

VIABILIDADE ECONÔMICA DO REUSO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

Gleison de Moraes SILVA¹; Fabiano Medeiros da COSTA²

1. Aluno Universidade Federal de Rondônia – gleisonmoraes72@gmail.com 2. Professor Universidade Federal de Rondônia – fabiano.costa@unir.br

Recebido em: 20 fev. 2019 - **Aceito em:** 11 mar. 2019

RESUMO: Com a escassez de água no mundo, a poluição e o crescimento desordenado da população a busca por novas fontes de água para suprir a demanda mundial vem sendo cada vez mais abordada em muitos países, com isso a reutilização de água pluvial mostrou-se uma das possíveis soluções para amenizar a falta de água em certas regiões do mundo, além de proporcionar uma geração de economia na implantação desses sistemas de reuso de água pluvial. Diante disso, neste presente trabalho procurou-se demonstrar a viabilidade econômica que o aproveitamento de água de chuva garante, mediante potencialidades pluviais e de consumo, bem como custo benefício que o sistema proporciona. Foram analisados artigos que abordavam temas relacionados a viabilidade econômica no reuso de água pluvial em residências, o cruzamento desses dados demonstrou um grande potencial econômico. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, do ponto de vista econômico, considerando a taxa de precipitação média para diversos valores de consumo, os resultados foram todos positivos, mostrando-se uma alternativa economicamente viável dependendo dos fatores que influenciam nesse sistema em cada região, uma vez que o empreendimento que venham a instalar este tipo de sistema possuirá uma vida útil longa, portanto, o custo para implantação será ressarcido e a partir daí haverá economia para o proprietário.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso. Água pluvial. Residência. Economia. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A água pode ser considerada como o mais precioso dos recursos disponíveis. Todos os seres vivos existentes no planeta dependem da água para sobreviver, mas frequentemente esse recurso é usado de maneira imprudente. No mundo a poluição e desperdício são praticados sem pensar na necessidade que futuramente possa existir.

Uma forma de suprir ou amenizar a necessidade do consumo de água, seria pelo aproveitamento de água pluvial. O aproveitamento de águas pluviais teve início por volta de 3000 anos a.C. no Oriente Médio. Atualmente o sistema de captação de águas pluviais vem sendo utilizado com frequências nos países Europeus e Asiáticos. Nesses países são oferecidos financiamentos para a construção e utilização deste sistema (CARVALHO, 2010).

Segundo Tomaz (2003) o aproveitamento de água pluvial precipitada nas residências do meio urbano se enquadra nessa categoria. Essa tecnologia vem crescendo e dando importância à conservação da água. Além de proporcionar economia de água potável, o aproveitamento da água pluvial em residências pode reduzir as despesas com água potável e contribuir para a diminuição do pico de inundações, quando aplicada em larga escala, de forma planejada e em uma bacia hidrográfica.

Este trabalho tem como objetivo principal estudar a viabilidade econômica de implantação de um sistema com aproveitamento da água pluvial, em uma residência

unifamiliar, procurando demonstrar a viabilidade de implantação através do custo-benefício que o sistema proporciona.

Nesse aspecto, fontes alternativas e o reuso de água da chuva são questões relevantes a serem discutidas e alternativas bastante empregadas. O reuso de águas pluviais para fins não potáveis é uma técnica bastante empregada em vários países, a qual contribuiu para minimização do consumo de água potável e sua destinação mais consciente.

O desenvolvimento do presente estudo nasceu do interesse de se verificar a viabilidade econômica da instalação de projeto de reuso de água pluvial em residências unifamiliares, e de iniciativas sustentáveis. Dessa forma, buscar alternativas para redução de seus gastos financeiros, uma opção para resolver este problema foi analisar a possibilidade de reduzir o consumo de água potável em suas instalações, seja para utilização na rede hidráulica não potável e também para o uso em limpeza geral, além de contribuir para a conservação e preservação do meio ambiente da região.

