



VIABILIDADE DO USO DE CISTERNAS COMO ALTERNATIVA PARA A ESCASSEZ DE CHUVA

KAREN M. C. MATTOS¹, DIOGO R. M. FERNANDES², VICENTE B. M. NETO³,
ARTHUR MATTOS⁴

1 Eng. Agrônomo, Profa. Adjunta, Curso Agronomia, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, UFRN, Natal-RN, Fone: (0 xx 84) 3342 4838, karen@ct.ufrn.br .
2 Eng Produção, Mestre, Natal-RN ; 3 Eng Produção, Natal-RN
4 Meteorologista, Prof. Titular, LARHISA, UFRN, Natal-RN

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Eventos Benedito Nunes na Universidade Federal do Pará, Belém - PA

Resumo: Devido ao grave problema da escassez da água de boa qualidade pelo qual o planeta está sofrendo, a discussão acerca de novas formas de captação, armazenamento e aproveitamento da água ganha importância. Dentro desse contexto, surge o sistema de aproveitamento de água da chuva como uma das principais soluções para melhor gestão do uso da água, incluindo benefícios sociais como a redução de enchente. A fim de analisar a viabilidade econômica relativa à implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva, foi realizado um estudo de caso descritivo do sistema instalado em uma das instalações da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Ao final do estudo foi comprovada, por meio de ferramentas da matemática financeira, a viabilidade econômica do sistema.

Palavras chaves: cisterna, meio ambiente, água da chuva

Feasibility Of The Use Of Tanks As Alternative To Shortage Of Rain

Abstrat: Due to the problem of water scarcity of good quality by which the planet is suffering, the discussion about new forms of inflow, storage and enjoyment of water gains importance. Within this context there is the system of utilization of rainwater as a leading solutions for better management of water use, including social benefits such as reducing flood. In order to analyze the economic viability of the system deployment on harnessing rainwater, we conducted a descriptive case study of the system installed in one of the premises of the UFRN. At the end of the study was proven by means of tools of financial mathematics, the economic viability of the system.

Keywords: tank, environment, Rainwater

INTRODUÇÃO

Atualmente a escassez de água própria para o consumo humano vem tomando proporções alarmantes. Alguns fatores genéricos como o aumento contínuo da população mundial e o crescimento das cidades e dos centros industriais são responsáveis pelo aumento da demanda por água de qualidade, em contra partida, o uso não racional e sustentável da mesma vem causando sua escassez, uma vez que, interfere negativamente no seu ciclo hidrológico.

A disponibilidade *per capita* de água potável de boa qualidade em todos os países desenvolvidos e em desenvolvimento vem diminuindo, em grande parte pela degradação causada por esgotos, poluição industrial, produtos químicos excesso de nutrientes e pragas de algas (VILLIERS, 2002).





Muitos estudos tem se preocupado, de forma geral, em melhor gerir os recursos hídricos, a fim de otimizar seu uso, visando evitar o gasto inescrupuloso deste bem vital para toda a humanidade. Um dos meios de racionalizar o uso da água é através do aproveitamento da água de chuva, que pode servir para a irrigação, para o abastecimento humano e industrial, e ainda reduz os riscos de enchentes em regiões que possuem solos altamente impermeabilizados. Segundo Guilherme (2006), essa forma de aproveitamento tem apontado ser viável por ser uma alternativa de baixo custo, e eficaz em resolver o problema da demanda de água destinada ao consumo humano.

Imerso nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é expor de forma analítica a viabilidade econômica da instalação de um sistema de reaproveitamento da água de chuva, tendo como base o sistema instalado no Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (LARHISA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) o qual já se encontra em funcionamento desde o ano de 2006.

A metodologia adotada para desenvolver a pesquisa foi um estudo do caso descritivo da instalação do sistema de reaproveitamento no LARHISA e os principais instrumentos de coletas de dados foram a observação direta e a análise em documentos administrativos que possibilitou avaliar a viabilidade econômica do sistema.

A importância da água

A disponibilidade da água é, atualmente, um dos pontos mais discutidos e estudados, por estar sendo afetada pela poluição desenfreada e a escassez da água doce no mundo como um todo. Como a utilização da água pelo homem depende da captação, do tratamento e da distribuição dessa água, é importante buscar formas alternativas de captação de água de boa qualidade. Nesse contexto figura entre as mais limpas a água de chuva, além de ser de baixo custo. A procura por novas formas de captar água tem se mostrado cada vez mais frequente devido a grande poluição das reservas de água doce, bem como, a eminência da escassez de água.

