de economia hídrica através do aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em residências, devido suas características supracitadas.

Por meio deste trabalho, objetivou-se viabilizar diretrizes para elaboração de projetos de captação de água de chuva, apresentando parâmetros de economia hídrica relacionados a diversos volumes de reservatórios, com vistas a cooperar para a sustentabilidade socioambiental e econômica.

METODOLOGIA

Caso de estudo

A cidade na qual serão analisados os cenários de captação de água de chuva para fins não potáveis, Natal-RN, é a mais populosa e mais urbanizada do estado e, historicamente, apresenta quadros críticos de abastecimento hídrico. Possui clima tropical chuvoso quente com verão seco, precipitação anual observada de 1.242 mm, temperatura média anual de 27 °C (IDEMA, 2013) e população estimada no ano de 2020 de 890.480 habitantes (IBGE, 2020).

Dados pluviométricos

A avaliação das potencialidades do aproveitamento de água de chuva pleiteia a análise de dados de precipitação que sejam representativos para as condições futuras. Também, exige estimativas da demanda de água pluvial e da área de captação do local onde planeja-se implementar o sistema.



Para a realização deste trabalho, foram obtidos dados de precipitação diária do município de Natal-RN para a série histórica de 30 anos, de janeiro de 1990 a dezembro de 2019. A obtenção das informações procedeu-se na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020).

Método de análise do potencial de aproveitamento de água de chuva

A análise foi efetivada por meio do *software* Netuno 4 (GHISI; CORDOVA, 2014), um programa computacional que possibilita estimar o potencial de economia hídrica a partir do aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis. Esse *software* tem como principais dados de entrada: i) série diária histórica de precipitação; ii) área de captação; iii) opção de demanda fixa ou variável de água potável; iv) número de usuários; v) porcentagem de água potável a ser substituída por água pluvial e vi) coeficiente de aproveitamento de água pluvial. E como principais dados de saída: i) potencial de economia de água potável; ii) volume extravasado e iii) porcentagem de dias em que a demanda por água pluvial é atendida completamente, parcialmente ou não atende.

Foram simuladas as potencialidades de aproveitamento de água de chuva para 12 cenários distintos, variando-se as áreas de captação e número de habitantes na residência, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Cenários de aproveitamento de água pluvial simulados para Natal-RN

Cenário	Área de captação (m²)	Número de habitantes na residência
1	50	
2	75	
3	100	3
4	150	
5	50	
6	75	
7	100	4
8	150	
9	50	
10	75	
11	100	5
12	150	

Além disso, foram considerados consumo *per capita* de 150 L.hab⁻¹.dia⁻¹, demanda de água pluvial de até 30% sobre a total e coeficiente de escoamento superficial de 0,80 (80% de



aproveitamento), valores apresentados classicamente na literatura pertinente ao tema (MACINTYRE, 1996; CREDER, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Economia hídrica potencial em consequência do aproveitamento de água pluvial

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apontadas as estimativas percentuais de economia hídrica quando do uso de água de chuva para fins não potáveis nas residências de Natal-RN com 3, 4 e 5 habitantes, respectivamente, considerando os 12 cenários apresentados na Tabela 1.

Figura 1 - Simulação de cenários potenciais de economia hídrica através do uso de água pluvial para residências com 3 habitantes e diferentes áreas de captação em Natal-RN

