

ANÁLISE DE ORÇAMENTAÇÃO SOBRE O REUSO DA ÁGUA DA CHUVA.

Fernando Candido da Mota Filho

Graduando em Engenharia Mecânica (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
fernando.engenheiro.30@gmail.com

Marcos Campos de Carvalho

Graduando em Engenharia Produção (UNISUAM), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
marcoscamposcarvalho@yahoo.com.br

José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves

Mestrado Acadêmico em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Docente, UNISUAM, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Joserobertoverde@gmail.com

RESUMO

A utilização da água da chuva é essencial para amenizar a crise hídrica do país. Os últimos anos, ocorre uma grande falta d'água e recursos hídricos cada vez mais secos. Diante desta situação, tenha-se ideia final de suprir as necessidades emergenciais, através da utilização de um projeto sustentável, renovável, com baixo impacto ambiental e com custo de produção aceitável. O presente trabalho, procurou explorar o aproveitamento da água da chuva como uma fonte de energia que vem sendo utilizada no Brasil, proporcionando conforto e economia para o público alvo. Além de demonstrar as características e tipos de projetos que podem ser implementados em residências, mostrando também a sua economia.

Palavra-chave: Água da chuva. Sustentável. Recursos hídricos.

ANALYSIS OF BUDGETING ON THE RAIN WATER REUSE

ABSTRACT

The use of water is essential to soften the country's water crisis. The last few years, there is a great lack and increasingly dry water resources. In the face of the situation, have the final idea of meeting the emergency needs, through the use of a sustainable, renewable project, with environmental impact and with acceptable production cost. The present work, has the exploration of the water of the rained as a power source that saturating in Brazil, promising and public advertising. Also, how characteristics and types of projects that can be implemented in homes, also showing their economy.

Keywords: Rainwater. Sustainable. Water resources.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso mineral essencial para a sobrevivência de seres vivos e vegetais. No entanto, esse recurso tem se tornado cada vez mais ausente e a população, que tem sofrido com obstáculos sociais e ambientais, tende a se preocupar também com a falta d'água diariamente no país. A crise hídrica no Brasil ocorre em maior grau nas regiões Sudeste e Nordeste, sendo principalmente ocasionada ao longo período de estiagem ou muita das vezes está conectado com o governo estadual. O crescimento da demanda industrial e o crescimento populacional desordenado também contribuem no aumento do consumo de água no Brasil.

O armazenamento da água da chuva torna-se de suma importância para locais que não possuem água limpa em abundância ou de boa qualidade. A finalidade de usar a água da chuva é diminuir a demanda de água fornecida pelo município, diminuindo assim os custos da água potável e o riscos de enchentes nos dias de fortes chuvas.

O projeto para desenvolver o sistema de aproveitamento da água da chuva requer um estudo aprofundado desde o material a ser utilizado até o melhor local a ser instalado. Sendo o Brasil um país tropical e suas condições climáticas são propícias para a chuva em grande parte do ano, a aquisição de uma cisterna gera mais benefícios do que malefícios e seu custo varia dependendo do projeto.

O objetivo do presente trabalho foi apresentar a captação da água da chuva

como uma fonte alternativa, mostrando a sua eficiência para uso com fins não potáveis. Para que o trabalho fosse realizado com sucesso, foi fundamental uma série de pesquisas e tentativas, conhecendo diversos tipos de materiais utilizados para a fabricação de uma cisterna.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo água, é um elemento natural e essencial para sobrevivência (Automaire, 2015). Os recursos hídricos (incluindo rios, aquíferos subterrâneos, lagos e outras fontes) é a consideração da água como um bem precioso e econômico passível de utilização para qualquer fim (Rebouças, 1999). O aumento na taxa de urbanização nos últimos tempos estão sobrecarregando estes recursos hídricos e acarretando a ocorrência de secas e enchentes, além na poluição dos mananciais (Ana, 2002).