Segundo Villiers (2002), à medida que cresce a população, o uso sustentável da água depende fundamentalmente da adaptação dos seres humanos ao ciclo da água. O homem necessita desenvolver novos conhecimentos, habilidades, procedimentos e instituições a fim de que possa administrar o uso da água de forma integrada e abrangente, mantendo, portanto a qualidade e a quantidade de água, pois em praticamente todas as ações humanas a água está envolvida, desde usos domésticos como lavar roupa, descargas, banho, lavagem de automóvel; até a produção de diversos bens industriais como alimentos e têxteis.

A escassez da água é um problema grave. Atualmente, muitos países já sofrem com a falta de água, no entanto dados da ONU indicam que em poucos anos cerca de 48 países deverão enfrentar a extrema falta de água o que afetará uma população média de 2,8 bilhões de pessoas. Tanto a distribuição como a disponibilidade da água potável sempre foi determinante em inúmeros aspectos sociais, culturais e econômicos. Desde as primeiras civilizações, as quais surgiram ao longo de rios, não foi fácil lidar com a água. Apesar de beneficiadas, essas civilizações enfrentaram também problemas como enchentes, secas e transmissão de doenças por meio da água.

Entre as principais ações humanas que alteram o equilíbrio do ciclo da água, estão o desmatamento e a ocupação intensa do solo, aumentando sua compactação e reduzindo a





permeabilidade para a infiltração natural da água e o escoamento superficial natural, comprometendo a renovação da água através do ciclo hidrológico.

Sistema de aproveitamento da água de chuva

A captação de água da chuva, além de contribuir para o uso racional da água minimiza o impacto das precipitações pluviais, podendo assim, em regiões de maior impermeabilização dos solos, ser enquadrada no conceito de medida não-estrutural da drenagem urbana de Canholi (1995), o qual descreve tal medida como toda e qualquer ação que busca reduzir os danos ou consequências das inundações não por intervenções constituídas por obras, mas fundamentalmente pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação dos sistemas de apoio à conscientização da população à manutenção dos diversos componentes do sistema de drenagem e outros.

Uma das formas mais simples de sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva é através dos telhados. A água da chuva cai nos telhados e escoam por condutores verticais e horizontais (calhas) que direcionam a água para um reservatório, o qual pode ser construído a partir de diferentes materiais, dentre eles a alvenaria de tijolo, aço, polietileno ou o concreto armado. A quantidade de água coletada pelo sistema depende do tamanho da área de captação (telhados, laje de edificação, calçada, dentre outros), da precipitação pluvial do local e do coeficiente de *Runoff*, ao passo que, para determinar o dimensionamento da cisterna que receberá a água da chuva usa-se como base de cálculo a área de captação, a média de precipitação na região e a demanda mensal do prédio que se pretende instalar o sistema de aproveitamento.

Segundo estudos de Anecchini (2005), a água da chuva sofre perda de qualidade ao passar pela área de captação, pois acumula sujeira, como fezes de animais e/ou folhas de árvore, durante o período de estiagem. Ainda em seus estudos, Anecchini (2005) verificou que quanto maior o volume de água da chuva descartada, melhor a qualidade da água que será direcionada ao reservatório. Visto isso, faz-se necessário a utilização de um reservatório de eliminação da primeira chuva, também conhecido por auto-limpeza de água da chuva, um procedimento simples para remoção dos primeiros milímetros de precipitação que retém, descartando ou armazenando, a chuva inicial carregada de materiais como folhas (TOMAZ, 2003).

Dentre várias formas de descarte das primeiras precipitações o reservatório de auto-limpeza com torneira de bóia e o sistema de bola flutuante, se destacam. Ambos seguem o mesmo princípio: com o início da chuva o reservatório de descarte, que se encontra vazio, recebe a água transportada pelas calhas e tubulações verticais até que atinja seu limite e a passagem de água para seu interior é vedada através do fechamento automático da torneira de bóia, no caso do sistema de bola flutuante a entrada da água é vedada por uma bola flutuante. A partir desse momento a água passa a escoar para a cisterna. Ao término da chuva, a água retida no reservatório de auto-limpeza é descartada em uma caixa de brita no solo.

Estudo de caso: sistema instalado no LARHISA





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



Como base de estudo da viabilidade econômica de instalações de sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva, o caso estudado foi o sistema já em funcionamento no edifício do Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – LARHISA, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

A área de captação do sistema foi o próprio telhado do LARHISA com uma área de cerca de 1000m², no entanto, devido a incapacidade da cisterna instalada, a área de cobertura utilizada no projeto foi de apenas ¼ (250m²) da área total. Para efeito de cálculo, o volume de água da chuva aproveitado não é o mesmo que o precipitado estima-se uma perda entre 10% e 33% chamado de coeficiente de *Runoff*, perda de água por evaporação, vazamentos, lavagem de telhado, dentre outras (TOMAZ, 2003).

