

## **CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ - RN**

PAULO HENRIQUE ESTEVAM SOUZA<sup>1</sup>; THAYNON BRENDON PINTO NORONHA<sup>2\*</sup>; DANIELA DA COSTA LEITE COELHO<sup>3</sup>; KETSON BRUNO DA SILVA<sup>4</sup>; LUIS CÉSAR DE AQUINO LEMOS FILHO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil, UFERSA, Mossoró-RN, paulohenrique815@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró-RN,  
thay.noronha@hotmail.com

<sup>3</sup>Prof.ª Mestre, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN,  
daniela.coelho@ufersa.edu.br

<sup>4</sup>Doutorando em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, ketsonbruno@hotmail.com

<sup>5</sup>Prof. Doutor, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN,  
lcalfilho@ufersa.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O aumento populacional, a alta taxa de consumo e mau uso da água vêm tornando a mesma um recurso natural escasso. Assim, práticas de preservação e reaproveitamento da água são cada vez mais usadas nas residências com objetivo de economizar esse recurso. Dentre essas práticas, têm-se as técnicas de aproveitamento de águas pluviais como ações que visam substituir o uso de água potável em fins que não necessitam de uma água de boa qualidade. A partir disso, o presente trabalho teve como objetivo fazer um estudo sobre as formas e consequentes vantagens dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, visando a elaboração de um modelo de edificação sustentável. O estudo consistiu na elaboração e utilização de um modelo residencial unifamiliar popular no município de Mossoró-RN, no qual, por meio de dados e correlações, foi possível chegar a valores hipotéticos de consumo de água potável e posterior economia da mesma com a implantação do sistema de aproveitamento. Com relação à quantidade de aproveitamento de águas pluviais, tem-se uma quantidade aproveitável de cerca de 3.565,77 Litros mês<sup>-1</sup>. Conclui-se a partir disso que a adoção de um sistema de captação de reaproveitamento de águas é vantajosa tanto economicamente quanto em relação à preservação da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reaproveitamento de águas, recursos hídricos, edificação sustentável, semiárido brasileiro.

### **RAIN WATER CAPTURE IN A SINGLE-FAMILY BUILDING IN MOSSORÓ CITY - RN**

**ABSTRACT:** The population growth, the high rate of consumption and misuse of water come making it a scarce natural resource. Thus, conservation practices and reuse of water are increasingly used in homes in order to save this feature. Among these practices have been the rainwater harvesting techniques as actions that aim to replace the use of potable water for purposes that do not require a good quality water. From this, the present study aimed to do a study on the ways and consequent advantages of rainwater harvesting systems in order to develop a sustainable building model. The study consisted in the development and use of a single-family popular residential model in Mossoró-RN, in which, through data and correlations, it was possible to reach the hypothetical values of drinking water consumption and subsequent saving of the same with the implementation of utilization system. With respect to the amount of rainwater utilization has become a usable amount of about 3.565,77 Liters month<sup>-1</sup>. It follows from this that the adoption of a water recycling collection system is advantageous both economically and regarding the preservation of the water.

**KEYWORDS:** Water reuse, water resources, sustainable building, brazilian semiarid.

## INTRODUÇÃO

A água é um bem imprescindível para a vida e a mesma tem sua disponibilidade limitada. Sendo assim, a preocupação com a sua escassez num futuro próximo faz com que meios de preservação e reaproveitamento sejam desenvolvidos para amenizar os impactos das atividades humanas sobre ela.

Atualmente, aproximadamente 3/4 da superfície terrestre é coberta por água, o que corresponde a cerca de 1,38 bilhões de quilômetros cúbicos. Porém, 97,50% desse total são de águas salgadas que são inviáveis para consumo humano direto, ou seja, não são potáveis, assim, restam apenas 2,50% de água doce no planeta. Entretanto, 2,20% das águas doces estão presas em geleiras, o que impossibilita sua utilização. Desses 0,30% restantes, 98,50% estão no subsolo, inviabilizando sua utilização, sobrando assim apenas 1,50% de águas doces disponíveis em lagos e rios (águas superficiais), o que corresponde a aproximadamente 0,00027% da quantidade total de água do planeta (Dias et al., 2011).