No entanto, esse recurso tem se tornado cada vez mais ausente e a população, que tem enfrentado obstáculos sociais e ambientais (Galvão & Bermann, 2015). A crise hídrica no Brasil ocorre em maior grau nas regiões Sudeste e Nordeste, sendo principalmente ocasionada ao longo período de estiagem ou muita das vezes está conectado com o governo estadual (Silva *et al.*, 2012).

Em função disso, o armazenamento da água da chuva é de suma importância para locais que não possuem água limpa em abundância ou de boa qualidade (Neto *et al.*, 2012). A finalidade de usar a água da chuva é diminuir a demanda de água fornecida pelo município, diminuindo assim os custos da água potável e o riscos de enchentes nos dias de fortes chuvas (Souza & Santos, 2016).

“Desenvolvimento sustentável: é o crescimento econômico considerando o meio ambiente no seu processo produtivo, assegurando os recursos naturais em qualidade e quantidade suficientes às futuras gerações, para que o crescimento econômico torna-se um processo sustentável assegurando o equilíbrio ecológico e a igualdade social” (LEFF, 2001).

Seguindo o pensamento de utilizar o que a natureza nos oferece, a reutilização

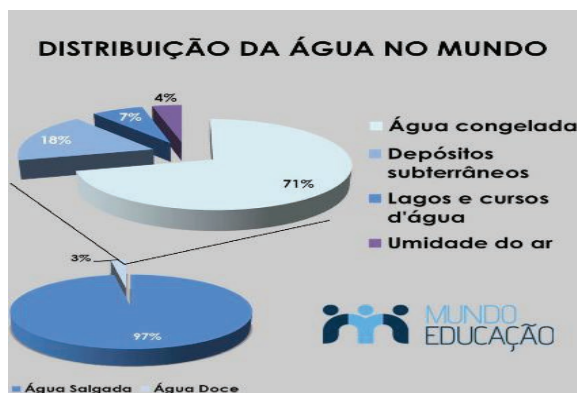
da água da chuva se encaixa perfeitamente na ideia de sustentabilidade, uma vez que se utiliza essa água para fins não potáveis ao invés da água potável que vem da torneira. A água que se encontra na superfície terrestre, quando aquecida pelo sol, evapora e se mistura com o ar atmosférico. O vapor de água se condensa no ponto mais alto da atmosfera (devido ao ar gelado) e forma pequenas gotículas de água que flutuam no ar, dando origem às nuvens (Cavalcanti & Mariano, 2016). Quando essas gotículas ficam mais pesadas e não conseguem se sustentar no ar, a água acaba voltando à superfície, caindo em forma de chuva (Tavares, 2012).

Os tópicos a seguir propõem ao usuário final a conhecer os recursos hídricos do mundo, do Brasil, as características do sistema de aproveitamento da água da chuva e seus tipos.

2.1 Disponibilidade de Recursos Hídricos no Mundo

Apesar da grande abundância de água que se encontra na Terra, pouca quantidade denomina-se água doce. Cerca de 97% dos recursos hídricos são compostos por água de mares e oceanos (água salgada), sendo assim impróprios para consumo, e os outros 3% são de água doce. Dentro desta quantidade de água doce, 71% está congelada nas calotas polares, 18% estão em águas subterrâneas, 17% em rios e lagos e 4% em umidade do ar, totalizando 29% de água potável existente no mundo (Carvalho, 2015).

Figura 1 – Distribuição da Água no Mundo



Fonte: (Pena, 2017).

2.2 Disponibilidade de Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil é um país rico em recursos hídricos, porém sua maior concentração são nas regiões menos populosas. Por exemplo, a região Norte concentra menos de 7% da população e possui cerca de 68% das reservas hídricas do país, enquanto as regiões mais populosas como o Sudeste e o Nordeste apresentam 6% e 3%, respectivamente, das reservas.

2.3 Consumo de Água em uma Residência

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2005), uma família de classe média consome pelo menos 200 litros de água por dia. Este número está muito acima da quantidade suficiente de consumo diário que são de 110 litros.