As calhas componentes no sistema são de seção semicircular de PVC rígido, com diâmetro de 200 mm e declividade longitudinal de 0,20% apoiadas no dimensionamento segundo a fórmula de Manning, e instaladas nas laterais do telhado do LARHISA. Já os condutores verticais, como no geral, são de seção circular e obedeceram ao dimensionamento recomendado pela norma brasileira NBR 10.844/1989, tendo 100 mm (4”) de diâmetro (GUILHERME, 2006).

A água coletada na área de captação do LARHISA é direcionada através das calhas, condutores verticais e horizontais, sendo levada a um reservatório de retenção das primeiras chuvas (caixa de passagem) antes que chegue a cisterna. A caixa de passagem é útil para a retenção de materiais grosseiros e dos primeiros milímetros de água da chuva que, a priori, contém impurezas adquiridas ao entrar em contato com o telhado. Para o dimensionamento da caixa de passagem do LARHISA, foi o utilizado o parâmetro de Andrade Neto (2003), o qual defende a retenção de um litro de água da chuva para cada metro quadrado, portanto o volume dessa caixa de passagem é de 250 litros.

Por fim, a água captada na área de cobertura do LARHISA, levada por condutores verticais e horizontais e após ser retida parte dela, chega à cisterna. Tal cisterna utilizada nesse sistema, já havia sido construída anteriormente e, por estar desativada há algum tempo, recebeu novas camadas finas de concreto e um tratamento de impermeabilização com manta asfáltica. Essa cisterna se mostrou insuficiente para armazenar o volume de água captado (já que o volume máximo suportado por essa cisterna é cerca de 16m³) pela área de cobertura do sistema (250m²) nos períodos mais chuvosos da cidade de Natal, os quais possuem uma média de precipitação mensal de 400 mm, ou seja, o volume de água que a área de captação pode atender é cerca de 375m³.

Enfatizada a importância de instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva, faz-se necessário realizar o estudo da sua viabilidade econômica, uma vez que a relação custo/benefício é de suma importância para a consolidação da possibilidade de instalação desse sistema.

O estudo de viabilidade é baseado em uma área de cobertura, ou seja, uma área de captação igual a 70 m² verificou-se que, segundo Oliveira (2006), a mínima média de precipitação pluvial no semi-árido brasileiro é cerca de 400 mm, portanto considerando o coeficiente de *Runoff* igual a um, podemos constatar que o volume de água que será captada por essa área de cobertura é de, aproximadamente, 28m³, ou seja, 28.000 litros. De acordo com Nogueira (2006), o consumo médio de água por pessoa é igual a 4,5m³ por mês, portanto essa área de cobertura seria capaz de atender às necessidades de uma residência com até cinco moradores. De posse desses dados, é visível a necessidade de se construir uma cisterna de tamanho





suficiente para comportar 28m³, o que em dados financeiros se reflete num custo de, aproximadamente, R\$ 4.896,53 (realidade de mercado da cidade de Natal). Os equipamentos integrantes do sistema de captação como calhas, condutores verticais e horizontais, bocais e suporte totalizam cerca de R\$105,84 e, adicionado o custo da mão-de-obra, alcança o valor de R\$192,47. Enfim, o custo total da instalação do sistema de aproveitamento de água da chuva incluindo a cisterna de 28m³, fica por volta de R\$ 5.089,00 e, de acordo com Guilherme (2006), o sistema como um todo requer um custo de manutenção anual de R\$100,00.

O método que será utilizado para esse estudo é o cálculo do valor presente líquido (VPL), cuja fórmula está expressa abaixo (equação 1). Esse método foi escolhido por ser possível demonstrar um comparativo e indicar qual o melhor projeto, uma vez que tal método transforma futuros gastos ou receitas em “dinheiro equivalente hoje”, ou seja, converte todas as movimentações futuras de um projeto em um único valor no presente, facilitando a tomada de decisão por parte do indivíduo ou empresa, já que o mesmo define no “hoje” a atitude a ser tomada. O cálculo do projeto que for “mais” positivo, ou “menos” negativo indica que é o melhor em comparação os demais projetos. Foram levados em conta dois projetos: a aquisição de água potável, através da rede pública de fornecimento, no caso a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), e a instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva.

$$\sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} \quad (\text{equação 1})$$

Onde: Ft = Fluxos previstos de receitas (entradas) ou despesas (saídas) no período “t”, t = período de análise, k = Taxa Mínima Aceitável (TMA), e n = vida útil do projeto (anos).

