

Vol 7 Issue 2 Nov 2017

ISSN No : 2249-894X

*Monthly Multidisciplinary
Research Journal*

*Review Of
Research Journal*

Chief Editors

Ashok Yakkaldevi
A R Burla College, India

Ecaterina Patrascu
Spiru Haret University, Bucharest

Kamani Perera
Regional Centre For Strategic Studies,
Sri Lanka

Review Of Research Journal is a multidisciplinary research journal, published monthly in English, Hindi & Marathi Language. All research papers submitted to the journal will be double - blind peer reviewed referred by members of the editorial Board readers will include investigator in universities, research institutes government and industry with research interest in the general subjects.

Regional Editor

Dr. T. Manichander

Sanjeev Kumar Mishra

Advisory Board

Kamani Perera Regional Centre For Strategic Studies, Sri Lanka	Delia Serbescu Spiru Haret University, Bucharest, Romania	Mabel Miao Center for China and Globalization, China
Ecaterina Patrascu Spiru Haret University, Bucharest	Xiaohua Yang University of San Francisco, San Francisco	Ruth Wolf University Walla, Israel
Fabricio Moraes de Almeida Federal University of Rondonia, Brazil	Karina Xavier Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA	Jie Hao University of Sydney, Australia
Anna Maria Constantinovici AL. I. Cuza University, Romania	May Hongmei Gao Kennesaw State University, USA	Pei-Shan Kao Andrea University of Essex, United Kingdom
Romona Mihaila Spiru Haret University, Romania	Marc Fetscherin Rollins College, USA	Loredana Bosca Spiru Haret University, Romania
	Liu Chen Beijing Foreign Studies University, China	Ilie Pinteau Spiru Haret University, Romania
Mahdi Moharrampour Islamic Azad University buinzahra Branch, Qazvin, Iran	Nimita Khanna Director, Isara Institute of Management, New Delhi	Govind P. Shinde Bharati Vidyapeeth School of Distance Education Center, Navi Mumbai
Titus Pop PhD, Partium Christian University, Oradea, Romania	Salve R. N. Department of Sociology, Shivaji University, Kolhapur	Sonal Singh Vikram University, Ujjain
J. K. VIJAYAKUMAR King Abdullah University of Science & Technology, Saudi Arabia.	P. Malyadri Government Degree College, Tandur, A.P.	Jayashree Patil-Dake MBA Department of Badruka College Commerce and Arts Post Graduate Centre (BCCAPGC), Kachiguda, Hyderabad
George - Calin SERITAN Postdoctoral Researcher Faculty of Philosophy and Socio-Political Sciences Al. I. Cuza University, Iasi	S. D. Sindkhedkar PSGVP Mandal's Arts, Science and Commerce College, Shahada [M.S.]	Maj. Dr. S. Bakhtiar Choudhary Director, Hyderabad AP India.
REZA KAFIPOUR Shiraz University of Medical Sciences Shiraz, Iran	Anurag Misra DBS College, Kanpur	AR. SARAVANAKUMAR LAGAPPA UNIVERSITY, KARAIKUDI, TN
Rajendra Shendge Director, B.C.U.D. Solapur University, Solapur	C. D. Balaji Panimalar Engineering College, Chennai	V. MAHALAKSHMI Dean, Panimalar Engineering College
Awadhesh Kumar Shirotriya	Bhavana vivek patole PhD, Elphinstone college mumbai-32	S. KANNAN Ph.D , Annamalai University
	Awadhesh Kumar Shirotriya Secretary, Play India Play (Trust), Meerut (U.P.)	Kanwar Dinesh Singh Dept. English, Government Postgraduate College , solan

More.....



VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA NO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO NO AMAZONAS

(Technical feasibility and economic for the use of rain water for purposes not potaveis in an educational institution in the state of Amazon)



ABSTRACT :

Faced with the serious problem of shortage of good quality water supply in countries like Brazil, which at first has large reserves of fresh water has been taking alarming proportions, especially in metropolitan áreas. The objective of this study is to find alternatives for the rational and sustainable use of water through a rainwater harvesting system for non-potable purposes and their economic potential. To this end, we conducted a case study in the building of the University Residence, Federal University of Amazonas (UFAM). The results show that the system presents a viable alternative in relation to the technical aspects and economic, generating financial savings to the public coffers for a short period, in addition to providing environmental benefits with the protection of the water resources of the region.

KEYWORDS :Sustainability, Rainwater harvesting, economic viability.

INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais vitais e

JerônimoWallage Araujo Morais and Atlas Augusto Bacellar
Researchers at Master degree program in Manufacturing Engineering by Federal University of Amazonas – UFAM (Brazil)

importantes para os seres vivos e um dos principais recursos para o desenvolvimento dos países. Devido à forma inadequada de gerenciamento e uso irracional desse bem, esse recurso natural se torna cada vez mais limitado, causando desequilíbrio econômico e social das cidades.

Segundo Rebouças (2006) apudYoshino (2012), 97,5% de toda água disponível no mundo é salgada, encontra-se nos oceanos e mares e os 2,5% restantes representam a quantidade de água doce no mundo; sendo que, 99,7% desse volume estão contidos nas calotas polares e solos congelados e, menos de 1/3 desse estão presentes nos rios e lagos.

Além disso, é um bem cada vez mais escasso e em constante estado de degradação em muitas regiões do mundo. A má gestão desse recurso tem gerado grandes problemas de origem hídrica, até mesmo no Brasil, onde diversos estados vêm sofrendo com o racionamento constante de abastecimento.

Segundo dados do Relatório da Organização Mundial da saúde (UN - United Nations, 2014) estima que, aproximadamente 748 milhões de pessoas no mundo já não têm acesso à água potável e que se nada for feito até 2030 o planeta vai sofrer com a falta d'água, ocasionando assim um déficit de 40% no abastecimento.