Em 2007 entrou em vigor a norma regulamentadora brasileira NBR 15.527/2007 que rege o reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em uma edificação. Nessa norma, são abordadas as condições gerais da concepção do sistema de aproveitamento de águas pluviais, das calhas e condutores, dos reservatórios, das instalações prediais, da qualidade da água, do bombeamento e da manutenção de um sistema de reaproveitamento. De acordo com a NBR 15.527/2007, os padrões de qualidade da água devem ser definidos de acordo com a utilização prevista (ABNT, 2007).

Além da quantidade de água do planeta ser limitada, o aumento da população faz com que a preocupação com a escassez cresça. A população global cresce paulatinamente a cada ano, com isso o consumo da água também cresce. Dessa forma, a quantidade de água consumida tende a crescer cada vez mais com o passar das décadas até culminar num ponto de escassez total desse recurso. Nesse contexto, no presente trabalho será desenvolvido um estudo sobre o aproveitamento de águas pluviais em edificações na região semiárida brasileira buscando esclarecer as vantagens da utilização desses sistemas de reaproveitamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ♦ Local em estudo

O local de estudo foi o município de Mossoró, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, que possui aproximadamente 2,1 mil km<sup>2</sup> (IBGE, 2015), o que a torna a segunda maior cidade do Estado, sendo situada a 275 km da capital, Natal, nas coordenadas geográficas 05° 11' 15" de latitude sul, 37° 20' 39" de longitude oeste e 16 m de altitude.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró-RN é do tipo BSw<sup>h</sup>, isto é, "clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono", com precipitação pluviométrica bastante irregular e média anual de 673,9 mm, apresentando temperatura média de 27°C e média de umidade relativa do ar em 68,9% (Alvares et al., 2013).

### ♦ Levantamento de dados

No levantamento de dados foram pesquisadas características pluviométricas do município de Mossoró-RN. Por meio de dados pluviométricos do município e das dimensões da casa modelada pôde-se estimar, através de cálculos, o quanto de água pluvial pode ser captada nesta residência.

Por meio da pesquisa bibliográfica foram obtidas informações relevantes sobre as características das águas pluviais, bem como formas de tratamento e as características necessárias para aproveitamento das mesmas. Toda água reaproveitada nos processos descritos irá substituir o uso de água potável em fins menos nobres, promovendo a preservação desse recurso natural.

### ♦ Edificação sustentável

Um modelo de residência unifamiliar popular foi desenvolvido no intuito de observar os resultados obtidos com as técnicas de materiais, sistemas e práticas sustentáveis aqui apresentadas. O modelo adotado é constituído de um núcleo familiar com quatro membros e uma residência de aproximadamente 60 m<sup>2</sup> de área, composta por dois quartos de 6,75 m<sup>2</sup> cada, uma sala de 15,42 m<sup>2</sup>, uma cozinha de 15,53 m<sup>2</sup>, uma varanda de 5,41 m<sup>2</sup> e um banheiro de 4,05 m<sup>2</sup>.

O telhado da residência é formado de duas águas com inclinação de 25% (14°) com uma área aparente de aproximadamente 68 m<sup>2</sup> (41,5 m<sup>2</sup> + 26,95 m<sup>2</sup>). Pode-se calcular a área real (A<sub>real</sub>) do telhado através da relação entre a área aparente (A<sub>aparente</sub>) da cobertura e a inclinação (i) do telhado de acordo com a seguinte equação:

$$(1) A_{\text{real}} (\text{m}^2) = A_{\text{aparente}} (\text{m}^2) \div (\cos i)$$