Segundo Zardini (2014) na Terra, o volume de água é constante e, o que varia é: o volume de disponível nas diferentes formas de armazenamento e a qualidade deste recurso. Na sua forma sólida a água pode estar armazenada nas calotas polares e geleiras; em sua forma líquida está concentrada nos oceanos, lagos, rios, aquíferos e lençol freático, e na atmosfera, na forma de vapor. Na época atual, disponibilidade de água pode ser considerada um dos fatores mais importantes para a vida no mundo. A água é um elemento limitado e consideravelmente indispensável às atividades desenvolvidas pelo homem, como na produção de alimentos, processos industriais e para a sustentação da vida na terra como um todo, sendo crescente sua demanda.

A Agência Nacional de Águas (ANA, 2018) estima que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois encontra-se nas geleiras, cerca de 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. Logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para a vida humana.

De acordo com Lima et al. (2011), a disponibilidade hídrica vem diminuindo, entre os anos de 1980 e 2007 a redução da disponibilidade hídrica per capita foi de 66%. Pode-se identificar como motivos para a diminuição, o crescimento populacional, a deterioração dos recursos hídricos e o uso irracional (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Nos dias atuais, a demanda mundial por água é calculada, em torno de 4.600 km³/ano, e calcula-se que esta irá aumentar de 20% a 30%, atingindo um volume entre 5.500 e 6.000 km³/ano até 2050 (Burek et al., 2016).

O grande crescimento populacional e os usos múltiplos da água acabaram em um desequilíbrio entre oferta e demanda em várias regiões do planeta. Muitos mananciais que são utilizados pelo homem mostram-se cada vez mais poluídos, com níveis altíssimos de deterioração, seja em função da falta de controle e investimentos em coleta, tratamento e disposição final de esgotos, inadequada disposição de resíduos sólidos ou mesmo pela ausência de boas práticas na agricultura (HASTENREITER, 2013). As práticas de reutilização de água vêm sendo vista como um tema atual e importante. Nesse aspecto, Tomaz (2003) cita que essas técnicas devem ser consideradas como parcela de uma atividade mais ampla, compreendendo a contenção de perdas e desperdícios, e a redução da geração de efluentes e do consumo de água. Além de ser um recurso disponível para toda a população em certas épocas do ano e ser uma importante fonte de água doce, a utilização da água da chuva é uma questão sustentável e, muitas vezes, econômica. A NBR 15.527 (ABNT/2007) define o aproveitamento da água da chuva como toda a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais. A norma ainda destaca que a economia da água potável através do uso da água proveniente das chuvas diminui o desperdício de uma água limpa e pura em atividades domésticas e industriais.

O potencial de economia de água potável equivale a quantidade de água tratada que pode ser substituída, ou economizada através do uso de outras fontes. O estudo deste potencial de economia é importante para a realização da análise da viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva (ZARDINI, 2014). Em países como em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão estudos realizados nas residências desses países indicam que a economia de água é usualmente superior a 30%, dependendo de diversos fatores como demanda, área de telhado e precipitação (LIMA et al., 2011).

Conforme Carvalho (2010, p. 44). “Considerando a importância ambiental da instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em uma edificação, é necessário avaliar a relação custo/benefício para a consolidação da possibilidade de instalação desse sistema”. Para que a população em geral possa se beneficiar, o principal incentivo para investir em tecnologias de conservação de água é gerar economias financeiras, para a

população. É importante destacar que a coleta e o aproveitamento de águas pluviais diminuem o consumo de água potável, conservam a água e reduzem o risco de enchentes.

MATERIAL E MÉTODO

Segundo Gil (1987) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já existente, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Existem pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. A maior parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, assim como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas.

Esta pesquisa tem um delineamento do tipo bibliográfico e pode ser considerada como comparativa-quantitativa. Com a comparação de resultados em artigos, teses revistas e dissertações sobre a viabilidade econômica do reuso de água pluvial em residências unifamiliares. “A comparação é a técnica científica aplicável sempre que houver dois ou mais termos com as mesmas propriedades gerais ou característicos.” (CERVO et al., 2007). A pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento destas por meio de técnica estatística. O pressuposto é que tudo pode ser quantificável e traduzido em números (SIENA, 2007).