O acesso e a qualidade da água disponíveis em diversas comunidades rurais da Amazônia não são satisfatórios. Ocorre que, nessa região os principais rios possuem uma flutuação grande no nível de suas

águas, por exemplo, na região de Manaus onde a diferença pode chegar a 11 metros entre a cheia e a estiagem (BITTENCOURT et al., 2007 apud FREITAS et al., 2011).

Apesar dos elevados índices de precipitação, a disponibilidade hídrica no Amazonas, também está diminuindo. O decréscimo registrado entre 1980 e 2007 foi de 46% e uma das razões para a diminuição do potencial hídrico na região é a ineficiência dos sistemas de abastecimento de água. Com o surgimento de novos bairros, muitos de forma desordenada e sem planejamento na infraestrutura urbana, a cidade de Manaus vem sofrendo com os graves problemas de abastecimento de água principalmente nas periferias.

Dados do SNIS, referentes a 2013, apontam que o consumidor do Estado do Amazonas paga 43% a mais que a média do país, mas que recebeu menos de 40% da água produzida no Estado. Um dado importante é que, na capital, Manaus, o desperdício atingiu 47% da produção.

Diante dos problemas de escassez de água, o uso de fontes alternativas de suprimento é visto como uma solução simples e econômica para a preservação desse recurso potável (ANNECCHINI, 2005 apud YOSHINO, 2012).

O Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho da UFAM, vem sofrendo os impactos em sua estrutura ecológica, ocasionando um aumento desordenado de ocupação devido a invasões nas bordas do Campus e pelos impactos provocados com a implantação de novas edificações (CAVALCANT et al., 2014).

Por ser uma Instituição voltada à produção do conhecimento, deve oferecer condições para abastecimento de água em suas edificações, adotando tecnologias que favorecem a redução de gastos com a geração e produção de água potável. Pelo fato da carência de estudos nessa região, o presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica relativa à implantação do sistema de aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em uma Instituição de Ensino Superior de Manaus, situado no Campus Universitário Federal do Amazonas, sendo aplicada uma metodologia na qual será possível observar o comportamento para essas situações, além de que poderá servir como referência para edificações com padrões semelhantes que desejem implantar um sistema de aproveitamento de água pluvial.

1 Metodologia

A abordagem metodológica escolhida e elaborada nesta pesquisa tem como propósito analisar o prédio destinado ao uso da Residência Universitária da Universidade Federal do Amazonas, determinando a viabilidade técnica e econômica para implantar um sistema de aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis, considerando os aspectos quantitativos de modo a verificar se a quantidade de água pluvial armazenada atende satisfatoriamente as demandas de águas não potáveis, seus custos e a economia gerada pelo uso.

Como forma de alcançar os objetivos determinados nesta pesquisa, utilizou-se o modelo comportamental desenvolvido por Ghisi (2006b) apud Rocha (2009), na qual permite uma modelagem adequada do método de aproveitamento de água da chuva. No primeiro momento, serão abordadas informações referentes às áreas de cobertura, a coleta de dados pluviométricos da região, o consumo de água estimado, além de determinar a variação do potencial de economia de água, o percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial e o reservatório de água pluvial.

Em seguida, verificou-se os custos de implantação e os custos de operação do sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) e os custos com a mão de obra, de modo a avaliar a economia de água potável, os benefícios econômicos gerados, o período de retorno do investimento.

1.1 Capacidade habitacional

A capacidade ocupacional da edificação foi definida em função do espaço projetado para a edificação.

1.2 Superfície de captação

O levantamento das superfícies de captação da edificação considera as áreas de cobertura em plano inclinado verificadas na planta de cobertura das edificações.

1.3 Levantamento e análise dos dados pluviométricos

A pesquisa de dados pluviométricos utilizados neste projeto foi fornecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e incluem as informações necessárias sobre as precipitações diárias no período de 30

anos, 01/01/1985 a 31/12/2014. Os parâmetros foram obtidos da estação meteorológica de Manaus-AM OMM: 82331; Latitude (graus): -3.1; Longitude (graus): -60.01 e Altitude (metros): 61.25.

1.4 Previsão de consumo

A demanda diária de água potável per capita para a edificação foi determinado segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2013). Portanto, o consumo de água necessária para atender as necessidades diárias dos usuários é de 157,9 litros per capita por dia.

1.5 Coeficiente de escoamento superficial

A superfície projetada da Residência Universitária é do tipo de fibrocimento, como coeficiente de escoamento superficial o valor de 0,8 ou 20% de perdas (TOMAZ, 2011).

1.6 Descarte de escoamento inicial

Em função da ausência de dados precisos, foi determinado o descarte de 2mm da área de captação no escoamento inicial ou escoamento de primeira chuva, conforme recomendação de Cardoso (2009).

1.7 Dimensionamento do reservatório de água da chuva

Para avaliar o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial, será utilizado o algoritmo do programa Netuno (GHISI e CORDOVA, 2014), utilizado para simulação de sistemas de captação de águas pluviais, na qual será possível identificar o volume ideal do reservatório de armazenamento, o volume extravasado de água pluvial, entre outros.

Os dados de entrada para a simulação dos sistemas de captação de água pluvial serão: a precipitação volumétrica diária da região, o descarte do escoamento inicial (mm), a área de captação, a demanda total de água (litros per capita/dia), número de pessoas ou usuários da edificação, percentual da demanda total de água potável que poderá ser substituída por água pluvial e o coeficiente de escoamento superficial (coeficiente de Runoff).