Através da área real do telhado (A<sub>real</sub>) e do índice médio pluviométrico do local de estudo (I<sub>médio</sub>) foi possível chegar à quantidade de água pluvial captada anualmente por esse telhado a partir da relação:

$$(2) V_{\text{anual}} (\text{Litros ano}^{-1}) = I_{\text{médio}} (\text{L m}^{-2}) \times A_{\text{real}} (\text{m}^2)$$

Desse volume total (V<sub>anual</sub>) de água captada, as primeiras águas captadas são descartadas por serem águas que fazem a limpeza do telhado, das calhas e tubulações. Considerando que 10% do volume de água pluvial captado anualmente são descartados, chega-se ao volume de água pluvial aproveitável por ano a partir da seguinte fórmula:

$$(3) V_{\text{aproveitável anual}} (\text{Litros ano}^{-1}) = V_{\text{anual}} (\text{Litros ano}^{-1}) - 0,1 \times V_{\text{anual}} (\text{Litros ano}^{-1})$$

Com o volume de água pluvial aproveitável anual e levando em conta que um ano possui 12 meses, pode-se chegar ao volume de água pluvial aproveitável mensal da seguinte forma:

$$(4) V_{\text{mensal}} (\text{Litros mês}^{-1}) = V_{\text{aproveitável anual}} (\text{Litros ano}^{-1}) \div 12 (\text{mês ano}^{-1})$$

De acordo com a quantidade real de água aproveitável mensal, pode-se estimar o volume da cisterna levando em consideração o volume máximo de água acumulada de dois meses, ou seja, o volume da cisterna (V<sub>cisterna</sub>) será maior que o volume de dois meses de água acumulada. Logo, tem-se:

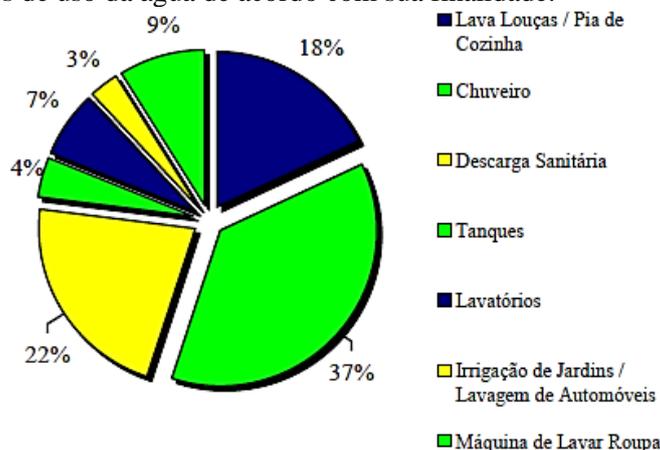
$$(5) V_{\text{cisterna}} > 2 \times V_{\text{mensal}}$$

Considerando um núcleo familiar composto por quatro integrantes, pode-se calcular a quantidade de água consumida por dia (V<sub>consumida</sub>) através da equação (6), considerando o valor do consumo diário de um habitante igual a 166,3 litros habitantes<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Ministério das Cidades, 2014).

$$(6) V_{\text{consumida}} (\text{Litros dia}^{-1}) = \text{habitantes} \times \text{consumo diário por cabeça} (\text{Litros hab}^{-1} \text{ dia}^{-1})$$

Baseado nos dados de Hafner (2007), pode-se estimar a percentagem de utilização de água em uma residência, dividindo as atividades onde é indispensável o uso de água potável das atividades onde se pode substituir a água potável por água pluvial. Partindo disso, sendo a água potável indispensável em pias de cozinha (18%), de onde normalmente a água é retirada para preparo de alimentos e consumo e em lavatórios (7%); a água pluvial podendo ser aproveitada em descarga sanitária (22%), regagem de jardim, lavagem de automóveis (3%), chuveiros (37%), tanques (4%) e lava roupas (9%), pode-se dividir a quantidade percentual mensal de cada tipo de água a partir da Figura 1.