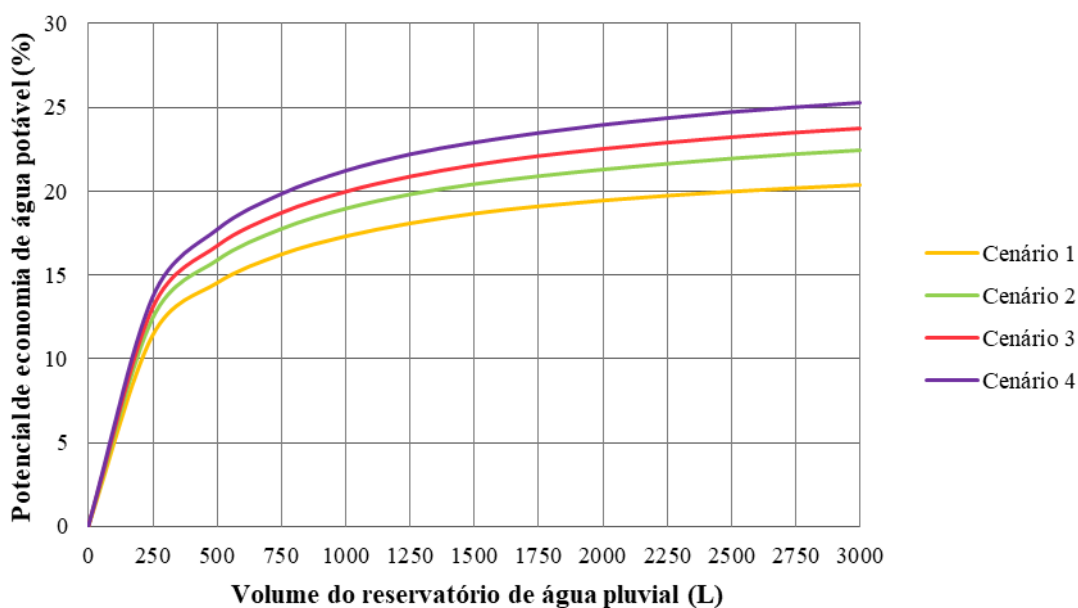




Figura 2 - Simulação de cenários potenciais de economia hídrica através do uso de água pluvial para residências com 4 habitantes e diferentes áreas de captação em Natal-RN

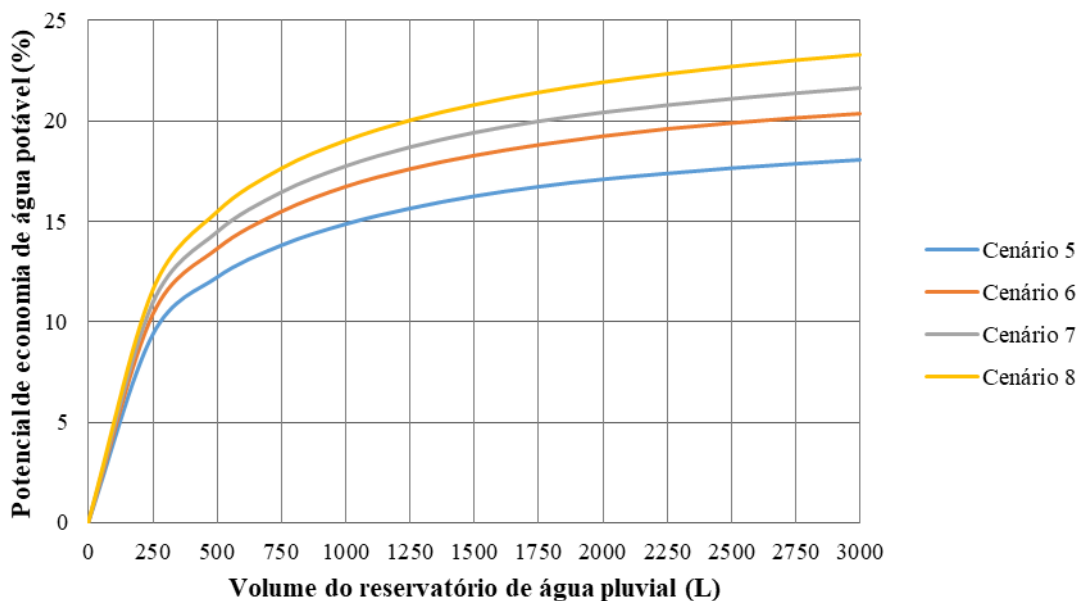
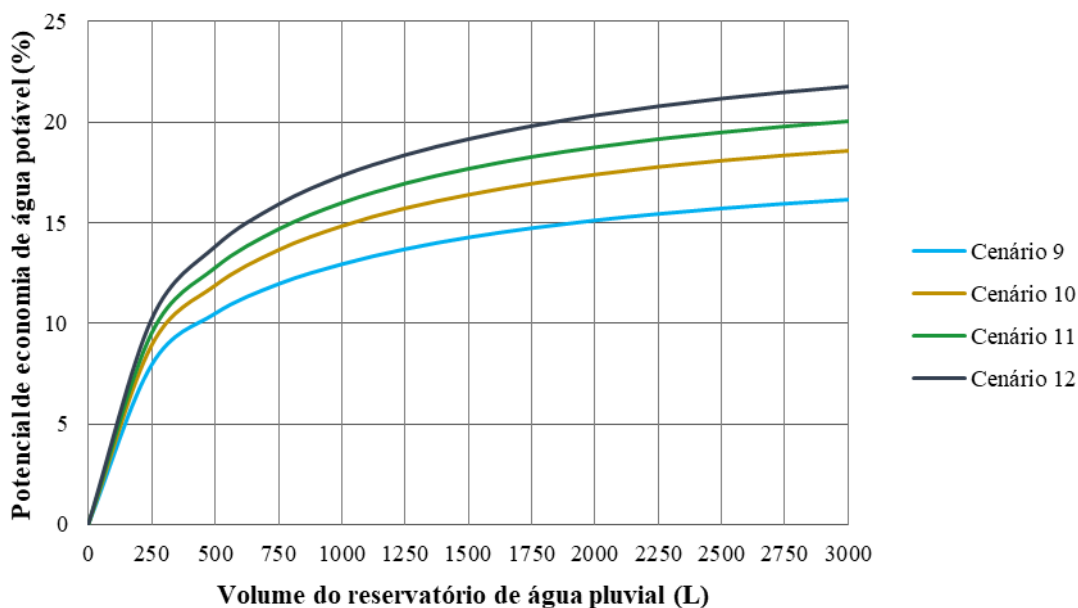