Para a escolha do volume do reservatório ideal, fez-se variar o volume do reservatório inferior em intervalos de 5.000 litros até se obter o volume desejado. Adotou-se o percentual de 1% para a diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial de modo que, a variação do volume do reservatório promova um aumento menor ou igual a esse percentual e, assim, estabelecer o volume anterior como ideal para o reservatório inferior.

1.8 Viabilidade Econômica

Enfatizada a importância de instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, faz-se necessário avaliar sua viabilidade econômica caracterizada pela relação entre o custo de implantação e a economia gerada em recursos financeiros. Sendo verificados todos os custos e os benefícios econômicos produzidos e apurado o tempo de retorno de capital investido na implantação do sistema.

Para realizar a análise econômica foram consultados e coletados dados financeiros para implantação, operação e manutenção do sistema de aproveitamento de águas pluviais. Para tanto, através dos custos de construção e manutenção, e das economias de água, é possível criar um fluxo de caixa que permitirá estimar o valor presente líquido, o tempo de retorno do investimento e a taxa interna de retorno.

Para uma análise de fluxo de caixa são necessárias, além dos custos e economias, as seguintes variáveis exemplificadas na Tabela 1:

Tabela 1: Parâmetros de entrada referentes ao fluxo de caixa.

Período de análise A vida útil do sistema foi considerada para um período de 20 anos
Inflação Adotou-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) como a média obtida no período de janeiro a setembro do ano de 2015 resultando em uma taxa de 0,88%/mês
Período de reajuste dos custos Os custos de manutenção e das tarifas de água e energia será de 12 meses;
Taxa mínima de atratividade A TMA adotada neste estudo foi de 1% ao mês, cujo valor atualmente é utilizado em alguns fundos de renda fixa
Início da operação O mês de janeiro foi considerado como sendo a data de instalação do sistema de captação de águas pluviais

1.9 Custos de Implantação do SAAP

Para determinar os custos de implantação do reservatório de armazenamento utilizou-se do método por análise de regressão exemplificado por Tomaz (2011) e descritas na equação (1).

$$C = 336 \times V^{0,85} \quad (1)$$

Onde,

C = custo do reservatório em US\$.

V = volume da cisterna (m³).

1.10 Custos com mão de obra

Os recursos estimados com a mão de obra foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), amplamente divulgado no site da Caixa Econômica Federal, utilizando de profissionais capacitados em instalações hidrossanitários.

Além disso, determinou-se que cada trabalhador realizará uma jornada de trabalho de 6 horas/dia, sendo estimado um período de 30 dias para realizar todas as tarefas de construção e implantação do SAAP.

1.11 Custos de operação e manutenção do SAAP

Na operação de um sistema de captação de águas pluviais, os custos operacionais são divididos em duas categorias: Custo de operação da motobomba utilizada para bombear a água pluvial do reservatório inferior para o reservatório superior e; Custos operacionais referentes ao tratamento com hipoclorito de sódio, manutenção e operação e a limpeza e desinfecção do reservatório.

Para dimensionar a potência de cada motobomba foram consultados catálogos fornecidos por fabricantes, sendo estimado o período de funcionamento diário e a frequência de uso no mês.

Obtidos esses dados, foram determinados os custos com a energia elétrica para o funcionamento da motobomba adquiridos junto a Concessionária de energia elétrica (ELETROBRAS – Amazonas Distribuidora de Energia do Amazonas). Esses parâmetros são fundamentais para avaliar o custo de energia elétrica em cada mês do período em análise. Assim, pode-se determinar a energia elétrica total consumida pela motobomba, por meio da equação (2).

$$E_{imb} = (P_{mb}/\eta) \times t_{total} \quad (2)$$

Onde,

E_{imb} - é a energia consumida pela motobomba no mês i, em kWh.

P_{mb} - é a potência nominal da motobomba, em kW.

η - é o rendimento da motobomba, dado pelo produto entre o rendimento da bomba e do motor do conjunto motobomba, adimensional.

t_{total} - é o tempo total que a motobomba ficou ligada no mês i, em horas.

Considerando a tarifa fixa de energia elétrica fornecido pela concessionária, o custo em um dado mês "i" da operação das mototombas é obtido através da equação (3), que inclui impostos fixos relativo a Contribuição de Iluminação Pública (COSIP) e variáveis referente a alíquota do ICMS.

$$C_{imb} = E_{imb} \times C_{en} \times \{1 + (J_{var}/100)\} + J_{fixo} \quad (3)$$

Na qual,

C_{imb} - é o custo de energia elétrica no mês i, desconsiderando inflação, em R\$.

E_{imb} - é a energia consumida pela (s) motobomba (s) no mês i, em kWh.

c_{en} - é a tarifa de energia elétrica, em R\$/kWh.

J_{var} - é o imposto variável, calculado sobre a energia consumida no mês, em %.

J_{fixo} - é o imposto fixo, em R\$.

Além dos custos já mencionados, foram apurados as despesas com consumo de água e esgoto, custos de tratamento, manutenção e limpeza. Em relação às tarifas de água e esgoto, foram obtidos junto a Concessionária prestadora de serviços (Manaus Ambiental). Já as despesas com hipoclorito de sódio foram realizados consultas por meio de pesquisa de preços de mercado, com periodicidade de tratamento a cada mês. Para determinar as

despesas com a limpeza dos reservatórios, foi realizado pesquisa em empresas do ramo de limpeza de reservatórios.

Enquanto que, para os gastos com a manutenção e operação das três edificações, Tomaz (2011) estima um percentual de 6% sobre o custo total de implantação do sistema avaliado, com frequência a cada 12 meses para realização das tarefas.

1.12 Economia de água potável

As estimativas de economia de água potável foram obtidos pela diferença entre o custo mensal de água potável sem utilização de água pluvial e o custo mensal após a implantação do sistema.