Foi realizada uma comparação entre resultados obtidos na literatura com diferentes tratamentos para água pluvial. As bases de dados utilizadas foram os sites Google Acadêmico, SciELO e Periódico Capes. Para a busca, foi estabelecido preferencialmente o uso de trabalhos mais recentes.

Os artigos obtidos foram selecionados e separados quanto ao reuso de água pluvial, característica da edificação e a viabilidade econômica sendo especificados, sempre que possível o tipo de sistema empregado nesses trabalhos.

A metodologia adotada segue as seguintes fases, em ordem cronológica:

1. Levantamento de documentos relevantes que abordam sobre a viabilidade econômica do reuso de água pluvial em residências unifamiliares,
2. Revisão dos arquivos, permitindo uma melhor delimitação do tema;
3. Verificação de todo o conteúdo, analisando a necessidade de trabalhos complementares;
4. Organização do conteúdo bibliográfico dos arquivos;
5. Análise de resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa resultou em um total de 4 arquivos, entre os quais foram selecionados, a partir da metodologia descrita no item anterior. A partir da leitura do Quadros 1, percebe-se que os estudos encontrados são recentes.

Quadro 1- Trabalhos selecionados.

AUTORES	ANOS	ÊNFASE DA PESQUISA
MOREIRA JUNIOR, N.	2013	Viabilidade Econômica do Sistema de Reutilização de Água Pluvial para Residência Unifamiliar
PEREIRA et al.	200-?	Viabilidade Econômica/Ambiental da Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Água Pluvial em Edificação de 100m ² de Cobertura
CARVALHO, R. S	2010	Potencial Econômico do Aproveitamento de Águas Pluviais: Análise da Implantação de um Sistema para a Região Urbana de Londrina
MACHIONE, E. C.; LOPES, M. A	2015	Análise da Viabilidade Econômico-Ambiental da Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Águas Pluviais em Construções de 100m ² de Cobertura no Município de Colina-sp

Fonte: Os autores

Para o estudo de viabilidade econômica, faz-se necessária a determinação dos custos relativos à implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, ou seja, custos com materiais e equipamentos, além da economia de água gerada com a implantação do sistema. A estimativa dos custos de materiais e equipamentos necessários utilizados em cada trabalho foi realizada por meio de uma pesquisa de preço em cada região de estudo. Podendo variar em cada região do país, de acordo com a marca e a qualidade do produto utilizado no projeto. O quadro abaixo apresenta um resumo das características dos projetos apresentados nesses trabalhos.

Quadro 2 – Resumo das características

AUTORES	LOCAL	INDICE DE PRECIPITAÇÃO (mm/ano)	CONSUMO DE ÁGUA (m ³ /ano)	VALOR DE INVESTIMENTO (R\$)	TEMPO DE RETORNO (ano/mês)
MOREIRA JUNIOR, N.	Brasília-DF	1542	216	5.946,84	100/0
PEREIRA et al.	Goiania-GO	1580	360	3.584,44	14/2
CARVALHO, R. S	Apucarana-PR	1600	244,80	3.762,60	5/3
MACHION E, E. C.; LOPES, M. A	Colina-SP	1010	360	4.304,00	17/3

Fonte: Os autores

No trabalho de Carvalho (2010), há um reservatório de 5.000 litros, cujo volume refere-se a uma dimensão do telhado de 200 m². Em uma residência com quatro pessoas, onde o volume gasto de água para fins não potáveis é de 11 m³/ mês segundo o autor. A análise que pode ser feita é levando em consideração que a previsão de consumo de captação dessa residência equivale a 20,4 m³/ mês e se gasta 11 m³/ mês para fins não potáveis, temos um restante de água para as demais funções de 9,4 m³/ mês de água, ou seja, de toda água potável quase 50% seria a estimativa de consumo economizada através da água pluvial. Observa-se também um bom nível de captação da água da chuva nessa residência.