Figura 3 - Simulação de cenários potenciais de economia hídrica através do uso de água pluvial para residências com 5 habitantes e diferentes áreas de captação em Natal-RN



Ao analisar as Figuras 1, 2 e 3, é possível concluir que caso seja adotada a maior capacidade de reservatório considerada nas análises dos cenários, 3.000 L, o potencial de economia de água potável variaria de 16 a 25%, aproximadamente. Sendo o cenário 9 o mais desfavorável e o cenário 4 o mais satisfatório. Observa-se que em dado momento, ainda que a capacidade das cisternas seja expandida, a economia hídrica torna-se constante.



O potencial de economia de água potável em domicílios devido ao aproveitamento da água de chuva foi avaliado por diversos autores. Nesse sentido, Lima *et al.* (2011), analisaram 40 cidades da Amazônia, com índices pluviométricos superiores ao de Natal-RN, e concluíram que a economia hídrica em residências variaria de 21 a 100%. Contudo, o consumo de água tratada para fins não potáveis em residências brasileiras é habitualmente inferior a 50% (BRESSAN; MARTINI, 2005). Já Vale e Guedes (2019) estimaram que em Caicó-RN, município do Seridó potiguar, a economia oscilaria de 8,9 a 15,6%, a depender das condições de área de captação e consumo. Assim, Natal-RN apresentaria maior vantagem econômica em caso de aproveitamento de água pluvial que Caicó-RN.

Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os volumes poupados diariamente em cada cenário, caso fosse adotado o sistema de captação de água pluvial em residências com 3, 4 e 5 habitantes, respectivamente.

Tabela 2 - Estimativa de volume de água potável poupado através do aproveitamento de água pluvial para residências de 3 habitantes em Natal-RN

Volume do reservatório de água pluvial (L)	Volume de água potável poupado (L.dia ⁻¹)			
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
250	51,2	55,9	58,6	61,4
500	65,3	71,5	75,3	79,6
750	73,0	80,0	84,1	89,1
1.000	77,8	85,4	89,8	95,4
1.250	81,3	89,3	93,9	99,8
1.500	83,9	92,0	97,0	102,9
1.750	85,9	94,2	99,4	105,5
2.000	87,4	95,9	101,3	107,7
2.250	88,7	97,5	103,0	109,5
2.500	89,8	98,9	104,4	111,1
2.750	90,8	100,1	105,7	112,4
3.000	91,6	101,1	106,8	113,6



Tabela 3 - Estimativa de volume de água potável poupado através do aproveitamento de água pluvial para residências de 4 habitantes em Natal-RN

Volume do reservatório de água pluvial (L)	Volume de água potável poupado (L.dia ⁻¹)			
	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8
250	56,0	62,0	65,6	69,4
500	73,3	81,7	86,9	92,9
750	82,8	92,8	98,8	105,9
1.000	89,2	100,3	106,6	114,2
1.250	93,8	105,5	112,3	120,3
1.500	97,5	109,5	116,7	124,9
1.750	100,3	112,7	120,0	128,7
2.000	102,5	115,3	122,7	131,7
2.250	104,3	117,5	124,9	134,2
2.500	105,9	119,2	126,8	136,4
2.750	107,2	120,8	128,5	138,3
3.000	108,3	122,0	130,0	140,0

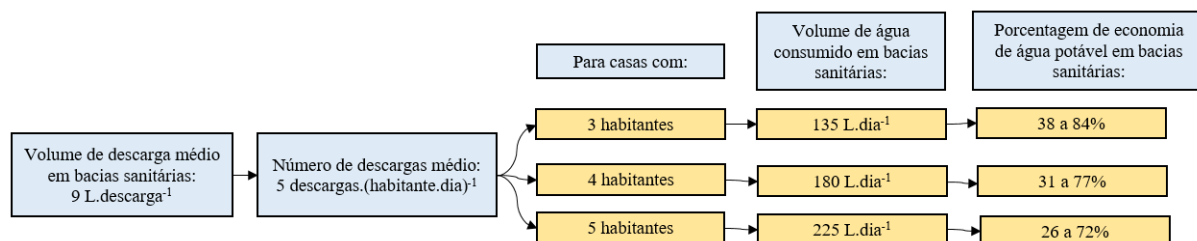
Tabela 4 - Estimativa de volume de água potável poupado através do aproveitamento de água pluvial para residências de 5 habitantes em Natal-RN