1.13 Período de retorno do investimento (payback)

O tempo de retorno do investimento (em meses) foi apurado pelo método do payback descontado através da Equação (4), que leva em consideração o valor do capital investido no período, descontando os fluxos de caixa a uma taxa mínima de atratividade (TMA). Os projetos serão classificados de acordo com número de períodos necessários para recuperar o investimento, sendo que:

Se o período de retorno for inferior a 20 anos, o projeto será considerado viável, caso contrário o projeto não apresenta atratividade para investimento.

$$IO = \sum_{n=1}^n \frac{B_n - C_n}{(1+i)^n} \quad (4)$$

Onde,

IO - é o investimento inicial para instalação de equipamentos e componentes necessários para realizar o aproveitamento de água pluvial (R\$).

B_n - são os benefícios.

C_n - são os custos relevantes, excluindo os custos iniciais.

n - número de períodos (meses).

i - é a taxa mínima de atratividade - TMA (adimensional).

1.14 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa de juros será determinado quando, em determinado momento do tempo, iguala o valor presente líquido (economia na conta de água) com o das saídas (custos de instalação e manutenção) previstas de caixa.

1.15 Valor presente líquido (VPL)

O VPL denota um valor monetário, atualizados por uma taxa mínima de atratividade, que permitirá comparar o investimento inicial com a economia futura na conta de água. Se esse valor for positivo, significa que o investimento é economicamente vantajoso, caso contrário, o projeto não é atrativo e deixa ser sugestivo.

2 RESULTADO

Estabelecido os usos finais de água da chuva para usos não potáveis, foi possível determinar a capacidade dos reservatórios de armazenamento de água da chuva, sendo possível averiguar se o volume coletado supri as demandas necessárias da edificação.

2.1 Avaliação técnica do aproveitamento de água da chuva

2.1.1 Previsão de consumo

A demanda diária de água potável per capita foi determinado segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2013). Portanto, o consumo de água necessária para atender as necessidades diárias dos usuários foi estipulado em 157,9 litros per capita por dia.

2.1.2 Percentual de água potável que poderá ser substituído por água pluvial

Com base na literatura pesquisada por MARTINS e MEMELLI (2011), 38% do consumo da água potável

no Brasil pode ser substituído por águas com fins não potáveis, podendo ser utilizado nas descargas de vasos sanitários, na lavagem de roupas, tanques, irrigação de jardins e lavagem de carros. Esse percentual seria suficiente para atender satisfatoriamente as demandas básicas de águas não potáveis dos usuários.

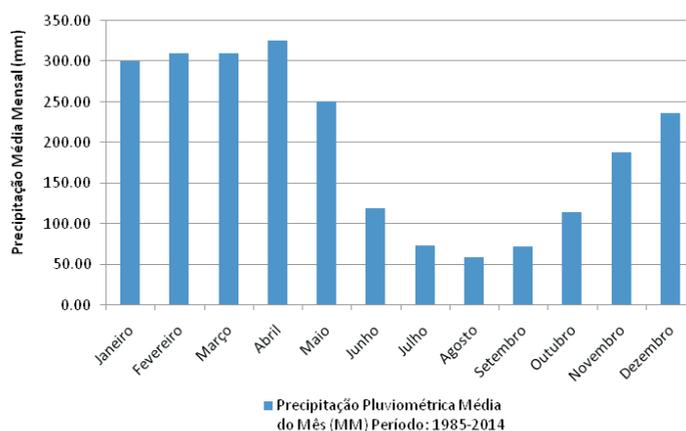
2.1.3 Área de cobertura

O levantamento foi realizado considerando as áreas de cobertura em plano inclinado verificadas na planta de arquitetura da cobertura da edificação. O resultado obtido representa uma área total de 945,00 m².

2.1.4 Dados pluviométricos

Para avaliar o potencial de aproveitamento da água de chuva em uma determinada região, se fez necessário realizar um inventário da série histórica de chuvas correspondente ao período de 30 anos. Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram obtidos pelo INMET e incluem as informações necessárias sobre as precipitações diárias, mensais e anuais apresentando uma maior confiabilidade por trabalhar com uma média histórica maior que 10 anos, resultando em uma precipitação média diária de 6,02 mm; precipitação média mensal de 196,81 mm e a precipitação média anual foi de 2.361,76 mm. A Figura 1 apresenta os valores de precipitação média mensal para a região de Manaus, compreendendo o período de 1985 a 2014.

Figura 1: Precipitação Pluviométrica Média (mm) mensal.



2.1.5 Reservatório de água da chuva

Os dados de entrada utilizados nas análises de simulação de sistemas de aproveitamento de água pluvial para éapresentado na Tabela 2:

Tabela 2: Parâmetros de dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva.

Dados de entrada	Parâmetros
Área de captação (m ²)	945
Demanda total de água (litros per capita/dia)	157,9
População (pessoas)	120
Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial (%)	38
Coefficiente de escoamento superficial	0,8
Descarte do escoamento inicial (mm)	2
Período de precipitação pluviométrica diária	1985 a 2014

De acordo com os dados apresentados, foi computado a demanda média diária de consumo de água pluvial, resultando em um volume consumido de 4.563,59 litros/dia. Diante desses resultados, fez-se variar o volume do reservatório inferior em intervalos de 5.000 litros até se obter o volume ideal e com isso, determinar o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial.

Do total de água da chuva captado na coberturada edificação, 80% serão aproveitadas em função da superfície de captação ser do tipo de fibrocimento, gerando 20% de perdas no processo de captação da água pluvial.