Moreira Junior (2013) definiu que a economia gerada no sistema seria a economia de água menos o gasto adicional na conta de luz, que é igual R\$ 3,97- R\$ 1,05 = R\$ 2,82. Com o investimento de R\$ 5946,84 reais para fazer o sistema de aproveitamento de água pluvial, o tempo de retorno do investimento de mais de 100 anos. O consumo de água na residência apresentada neste trabalho foi relativamente baixo tornando o sistema para residencial unifamiliar inviável economicamente para residência estudada, ou seja, residências unifamiliares com poucos moradores o sistema não é viável economicamente, porém em questão de sustentabilidade se ganha muito com modelo de aproveitamento de água.

Nos trabalhos de Pereira et al. (200-?) e Machione (2015) o total economizado por ano varia de acordo com a metragem da área de captação e do valor do m³ consumido pela residência, mas em todos os casos analisados observa-se uma economia significativa que

permite em pouco tempo obter o retorno do valor investido na construção do sistema de captação e reaproveitamento de águas pluviais e a partir daí gerar lucro com a continuação do funcionamento do sistema. Levou-se em consideração neste trabalho o índice de rendimento da poupança, mas pelo fato de ser um valor que pode variar, não foi exposto na tabela anterior. Assim o valor apresentado não possui a correção. Vale ressaltar que os cálculos foram baseados em uma utilização de água não potável de 45%.

De um modo geral, para estudar a viabilidade de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, devem ser levantados os dados de precipitação do município, a demanda de água no local estudado, os dados das áreas de captação de chuva, a avaliação do sistema hidrossanitário já existente, a verificação de qualidade da água da chuva, o dimensionamento do sistema e a análise de viabilidade econômica. Nos trabalhos apresentados observaram-se alguns fatores como o consumo, quantidade de água coletada e a taxa de água e esgoto paga mensalmente são preponderantes na análise de viabilidade econômica. Onde o consumo na residência foi relativamente baixo o tempo de retorno foi elevado significativamente, ou seja, embora o sistema possua uma boa captação de água anual o consumo interno na residência influencia na viabilidade econômica. O método de retorno de investimento apresentados nos trabalhos foram baseados na divisão do investimento pela economia gerada anualmente, ou seja, a economia gerada anualmente deve ser de 5% a 10% ou mais do investimento total para que se possa ter um retorno com uma estimativa de tempo favorável.

O trabalho de Moreira Junior (2013) apresentou um investimento de R\$ 5946,84, mas a economia gerada anualmente foi de 0,8% em relação ao investimento. Resultado muito baixo em relação ao investimento desta forma o tempo de retorno se tornou inviável.

Pode-se observar que a quantidade de água coletada deve suprir cerca de 50% da água consumida na residência mensalmente para que o sistema funcione de maneira ordenada e seja viável economicamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas de escassez de água no mundo, por diminuição da quantidade e qualidade da água, estão levando a população a procurar outros meios para obtê-la, como por exemplo, o aproveitamento da água pluvial. Além disso, a sociedade se preocupa com os custos financeiros e vantagens econômicas.

A implementação de sistemas para captação e reaproveitamento de águas pluviais em coberturas possibilita dar uma destinação mais adequada a água que iria se tornar esgoto.

Sendo assim, portanto, totalmente viável que o uso de água de boa qualidade seja totalmente destinado a fins mais nobres.

Com o aumento contínuo e diário da demanda pela água, é natural que alternativas para sua conservação e reuso sejam previstas e implementadas. A contribuição deste trabalho, no âmbito da presente proposta, foi averiguar a viabilidade econômica, da implantação de um programa de reuso de água pluvial em residências unifamiliares, comprovando as vantagens e benefícios.

Do ponto de vista econômico, considerando a taxa de precipitação média para diversos valores de consumo, os resultados foram todos positivos, mostrando-se uma alternativa economicamente viável dependendo dos fatores como consumo, água coletada e a taxa de água/esgoto de cada região, uma vez que o empreendimento que venham a instalar este tipo de sistema possuirá uma vida útil longa, portanto, o custo para implantação será ressarcido e a partir daí haverá economia para o proprietário.