2.4 Crise Hídrica no Brasil

O Brasil se encontra em uma severa crise hídrica. Uma das principais causas é o crescimento populacional, da industrial e da agricultura. Outra causa é o consumo exagerado desse recurso. Para amenizar esse problema é a utilização da água da chuva para fins não potáveis.

2.5 Construção de uma Cisterna

Para a construção de uma cisterna é necessário estudar o local que será instalado e assim escolher os melhores materiais para o projeto. Existem equipamentos que ajudam na captação, como as calhas e os condutores. As calhas são por onde a água deve passar e são os condutores que levam essa água do pavimento superior para a cisterna que se encontram no andar abaixo (Montoya et al., 2015). Em seguida, quando a água já se encontra no reservatório (cisterna), ela começa a receber o devido tratamento de pré-

-consumo, com o auxílio de filtros de areia, sistemas de desinfecção e bombeamento (Matos et al., 2013). A cisterna deve ser posicionada no piso inferior ao da captação, e deve haver uma manutenção periódica para evitar o acúmulo de impurezas resultantes da precipitação do fluido armazenado, que no caso dos prédios deve-se obedecer a NBR 5626 (ABNT, 1998). Os primeiros milímetros de chuva devem ser descartados pois servem para lavar o telhado e remover as fezes de animais, folhas e outros dejetos que ficam retidos nos filtros.

2.6 Utilização da Água da Chuva

A água da chuva, depois de ser coletada e tratada, pode ser utilizada para diversas atividades domésticas, como: descarga de vasos sanitários, irrigação de plantas, espelhos d'água, usos industriais, lavagem de carros e quintais (Andrade et al., 2017). Os reservatórios são capazes de acumular uma grande quantidade de água, consequentemente beneficiam uma família inteira.

2.7 Vantagens x Desvantagens

Dentre as vantagens de desenvolver um projeto para a captação de água da chuva são: é um projeto sustentável, pois reaproveita a água do ciclo hidrológico ao invés de utilizar a água potável; pode ser instalada em qualquer ambiente (residencial, empresarial e/ou rural); acarreta em economia de até 50% na conta d'água; ameniza os riscos de enchentes; possui diferentes capacidades de armazenamento, atentando a todos os tipos de usuários (Salla *et al.*, 2013).

Por outro lado, como todo projeto, existem algumas desvantagens como: a necessidade de limpar as calhas para impedir diversas contaminações e também a limpeza periódica do interior da cisterna; as cisternas de plástico podem deformar em pouco tempo; dependendo do tipo de cisterna o custo de instalação será alto.

2.8 Tipos de Cisternas

O primeiro tipo de cisterna é a de alvenaria, feita de matérias como o cimento, cal e tijolo. Geralmente a mão de obra para a construção é de baixo custo, tendo como investimento maior a sua instalação, exigindo a presença de um profissional qualificado. Quase todas as cisternas de alvenaria são consideradas de grande porte e por isso comportam um alto nível de água, com isso necessitam de um bom espaço para sua construção. Um aspecto negativo é a sua baixa durabilidade.

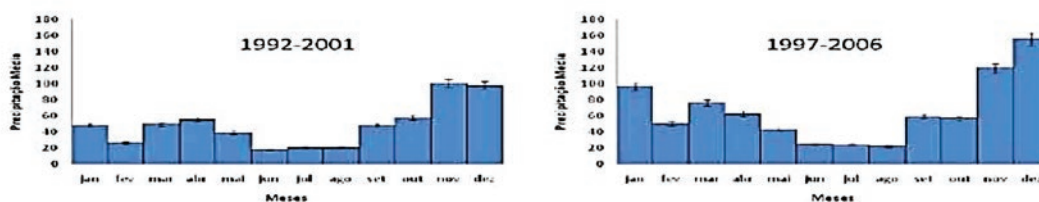
Outro exemplo de cisterna são as pré-fabricadas ou tanques em polietileno. Essas cisternas devem ser enterradas e não precisam de obras para sua contenção, os pontos para conexões hidráulicas já vem instalados e com acesso ao seu interior. Sua durabilidade é considerada alta em relação as outras.