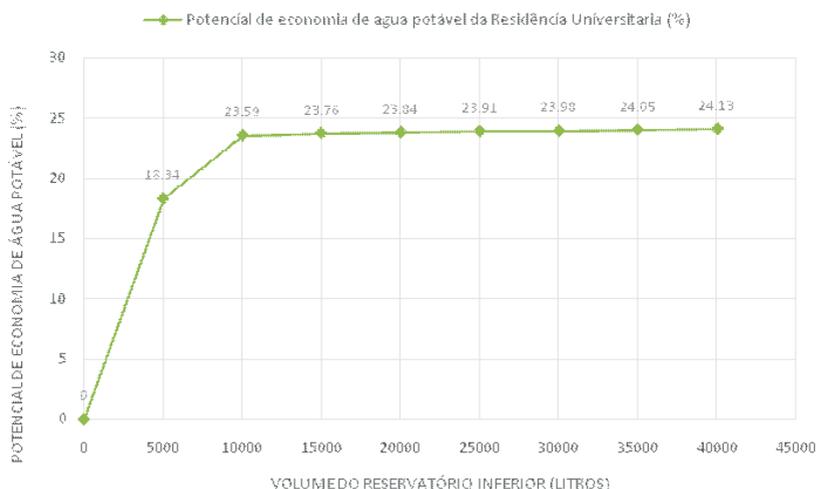
Os resultados obtidos para o dimensionamento do volume ideal do reservatório inferior, em função da demanda diária de água pluvial, resultaram em diferentes potenciais de economia de água potável, representados nas Tabelas 3.

Tabela 3: Relação dos Volumes de reservatório e o potencial de economia proporcionado.

Volumes do reservatório inferior (litros)	Potencial de economia de água potável (%)	Volume consumido de água pluvial (litros/dia)
5.000,00	18,34	3.475,27
10.000,00	23,59	4.469,10
15.000,00	23,76	4.502,95
20.000,00	23,84	4.516,65
25.000,00	23,91	4.530,35
30.000,00	23,98	4.544,05
35.000,00	24,05	4.557,75
40.000,00	24,13	4.571,45

Por meio dos resultados auferidos da tabela acima decorrente da simulação dos diversos reservatórios, foi possível gerar um gráfico relacionando o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial em função dos diversos volumes do reservatório inferior (Figura 2). Observou-se que os resultados das simulações do potencial de economia de água potável variaram em função do volume dos reservatórios.

Figura 2: Simulação dos volumes dimensionados para os reservatórios e o potencial de economia proporcionado.



Para determinar o volume ideal do reservatório, a diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial deve promover um aumento menor ou igual a 1% entre os potenciais de modo que, o aumento do volume do reservatório não alteraria efeitos consideráveis ou superiores ao limite estabelecido.

Com base na avaliação dos resultados obtidos, o volume adequado do reservatório inferior foi estabelecido, assim como o potencial alcançado de economia gerado a partir da demanda de água não potável. A Tabela 4 apresenta os valores apurados:

Tabela 4: Volume ideal do reservatório inferior (litros).

Edificação	Volume do reservatório inferior (litros)	Potencial de economia de água potável (%)	Diferença entre potenciais de atendimento pluvial (%/m ³)
Residência Universitária	15.000	23,76	0,09

Definidos a capacidade de armazenamento dos reservatórios, analisou-se o comportamento da demanda de água pluvial e potável consumida nos meses em que se definiu o potencial de economia de água potável.

Conforme exposto anteriormente e como podem ser observados na Tabela 5, os volumes mensais de água da chuva potencialmente aproveitados não são iguais a demanda necessária. À primeira vista pode significar um déficit entre o volume produzido de água da chuva e a demanda por chuva mensal, no entanto, evidencia um percentual potencial de economia de água potável em alguns meses do ano.

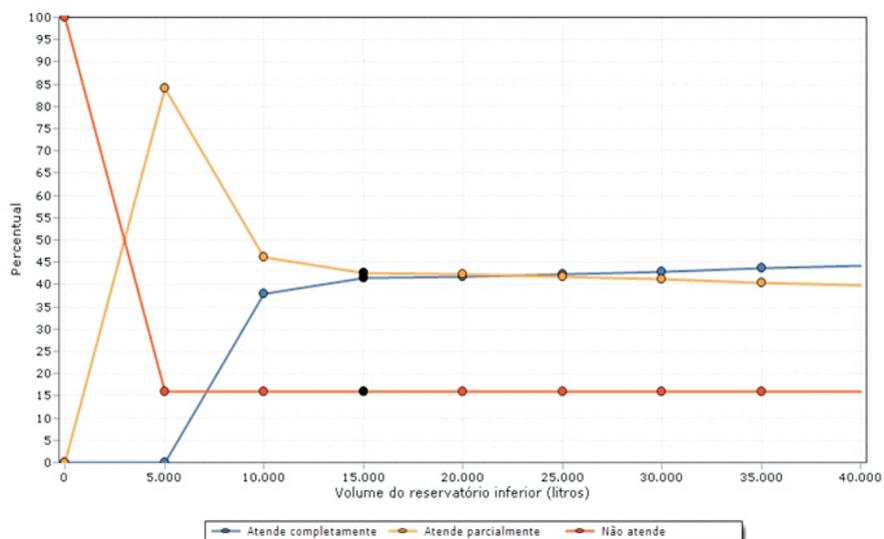
Tabela 5: Demonstrativo detalhado do potencial de economia mensal de água potável.