Volume do reservatório de água pluvial (L)	Volume de água potável poupado (L.dia ⁻¹)			
	Cenário 9	Cenário 10	Cenário 11	Cenário 12
250	59,6	66,9	71,4	76,5
500	78,8	89,2	95,8	103,6
750	89,8	102,5	110,1	119,3
1.000	97,2	111,4	120,0	130,0
1.250	102,9	118,1	127,2	137,8
1.500	107,2	123,1	132,7	143,7
1.750	110,7	127,2	137,1	148,6
2.000	113,6	130,7	140,7	152,6
2.250	116,0	133,5	143,8	156,0
2.500	118,1	135,9	146,3	158,8
2.750	119,8	137,8	148,5	161,2
3.000	121,3	139,5	150,4	163,3

O volume hídrico poupado diariamente em residências de Natal-RN com área de captação variando de 50 a 150 m², de 3 a 5 moradores por domicílio, consumo *per capita* de 150 L.hab⁻¹.dia⁻¹, varia entre 51,2 a 163,3 L.dia⁻¹. Como exemplo, podemos avaliar a porcentagem de economia de água nas bacias sanitárias das residências baseando-se em estimativas de consumo propostas por Tomaz (2007) (Figura 4).



Figura 4 - Porcentagem de economia de água potável em bacias sanitárias de residências para os diversos cenários avaliados em Natal-RN



A economia hídrica em bacias sanitárias, considerando o melhor e o pior cenário, caso fossem adotadas as estratégias propostas nesta pesquisa, variaria de 26 a 84%, justificando a adoção do gerenciamento estratégico de água, com as consequentes vantagens financeiras e impactos positivos em termos de conservação dos recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre o aproveitamento da água pluvial para uso não potável permitiu estimar um potencial de economia de água de 8 (cenário 9, com reservatório de 250 L) a 25% (cenário 4, com reservatório de 3.000 L). Economias maiores poderiam ser obtidas com reservatórios de maior volume, mas os ganhos não seriam significativos, tornando-se constantes a medida que os volumes se expandem. A economia variaria de 51,2 a 163,3 L.dia⁻¹, ou seja, de 1,5 a 4,9 m³.mês⁻¹, valor esse que impactaria consideravelmente na diminuição do dispêndio de água potável em bacias sanitárias, por exemplo, havendo redução de até 84% do consumo nesses aparelhos hidrossanitários.

Nesse sentido, avaliações referentes a aspectos financeiros e de aceitação social da utilização de água pluvial nas residências precisam ser feitas para complementarem as diretrizes técnicas apresentadas neste trabalho e subsidiar a escolha da alternativa de conservação dos recursos hídricos que melhor se adequa à população natalense.

REFERÊNCIAS

AGUDELO-VERA, C. M.; KEESMAN, K. J.; MELS, A. R.; RIJNAARTS, H. H. M. Evaluating the potential of improving residential water balance at building scale. **Water Research**, [s. l.], v. 20, n. 47, p. 7287-7299, dez. 2013.



AMOS, C. C.; RAHMAN, A.; GATHENYA, J. M.. Economic analysis and feasibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban environments: a review of the global situation with a special focus on Australia and Kenya. **Water**, [s. l.], v. 8, n. 149, p. 1-21, abr. 2016.

BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. **Avaliação do potencial de economia de água tratada no setor residencial da região sudeste através do aproveitamento de água pluvial**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. 117p.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1991.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4**. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>. 2014.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 22, n. 63, p. 131-158. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama: **Natal**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/natal/panorama>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

IDEMA. **Perfil do seu município**: Natal. Natal, 2013. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016677.PDF>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa** (BDMEP). 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 23 de junho de 2020.

LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; ANTONIO, M. A. P. M.; JANZEN, J. G.; MARCHETTO, M. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise



de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, jul./set. 2011.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas**: Prediais e Industriais. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996.

TOMAZ, P. Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável. In: **6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva** (Anais). Belo Horizonte. 2007.

VALE, E. R. R.; GUEDES, M. J. F.; Potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento da água de chuva no Seridó Potiguar. In: **X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental** (Anais). Fortaleza. 2019.