3 ESTUDO DE CASO

No estudo realizado por Pêgo e Erthal Júnior (2012), foram consideradas duas situações: uma casa habitada por cinco pessoas com 100 m² de telhado e a Universidade Cândido Mendes ambas situadas na cidade de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro, região Sudeste do país.

O cálculo da precipitação média mensal na cidade de Campos dos Goytacazes, foi efetuado com a utilização de bancos de dados compreendendo duas séries históricas: a primeira entre 1992 e 2001; e a segunda entre 1997 e 2006 como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Precipitação média mensal na cidade de Campos dos Goytacazes, nos períodos de 1992 a 2001 (a) e de 1997 a 2006 (b).



Fonte: (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2012)

O cálculo do consumo de água não potável na casa e na Universidade está apresentado na Quadro 1.

Quadro 1 – Equações para estimar o consumo mensal de água de chuva em uma residência.

Coluna1	Coluna2
Bacia Sanitária	Número de Pessoas x Número de vezes/dia x Quantidade Litros x 30 dias
Lavagem de calçada/Área comum	Calçada/Área comum em m ² x Número de vezes no mês x 3 litros/dia/m ²
Lavagem de carro	Número de carros x 100 litros/lavagem x Número de vezes /mês
Rega de Jardim	Área do jardim em m ² x 0,8 litros/dia/m ² x Número de dias no mês

Fonte: (ROGGIA, 2007).

O dimensionamento do reservatório foi calculado por meio da análise de simulação, onde o valor do reservatório é estabelecido, esperando-se um melhor aproveitamento do sistema e uma redução no investimento para a sua construção. Neste caso, foi usado o coeficiente de perdas ou coeficiente de Runoff, que varia de acordo com o tipo de telha e representa a água evaporada, absorvida ou usada para limpeza do telhado, estipulado em $C=0,8$, o que equivale a 20% de perda, sendo o volume de água coletada, descontado do volume de água pluvial captada (Thomaz, 2003).

Desta forma dimensionou-se o reservatório de acordo com o acúmulo máximo possível que, neste estudo, correspondeu ao mês de dezembro.

Para o custo de implantação do sistema, foi considerado apenas o valor gasto com a construção do reservatório que se trata da parte mais cara do empreendimento. Neste estudo foi avaliada a construção de um reservatório enterrado de concreto armado. O custo para a construção de 1m³ de reservatório foi de R\$ 420,00 e o custo anual para sua manutenção foi de aproximadamente R\$ 100,00 (Guilherme, 2006).

O custo médio da água para o Sistema Residencial, onde se enquadra a residência avaliada, ficou em R\$1,78/m³, enquanto para uma Universidade, que pertence ao Sistema Empresarial, o valor foi de R\$ 15,53.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, diante dos fatos apresentados, conclui-se que é necessário esclarecer os aspectos técnicos e econômicos de um projeto de captação, armazenamento e utili-

zação de água da chuva, bem como seus benefícios ao meio ambiente e a economia gerada pós implementação do referido projeto. A captação da água da chuva e o seu reuso é completamente importante para amenizar a crise hídrica que está presente nos dias de hoje no Brasil. Essa prática já vem sendo adotada em shoppings e edifícios modernos que se preocupam com o meio ambiente, porém esse método de uso da água tem que ser bem específico e cuidadosamente classificado na construção, pois como já citado, essa água não é própria para o consumo. Há também a existência de leis e regulamentos visando a adoção de medidas capazes de economizar os recursos hídricos presentes no Brasil. Entretanto, além dessas leis, é preciso ações socioeducativas para a conscientização da população, instruindo-os a evitar o desperdício.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5626** – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ANA – Agência Nacional de Águas. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil / The Evolution of Water Resources Management in Brazil**. Brasília; ANA, 2002.