Mês	Potencial de economia de água potável (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros/dia)	Demanda de água pluvial é atendida completamente (%)	Demanda de água pluvial é atendida parcialmente (%)	Demanda de água pluvial não é atendida (%)
Janeiro	37,44	7094,97	11853,03	90,32	9,68	0,00
Fevereiro	38,00	7200,24	11747,76	100,00	0,00	0,00
Março	38,00	7200,24	11747,76	100,00	0,00	0,00
Abril	38,00	7200,24	11747,76	100,00	0,00	0,00
Mai	31,29	5928,04	13019,96	48,39	51,61	0,00
Junho	15,35	2907,72	16040,28	0,00	83,33	16,67
Julho	7,19	1362,75	17585,25	0,00	58,06	41,94
Agosto	5,33	1010,85	17937,15	0,00	45,16	54,84
Setembro	7,00	1325,77	17622,23	0,00	53,33	46,67
Outubro	13,40	2538,70	16409,30	0,00	74,19	25,81
Novembro	24,81	4700,05	14247,95	16,67	80,00	3,33
Dezembro	30,43	5766,33	13181,67	45,16	64,84	0,00
Média	23,76	4502,95	14445,05	41,53	42,62	15,85
Total (ano)		1,64E+06	5,27E+06			

Constata-se que nos meses de fevereiro, março e abril o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial é de 38%, o mesmo valor do “Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial”. Isso denota que, durante esses meses, o aproveitamento de água pluvial foi máximo, o que se confirma pela coluna “Demanda de água pluvial que é atendida completamente”, em que os valores são 100%. É possível observar que, nos meses que correspondem ao período chuvoso na região são os que apresentam maior potencial de economia.

Na Figura 3 são apresentados os resultados de potencial de atendimento de água pluvial para a escolha do reservatório de água da chuva para a Residência Universitária, onde se chegou ao resultado de 15.000 litros para armazenamento de água pluvial.

Figura 3: Percentual de atendimento de água pluvial para diferentes volumes de reservação.



2.2 Avaliação econômica do aproveitamento de água da chuva

O critério de avaliação econômica proposta é baseado no payback descontado com o propósito de verificar o período de retorno do investimento, no valor presente líquido para determinar se o projeto é viável ao longo da vida útil do sistema a uma taxa mínima de atratividade e, por fim, na avaliação das economias geradas.

2.2.1 Custos de implantação do SAAP

Os custos de implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) englobam todas as despesas relacionadas à construção do reservatório de armazenamento.

Estabelecido os volumes dos reservatórios, contabilizou-se os custos necessário para construção do reservatório utilizando o método por análise de regressão exemplificado por TOMAZ (2011), convertendo esses dispêndios em moeda nacional (R\$). Para tanto, optou-se pela taxa de compra/venda do dólar americano para converter os valores.

A fórmula utilizada para determinar o custo do reservatório foi explanado pela Equação 4 do capítulo anterior e o resultado obtido é demonstrado na Tabela 6:

Tabela 6: Custo de Implantação dos reservatórios de armazenamento de água da chuva.

Descrição	Valores
Volume da cisterna (m3)	15
Taxa de compra/venda em R\$	3,036
Custo do reservatório em U\$\$	3.357,51
Custo do reservatório em R\$	10.195,00

2.2.2 Custos com mão de obra

Para a execução dos serviços relativos à implantação dos sistemas dimensionados, foi realizada pesquisa de preço da hora trabalhada do Encanador e do Servente, tendo estes profissionais como referência da mão-de-obra especializada para execução de serviços dessa natureza.

O custo horário foi obtido por meio do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), amplamente divulgado pela Caixa Econômica Federal, sendo constatado que os preços da hora desses profissionais estão avaliados em R\$/h 12,07 para o Encanador e R\$/h 8,92 para o Servente.

Além disso, determinou-se que cada trabalhador realizará uma jornada de trabalho de 6 horas/dia, resultando em um custo diário de R\$ 72,42 para o Encanador e R\$ 53,52 para o Servente, perfazendo um valor de R\$ 125,94/dia. Tendo contabilizado a quantia diária da mão-de-obra, será preciso estabelecer um período para a execução dos serviços. Para tanto, foi estimado que prazo necessário para realizar todas as tarefas de construção e implantação do SAAP será de 30 dias, resultando na importância de R\$ 3.778,00 no mês com a mão-de-obra.

2.2.3 Custos de operação e manutenção do SAAP

Para suprir as demandas de água na edificação, foi dimensionado um sistema de bombeamento capaz de conduzir a água armazenada do reservatório inferior para o reservatório superior. Baseado em informações obtidas em catálogos de fabricantes de motobombas, verificou-se que para atender a vazão requerido para as três edificações, é necessária a instalação de uma motobomba submersa de 1CV (monofásica), capaz de fornecer 1000 litros/hora com rendimento de 39,7%.

O preço do equipamento foi adquirido por meio de pesquisa de preços no mercado, tendo como referência o valor de R\$1.673,00.

Os custos relativos ao consumo de energia elétrica produzida na operação da motobomba foram obtidos junto a Concessionária local de energia elétrica, representada pela ELETROBRAS Amazonas Distribuidora de Energia do Amazonas.

A tarifa de energia elétrica cobrada pela concessionária pelo R\$/kwh é de 0,593746, acrescidas das taxas de imposto fixo no valor de R\$ 21,28, relacionado à Contribuição de Iluminação Pública (COSIP) e de 25% relativo a alíquota do ICMS, com periodicidade, prevista, de reajuste contratual nas tarifas a cada 12 meses.

Da mesma forma, as tarifas cobradas pelo consumo de água e esgoto foram adquiridas mediante busca nas tabelas da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2013). As tabelas contêm informações fornecidas pelos prestadores de serviços, segundo a natureza jurídica, ou seja, direito público, direito privado e empresa privada. A Instituição prestadora de serviço no estado do Amazonas tem natureza privada, de direito público e de abrangência local, sendo prático a tarifa média de água e esgoto no valor de 4,52 R\$/m³, além da incidência da taxa de 25% referentes a cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

Além dos custos já mencionados, foram apurados os custos de tratamento, manutenção e tratamento de água. Foram obtidos por meio de consultas de preços de mercado a um custo unitário de R\$ 4,79. Presumiu-se a adição de 12 unidades por semana para uso na Residência Universitária, totalizando um gasto de R\$ 229,92/mês, com periodicidade de tratamento a cada 30 dias.