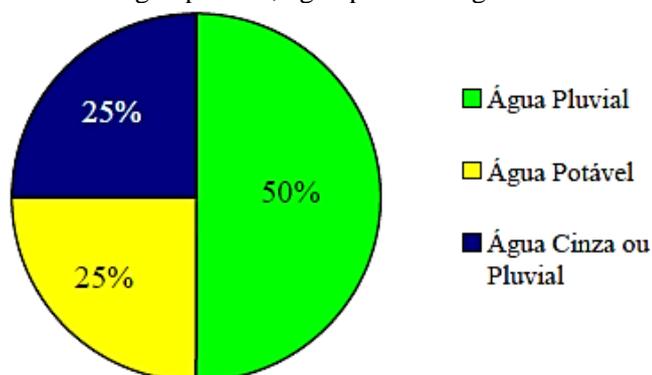
Figura 1. Possibilidades de uso da água de acordo com sua finalidade.



Fonte: Adaptado pelo pesquisador (Hafner, 2007).

A partir da Figura 1, chegou-se na Figura 2, a qual mostra a distribuição percentual de consumo de água potável, água pluvial e água cinza em uma residência.

Figura 2. Percentual de consumo de água potável, água pluvial e água cinza mensal.



Fonte: Adaptado pelo pesquisador (Hafner, 2007).

De acordo com os cálculos da quantidade de água consumida por dia ( $V_{consumida}$ ) por uma família composta por quatro integrantes, pode-se calcular a quantidade total mensal de água consumida ( $V_{total\ mensal}$ ), considerando um mês de 30 dias, através da seguinte equação:

$$(7) V_{total\ mensal} (\text{Litros mês}^{-1}) = V_{consumida} (\text{Litros dia}^{-1}) \times 30 (\text{dias mês}^{-1})$$

Existem atividades onde se pode substituir o uso de água potável por água pluvial. Porém, caso o volume substituível ( $V_{pluvial}$ ) seja maior que o volume de água pluvial captado ( $V_{mensal}$ ), tem-se um volume complementar ( $V_{complementar}$ ) que não substituirá a água potável calculado através da seguinte equação:

$$(8) V_{complementar} (\text{Litros mês}^{-1}) = V_{pluvial} (\text{Litros mês}^{-1}) - V_{mensal} (\text{Litros mês}^{-1})$$

Esse volume complementar não poderá ser substituído por águas pluviais, logo ele será adicionado ao volume mínimo de água potável necessário em um mês, obtendo assim o volume base ( $V_{base}$ ) de água potável que será consumido durante um mês por uma família formada por quatro pessoas.

$$(9) V_{base} (\text{Litros mês}^{-1}) = V_{potável} (\text{Litros mês}^{-1}) + V_{complementar} (\text{Litros mês}^{-1})$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ♦ Quantidade de água pluvial captada em uma edificação unifamiliar

Sendo a área de captação de águas pluviais igual à área real ( $A_{real}$ ) do telhado da residência unifamiliar popular usada como estudo, calculou-se através da Equação (1) o valor da área de captação de águas pluviais, obtendo  $A_{real} = 70,55 \text{ m}^2$ .

Com o valor da área real do telhado ( $A_{real}$ ) e tendo posse dos dados de precipitação pluviométrica média anual do município de Mossoró-RN que é de 673,9 mm (Alvares et al., 2013), ou seja, 673,9 Litros  $\text{m}^{-2}$ , calculou-se o volume total de água pluvial que pode ser captada anualmente através da Equação (2), obtendo o volume de  $V_{anual} = 47.543,645 \text{ Litros ano}^{-1}$ .

Considerando que o correspondente a águas descartadas seja 10% do valor total de água captada, tem-se, através da Equação (3), que o volume real de água aproveitável anualmente de chuva é  $V_{aproveitável\ anual} = 42.789,28 \text{ Litros ano}^{-1}$ .