Segundo Guilherme (2006), a vida útil do sistema de aproveitamento de água da chuva é cerca de 20 anos, ou seja, n = 20, portanto o horizonte de planejamento para efeito de cálculo será a vida útil do projeto. Foram utilizadas também as tarifas de água cobrada pela CAERN, as quais para o consumo da cota básica de 10m³ numa residência normal é cobrada a tarifa de R\$ 17,55 e mais R\$1,90 por cada metro cúbico excedente entre 11 e 15m³, R\$2,25 entre 16 e 20m³ e R\$2,53 entre 21 e 30m³. Com base nestes dados foi possível estimar o valor cobrado pela CAERN (jan/2013) pela distribuição de 28m³ mensais seria o equivalente a R\$58,54 por mês, ou seja, R\$702,48 anualmente.

Para auxiliar a interpretação dessa análise foram utilizados diagramas de fluxos de caixa, ferramenta da matemática financeira que consiste no estudo do valor do dinheiro ao longo do tempo. As movimentações monetárias são identificadas no prolongamento de uma reta horizontal, a qual representa a escala de tempo (onde o zero significa o presente), por meio de setas direcionadas para baixo (representando custos ou aplicações), e/ou para cima (simboliza receitas ou lucros) em cada período. Os diagramas de fluxos de caixa das duas situações estudadas: aquisição de água através da CAERN e o armazenamento da água de chuva (cisterna), estão dispostos nos diagramas 1 e 2, respectivamente.

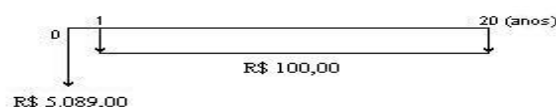
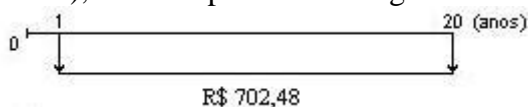


Diagrama 1 - Custo da aquisição da água pela CAERN

Diagrama 2 - Custo do armazenamento de água da chuva

Aplicando a fórmula de VPL, em ambas as situações, e considerando a Taxa Mínima Aceitável (TMA) como 10% ao ano, ou seja, a taxa de rentabilidade mínima que o projeto deve atender ao indivíduo, encontramos para a situação 1, o caso de adquirir água através da





CAERN, um VPL = -5.980,61; ao passo que para a situação 2, a acumulação de água da chuva por meio de sistema de coleta, nos dá um VPL = -5.940,36. É possível observar que o VPL para o caso da cisterna é “menos” negativo, ou seja, esse resultado garante que é mais viável instalar um sistema de aproveitamento de água da chuva do que continuar adquirindo a água por meio de um sistema público de distribuição de água,

CONCLUSÃO

Diante da situação de escassez da água de boa qualidade novas formas de captar, armazenar e aproveitar a água são necessárias, e, entre tantas, o sistema de aproveitamento de água da chuva (cisternas) se mostrou viável economicamente comparando-se os dados referentes à implantação e manutenção das cisternas em relação ao sistema de abastecimento público da CAERN (RN).

Além da viabilidade econômica, outros benéficos sociais podem ser citados como a minimização das enchentes e inundações, uma vez que a água que antes escoava dos telhados até as ruas passaria a ser captada e armazenada para consumo; bem como a racionalização do uso da água ao invés do uso desenfreado e constante degradação da água de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE NETO, C. O.** Segurança sanitária das águas de cisternas rurais. In: 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Juazeiro, 2003. Anais. Bahia: ABCMAC, 2003. 1 CD-ROM.
- ANNECCHINI, K. P. V.** *Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória – ES*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo – ES, 2005.
- CANHOLI, A. P.** *Soluções estruturais não-convencionais em drenagem urbana*. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo – SP, 1995.
- FONARO, A.; GUTZ, I. G. R.** *Acid Deposition and related atmospheric chemistry at the São Paulo Metropolis*. Brazil: Part II – Contribution of Formic and Acetic Acids. São Paulo, 2000. Proceedings: São Paulo: FRG 2000.
- 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.
- NOGUEIRA, P. F.** *Escassez de água*. Disponível em <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm>>. Acesso em 24 de Abril de 2013.
- OLIVEIRA, E. R.** “Especialistas de 11 países discutem em Petrolina desenvolvimento sustentável das regiões áridas e semi-áridas”. São Paulo, 2006. Disponível em <<http://www.abes-sp.org.br/noticias1/index.php?id=135>>. Acesso em 28 de abril de 2013.
- TOMAZ, P.** *Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis*. São Paulo, 2003.
- VILLIERS, M.** *Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