Para os gastos com a manutenção e operação das três edificações, TOMAZ (2011) estima um percentual de 6% sobre o custo total de implantação do sistema avaliado, com frequência a cada 12 meses para realização das tarefas. O montante necessário é demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7: Custos com Manutenção e Implantação.

Descrição	Custo
Manutenção e operação (%)	6
Custo do reservatório (R\$)	10.195,40
Despesa anual (R\$)	611,00

A limpeza da caixa d'água é fundamental para garantir um ambiente adequado e livre de bactérias e precisam ser limpas anualmente, usando os materiais necessários e por profissionais competentes que saberão a forma correta de limpeza. Para determinar as despesas com a limpeza dos reservatórios, foi realizada pesquisa em empresas do ramo de limpeza de reservatórios, onde o preço para limpar caixa d'água de 15.000 litros é de R\$ 600,00.

2.2.4 Análise econômica do SAAP

De acordo com cenário inicial apresentado na Tabela 8, configurou-se que o valor da conta de água adquirida diretamente da concessionária, ou seja, sem a utilização de água pluvial, resultou em despesas no valor de R\$ 70.335,93. Todavia, com a implantação do SAAP, o dispêndio foi reduzido ao montante de R\$ 53.620,73, possibilitando gerar uma economia anual de R\$ 16.715,18.

Tabela 8: Estimativas mensais de economia de água.

Mês	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	5.973,74	3.736,90	2.236,83
Fev	5.395,63	3.345,29	2.050,34
Mar	5.973,74	3.703,72	2.270,02
Abr	5.781,03	3.584,24	2.196,79
Mai	5.973,74	4.104,80	1.868,93
Jun	5.781,03	4.893,89	887,15
Jul	5.973,74	5.544,10	429,63
Ago	5.973,74	5.655,05	318,69
Set	5.781,03	5.376,54	404,49
Out	5.973,74	5.173,36	800,37
Nov	5.781,03	4.347,05	1.433,99
Dez	5.973,74	4.155,79	1.817,95
Total	70.335,93	53.620,73	16.715,18

Com a detalhada modelagem desenvolvida, pode-se obter graficamente as estimativas precisas dos custos com e sem a utilização de águas pluviais (Figura4) e as economias mensais geradas (Figura5).

Figura 4: Estimativas mensais dos custos com água.

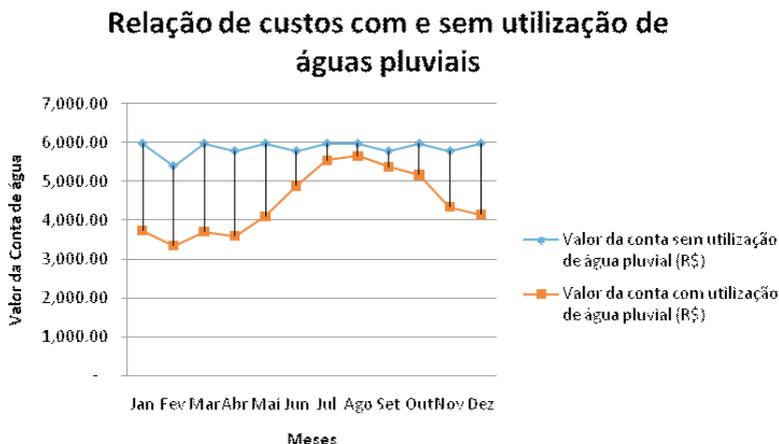
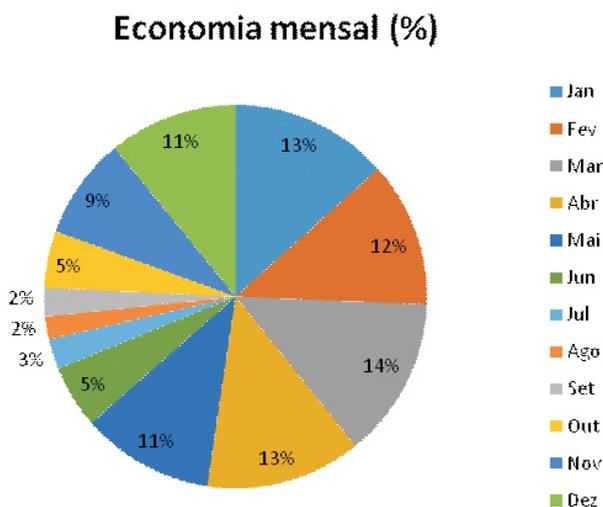


Figura 5: Percentuais mensais de economia de água.



O Valor Presente Líquido foi determinado por meio do somatório do valor presente do fluxo de caixa mensal das entradas e saídas para a data atual do investimento a fim de determinar se o projeto é viável para investimentos. A partir do resultado do VPL determinou o período de retorno do investimento apurado pelo método do payback descontado, exemplificado na Equação 2, levando em consideração o valor do capital investido no período e descontando os fluxos de caixas a uma taxa mínima de atratividade. Para calcular a TIR (Taxa Interna de Retorno), na qual permitem analisar a viabilidade financeira de projetos de investimentos, a taxa de juros será determinada quando, em determinado momento do tempo, iguala o valor presente líquido (economia na conta de água) com o das saídas (custos de instalação e manutenção) previstas de caixa, ou seja, ocorre o retorno do valor do capital investimento. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultado do investimento com a implantação do SAAP.