O valor mensal de água pluvial aproveitável é obtido através da equação (4), sendo ele igual  $V_{mensal} = 3.565,77 \text{ Litros mês}^{-1}$ . As águas pluviais poderão ser usadas em fins não potáveis como em chuveiros, lava-roupas e em tanques.

Através da Equação (5), foi obtido que o volume da cisterna deve ser maior que 7.131,55 Litros ( $V_{cisterna} > 7.131,55 \text{ Litros}$ , Equação 5), dessa forma, considerando à irregularidade das chuvas na região, foi estimado que o volume da cisterna seria de 8.000 Litros, ou seja,  $V_{cisterna} = 8 \text{ m}^3$ .

#### ♦ Análise da economia de água potável

O consumo de água diário consumido pela família composta por quatro pessoas em estudo calculado pela Equação (6) foi de  $V_{\text{consumida}} = 665,2$  Litros  $\text{dia}^{-1}$ . A partir da Equação (7), foi possível calcular o volume total mensal de água consumida por uma família composta por quatro pessoas, chegando ao valor de  $V_{\text{total mensal}} \approx 20.000$  Litros  $\text{mês}^{-1}$  ( $20 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$ ).

Tomando como base os dados da Figura 2, tem-se que de 20.000 Litros mensais de água, 5.000 Litros serão de água potável, ou seja, seria o volume base de água potável ( $V_{\text{potável}}$ ) que seria pago por mês. Dessa forma, o volume de água potável com uso dispensável se resume a 15.000 Litros mensais, ou seja, esse é o volume de água que poderá ser substituído ( $V_{\text{pluvial}}$ ) por águas pluviais.

Mensalmente, em média, tem-se o aproveitamento de água pluvial constante igual à  $V_{\text{mensal}}$ . Como informado anteriormente, o volume de água potável que poderá ser substituída por água pluvial é igual a 15.000 Litros  $\text{mês}^{-1}$ . Logo, o volume de água pluvial extra, caso ultrapasse os 15.000 Litros aproveitáveis, será utilizado nas atividades que usem águas cinza ou águas pluviais, sendo que em primeiro lugar na ordem de uso de águas pluviais seja as atividades onde não se pode usar água cinza.

Caso o volume de água pluvial fique inferior ao volume de águas potáveis substituíveis por águas pluviais, a diferença de volume ( $V_{\text{complementar}}$ ) deverá ser somada ao volume base de água potável ( $V_{\text{base}}$ ) que será consumida por mês. O volume de água complementar calculado a partir da Equação (8) foi de  $V_{\text{complementar}} = 11.434,23$  Litros  $\text{mês}^{-1}$ . Logo, de acordo com a Equação (9), o volume base de água potável consumido mensalmente é de  $V_{\text{base}} = 16.434,23$  Litros  $\text{mês}^{-1}$ .

## CONCLUSÃO

O aproveitamento de águas pluviais pode ser bastante vantajoso, tanto financeiramente quanto em relação a preservação dos recursos hídricos, pelo notável volume de água potável conservada em atividades que não necessitam de um alto nível de qualidade da água.

As águas pluviais captadas podem ser utilizadas em descargas sanitárias, lavagem de automóveis, regagem de hortas e jardins, chuveiros, lava-roupas e tanques. Com a utilização de um modelo de residência popular e considerando um núcleo familiar composto de quatro integrantes, pôde-se calcular o volume de economia de água potável de 3.565,77 Litros em meses de coleta.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 15.527: aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. 1.ed. São Paulo: ABNT, 2007. 8 p.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, p.711-728, 2013.
- Dias, N. S.; Silva, M. R. F.; Gheyri, H. R. Recursos hídricos: usos e manejos. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 152p.
- Hafner, A. V. Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia).
- IBGE. Cidades: Rio Grande do Norte, Mossoró. 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240800>. Acesso em: 03 de abril de 2016.
- Ministério das Cidades. Sistema nacional de informações sobre saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2013. 19.ed. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181p.