ANDRADE, M. A. N.; LISBOA, M. B.; LISBOA, H. M. **Reservatório de ardósia para sistemas de aproveitamento de água de chuva**, 2017. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000300563&lng=en&nrm=iso&tlng=pt >. Acesso em: 24 set. 2017.

AUTOMARE, M. M.; **Água: a escolha da ciência**, 2015. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200103 >. Acesso em: 09 set. 2017.

CARVALHEIRO, José da Rocha. Água e saúde: bens públicos da humanidade. **Estud. av.**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 139-149, Aug. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200139&lng=en&nrm=iso>.

Acesso em: 30 mai. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142015000200009>.

CAVALCANTI, E. P.; MARIANO, E. B. **Tendência do Vapor D'Água na Atmosfera Mediante Dados do NCEP/NCAR**, 2016. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862016000500564&lng=en&nrm=iso&tlng=pt >. Acesso em: 10 set. 2017.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. **Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas**, 2015. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200043 >. Acesso em: 09 set. 2017.

GUILHERME, L. B. **Aproveitamento das águas de chuva da cidade do Natal para fins potáveis**. Natal, 2006. 141 p. Dissertação (Mestre) – Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder/ Enrique Leff**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Editora Vozes, 2001.

MATOS, C.; SANTOS, S.; BENTES, I.; MONZURLMTEAZ, B. **Rainwater storage tank sizing: Case study of a commercial building**, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609014000181> >. Acesso em: 24 set. 2017.

MONTOYA, M. G.; MARTÍNES, A. B.; RIVERA, F. N.; GONZÁLEZ, M. S.; ORTEGA, J. M. P.; HALWAGIL, M. M. E. **Simultaneous design of water reusing and rainwater harvesting systems in a residential complex**, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098135415000563> >. Acesso em: 01 out. 2017.

NETO, R. F. M.; CARVALHO, I. C.; CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. F. **Rainwater use in airports: A case study in Brazil**, 2012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344912001437> >. Acesso em: 24 set. 2017.

ONU (2005). United Nation. **International Decade for Action 'Water for Life' 2005-2015**. Disponível

em: <http://www.un.org/waterforlifedecade/food_security.shtml>. Acesso em: 3 dez. 2014.

PÊGO, C. S.; ERTHAL JÚNIOR, M. **Dimensionamento e viabilidade econômica da coleta e uso de águas pluviais no município de Campos dos Goytacazes, RJ**, 2012. Perspectivas Online: Ciências Exatas e Engenharia. Disponível em: <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/index/index>. Acesso em: 22 nov. 2017.

PENA, R. F. A. **A Distribuição da Água no Mundo**. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/a-distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em: 10 nov. 2017.

REBOUÇAS, A.C. Águas Doce no Mundo e no Brasil. In: Águas Doces Do Brasil. Aldo da Cunha Rebouças [et al.] (Org). Escrituras Editora, 1999.

SALLA, M. R.; LOPES, G. B.; PEREIRA, C. E.; NETO, J. C. M.; PINHEIRO, A. M. **Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade**, 2013. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000200013 >. Acesso em: 24 set. 2017.

SILVA, C. V.; HELLER, L.; CARNEIRO, M. **Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais**, 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n4/v17n4a06> >. Acesso em: 23 set. 2017.

SOUZA, M. M.; SANTOS, A. S. P. Água potável, água residuária e saneamento no Brasil e na Holanda no âmbito do Programa de Visitação Holandês – DVP: Dutch Visitors Programme, 2016. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n2/1809-4457-esa-21-02-00387.pdf> >. Acesso em: 24 set. 2017.

TAVARES, J. P. N. **Interação entre a vegetação e a atmosfera para formação de nuvens e chuva na Amazônia: uma revisão**, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100015 >. Acesso em: 03 out. 2017.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da água de chuva- Para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ed. São Paulo: Navegar, 2003. 180p.