Resultado da análise econômica	
Tempo de retorno do investimento (meses)	27
Valor presente líquido (R\$)	147.482,06
Taxa interna de retorno (% ao mês)	4,62

CONCLUSÃO

Os resultados dessa pesquisa mostraram que o aproveitamento de águas pluviais pode ser utilizado como suplemento de abastecimento para fins não potáveis na residência universitária, podendo seu uso ser estendido em edificações similares. O estudo demonstrou que o método utilizado é bastante realista, possibilitando averiguar o comportamento do sistema para diferentes volumes de reservação e na determinação do volume ideal do reservatório de armazenamento de água da chuva.

Diante dos resultados obtidos, é necessário a implantação de um reservatório de 15.000 litros para armazenamento de água da chuva de modo a atender a demanda de água não potável. Constata-se que nos meses de fevereiro, março e abril o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial foi de 38%, suficiente para atender a demanda total a ser substituída por água pluvial. Ao ano, a economia de água potável é de 23,76% sendo que, nos meses que correspondem ao período chuvoso na região são os que apresentam maior potencial de economia.

O tempo de retorno do investimento foi de 2 anos e 3 meses, apresentando uma recuperação do investimento inferior a 20 anos e, portanto, sinalizando que o sistema de aproveitamento de água pluvial é atrativo financeiramente.

O sistema além de permitir a redução do consumo de água da rede pública no edifício, promovendo uma economia anual monetária equivalentes a R\$16.715,18. O custo de investimento de R\$10.195,00 representa 14,49% da conta de água anual da edificação, estimada em R\$ 70.335,93. Ao longo de sua vida útil, o sistema haverá gerado benefícios com um valor presente líquido de R\$147.482,06.

Constatou-se que a implementação de um sistema de aproveitamento de água pluvial na Residência Universitária mostrou-se economicamente viável, ocasionando um retorno financeiro de curto prazo que proporcionaram reduções do consumo de água na edificação, refletindo em economia de água potável, além de benefícios ambientais na proteção dos recursos hídricos da região.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, P. C. Viabilidade do aproveitamento de águas de chuvas em zonas urbanas: Estudo de caso no município de Belo Horizonte – MG. Dissertação de Mestrado. Departamento de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. p. 171.
- CAVALCANT, K. V. et al. GESTÃO AMBIENTAL: Zoneamento Ambiental do Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte, BH, 2014.
- ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Amazonas Distribuidora de Energia do Amazonas. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.amazonasenergia.gov.br>>. Acesso em: 10.jul.2016.
- FREITAS, F.C et al. Dimensionamento e avaliação da eficiência de um sistema para captação e tratamento de água da chuva para uso doméstico na zona rural de Manaus. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Amazônia Central, v. 03, 2011.
- GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/>. 2014.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Brasília, DF. Disponível em:

- <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?qr=bdmep/bdmep>>. Acesso em 15.jun.2016.
- MANAUS AMBIENTAL – Concessionária prestadora dos serviços públicos de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotamento sanitário. Ministério das Cidades.Secretaria nacional de saneamento ambiental. Disponível em: <<http://www.manausambiental.com.br>>. Acesso em: 15.jul.2016.
- MARTINS, J. L.; MEMELLI, M. S. Balanço hídrico e indicadores de consumo de água potável e não potável em uma edificação dotada de sistema de reuso de águas cinzas. Projeto de graduação, UFES, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Ambiental. Vitória. ES, 2011.
- ROCHA, V. L. Validação do Algoritmo do Programa Netuno para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2009.
- SINAPI. Metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2015. p.122. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 10.jul.2016.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. p. 181.
- TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. Editora navegar, 4 a ed: São Paulo, 2011, p. 154.
- UN - United Nations. Water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water. Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities, 2014,p. 2-3.
- YOSHINO, G.H. O aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na cidade universitária professor José da Silveira Netto. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará – UFPA. Belém, PA, 2012.

RESUMO

Diante do grave problema de escassez e abastecimento de água de boa qualidade em países como o Brasil que, a princípio possui grandes reservas de água doce, vem tomando proporções alarmantes principalmente nas regiões metropolitanas. O objetivo do presente trabalho é buscar alternativas para o uso racional e sustentável da água por meio de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis e o seu potencial econômico. Para tanto, foi realizado um estudo de caso no prédio da Residência Universitária da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Os resultados mostram que o sistema apresenta uma alternativa viável em relação aos aspectos técnicos e econômicos, gerando economia financeira para aos cofres públicos a um curto período, além de proporcionar benefícios ambientais com a proteção dos recursos hídricos da região.

PALAVRAS-CHAVE: *Sustentabilidade, aproveitamento de água pluvial, viabilidade econômica.*

Publish Research Article

International Level Multidisciplinary Research Journal For All Subjects

Dear Sir/Mam,

We invite unpublished Research Paper, Summary of Research Project, Theses, Books and Books Review for publication, you will be pleased to know that our journals are

Associated and Indexed, India

- ★ Directory Of Research Journal Indexing
- ★ International Scientific Journal Consortium Scientific
- ★ OPEN J-GATE

Associated and Indexed, USA

- DOAJ
- EBSCO
- Crossref DOI
- Index Copernicus
- Publication Index
- Academic Journal Database
- Contemporary Research Index
- Academic Paper Database
- Digital Journals Database
- Current Index to Scholarly Journals
- Elite Scientific Journal Archive
- Directory Of Academic Resources
- Scholar Journal Index
- Recent Science Index
- Scientific Resources Database

Review Of Research Journal
258/34 Raviwar Peth Solapur-
413005, Maharashtra
Contact-9595359435

E-Mail-ayisrj@yahoo.in/ayisrj2011@gmail.com