Observou-se uma variação nos valores de investimento devido as diferenças entre os projetos e o preço regional de cada material. Ouve certa dificuldade na avaliação dos resultados pois não ouve a verificação de um limite de tempo de retorno a aceitável.

Tomar como sugestão para outros trabalhos:

- Estudar residências com maior número de pessoas, mas ainda sendo unifamiliares;
- Tomar como estudo uma residência multifamiliar como um prédio;
- Um estudo de viabilidade econômica para um condomínio residencial em que todas as residências são abastecidas por uma caixa que tenha aproveitado água pluvial.

ECONOMIC FEASIBILITY OF RAINWATER RUSSIA IN SINGLE-FAMILY RESIDENCIES

ABSTRACT: With the water scarcity in the world, pollution and the disorderly growth of the population, the search for new sources of water to supply the world demand has been increasingly addressed in many countries, thus reusing rainwater has proved to be one of the possible solutions to alleviate the lack of water in certain regions of the world, besides providing a generation of economy in the implantation of these systems of reuse of pluvial water. Therefore, in this work, we tried to demonstrate the economic viability that the use of rainwater ensures, through rainfall and consumption potential, as well as the cost benefit that the system provides. Articles that dealt with issues related to economic viability in rainwater reuse in residences were analyzed, and the cross - checking of these data showed a great economic potential. According to the results obtained in this study, from the economic point of view, considering the average precipitation rate for several consumption values, the results were all positive, showing an economically viable alternative depending on the factors that influence this system in each region , since the enterprise that will install this type of system will have a long useful life, therefore, the cost for implantation will be reimbursed and from there will be economy for the owner.

KEY WORDS: Reuse. Rainwater. Residence. Economy. Sustainability.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de Coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

AMORIM, S. V. de.; PEREIRA, D. J. de A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Ambiente Construído - Revista on-line da ANTAC, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5359>>. Acesso em: jun. 2013.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água no Mundo**. Brasília, 2018 Disponível em:<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html> . Acesso em 16/04/2018.

BUREK, P., SATOH, Y., FISCHER, G.,KAHIL, M. T., SCHERZER, A.,TRAMBEREND, S., NAVA, L. F., WADA, Y., ET AL. (2016). **Water Futures and Solucion – Fast Track Initiative (Final Report)**. IIASA Working Paper. IIASA, Luxemburgo - Áustria, 2016. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13008/>.

CARVALHO, R. S. **Potencial Econômico do Aproveitamento de Águas Pluviais: Análise da Implantação de um Sistema para a Região Urbana de Londrina**. Apucarana, dezembro de 2010.

CERVO, A. L., BERVIAN, P. A., SILVA, R., **Metodologia Científica**. 6º ed. São Paulo: Pearson, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo : Atlas, 2002.

HASTENREITER, T. A. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica de Implantação de um Sistema de Reuso de Água Cinza para fim Não Potável em Edificação Empresarial**. Vitória, 2013.

LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; ANTONIO, M. A. P. M. de; JANZEN, J. G.; MARCHETTO, M. **Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.16, n.3, jul/set 2011, p.291-298.

MACHIONE, E. C.; LOPES, M. A. **Análise da Viabilidade Econômico-Ambiental da Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Águas Pluviais em Construções de 100m² de Cobertura no Município de Colina-sp**. São Paulo, 2015.

MOREIRA JUNIOR, N. **Viabilidade Econômica do Sistema de Reutilização de Água Pluvial para Residência Unifamiliar**. Brasília, 2013.

PEREIRA L. R.; PASQUALETTO A.; MINAMI M. Y. M. **Viabilidade Econômica/Ambiental da Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Água Pluvial em Edificação de 100m² de Cobertura**. Goiânia-GO, 200-?

SIENA, O. **Metodologia da Pesquisa Científica: Elementos para Elaboração e Apresentação de Trabalhos Acadêmicos**. Porto Velho, 2007.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. ed. 2°. São Paulo: Navegar. 2003.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo. Ed. Navegar, 2003.

ZARDINI, C. S. **Aproveitamento de Água de chuva - Estudo da Viabilidade em Diferentes Capitais Brasileiras**. Goiânia, 2014.