VII Semana Acadêmica da UEPA Marabá
Ambiente, Saúde e Sustentabilidade na Amazônia Oriental: *desafios e perspectivas.*
28 a 30 de Setembro/2016

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA UEPA, CAMPUS VIII – MARABÁ, PARÁ

Bruna Tayná Pereira Castro
Caroline Brasil de Souza
Emelly Gonçalves de Souza Gomes
Layla Jasmim de Sousa Farias

RESUMO
O objetivo principal deste trabalho consistiu na proposta de utilização de água pluvial para fins não potável na Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus VIII – Marabá, e a proposta de substituição de parte da água bruta utilizada no processo de limpeza, como lavagem de banheiros e pátio, por água pluvial. Através do levantamento histórico pluviométrico feito a partir dos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de chuvas mensais da cidade de Marabá, disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA), referentes ao período de 1988 a 2011 indicou que, apesar do baixo índice de chuva apresentado na parte do ano na região, a proposta ainda se sobressai por se mostrar eficiente, uma vez que, em determinado período do ano, o volume de captação chega a atingir e ultrapassar o volume de água gasto com as atividades citadas acima, enfatizando a importância do reuso.

Palavras-chave: Reuso. Precipitação. Aproveitamento.

INTRODUÇÃO

Entende-se por precipitação a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre de qualquer forma, como chuva, granizo, orvalho, neblina, neve ou geada. Geralmente, as precipitações apresentam-se em forma de chuva e, a água da chuva pode ser aproveitada através de sistemas de manejo e aproveitamento e seu uso pode ser tanto doméstico, industrial, agrícola e fins não potáveis (HOLTZ, 1976).

"Para uso não potável, a água coletada da chuva, utilizando o método de captação e aproveitamento da mesma, pode ser utilizada em jardinagem, descargas de vasos sanitários, lavagem de calçadas, corredores, entre outros" (WEIERBACHER, 2008).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 15527 para aproveitamento de águas pluviais no Brasil, deve ser verificada a implantação de equipamentos necessários (separador de folhas, separador de fluxos, cisterna, canos e etc.) para a captação de água da chuva em edificações, de modo a levar em consideração a escolha de um sistema de coleta e utilização de água da chuva a ser adotado, para que o funcionamento do mesmo ocorra de forma eficiente.

Em países Europeus e Asiáticos, essas medidas de aproveitamento a partir da captação de águas pluviais vêm sendo utilizadas cada vez mais. No Brasil, segundo Carvalho (2010), devido a grande escassez de recursos hídricos em algumas regiões do Nordeste, as águas das chuvas são captadas e utilizadas tanto como suprimento, como para fins não potáveis.

Portanto o presente trabalho justifica-se pela crescente preocupação com a disponibilidade dos recursos naturais, especificamente os recursos hídricos, e a importância de usa-los de modo racional,e o principal objetivo do mesmo é demonstrar a viabilidade do aproveitamento de águas da chuva para fins não potáveis, na Universidade do Estado do Pará, especificamente no município de Marabá- PA. O trabalho foi desenvolvido a partir de dados pluviométricos da região de localização da univesidade.

2. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

2.1 ÁGUA DE REUSO

Reuso pode ser definido como método de aproveitamento da água já utilizada uma ou mais vezes, tratada ou não, para a mesma ou outra finalidade. Podendo ser resultado de ações planejadas ou não planejadas. O potencial de reuso de efluentes é amplo e diversificado no setor urbano para fins não potáveis (HAFNER, 2007).

Ainda segundo chuva tem se destacado como um grande potencial entre as fontes alternativas de obtenção de água, sobretudo para fins não potáveis. Amplas áreas impermeabilizadas, como telhados, coberturas, pátios e áreas de estacionamento, expostas ao ar livre servem como receptadoras e coletoras da água da chuva. A precipitação local Influencia diretamente a potencialidade de economia de água, todavia o Brasil é constituído em sua maioria por regiões tropicais, onde mostra-se frequente a ocorrência de chuvas e se mantem em alta as médias anuais de precipitação que proporcionam amplos benefícios de conservação de água .

Nos centros urbanos, além da questão ambiental, a coleta e o aproveitamento das águas pluviais possuem outra vantagem: a redução dos escoamentos superficiais, com consequente redução da carga nos sistemas de coleta de águas pluviais e o amortecimento dos picos de enchentes, contribuindo para a prevenção de inundações.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, em sua maioria, apresentam-se simples e com demandas de baixos investimentos. As águas pluviais apresentam qualidade

superior satisfatória em relação às águas cinza (Qualquer água residual, ou seja, não industrial, gerada a partir de processos domésticos como lavar louça, roupa e tomar banho e etc.), não apresentando necessidade de tratamentos específicos e avançados, exigindo apenas a remoção de impurezas pelo sistema de descarte, conforme explicado abaixo.

O sistema de descarte destaca-se como sistema de varrição e descarte dos primeiros momentos em que ocorre a precipitação, e se faz necessário sua utilização devido ao excesso de matéria orgânica como folhas, poeira, excrementos de pássaros, insetos e outros sedimentos depositados pela ação do vento. Dispositivos como filtros instalados nas próprias calhas para remoção de materiais sólidos, já se encontram disponíveis no mercado nacional e podem entrar como substitutos do sistema de descarte, evitando assim o desperdício do recurso hídrico (HAFNER, 2007).

2.2 COLETA E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

No processo de aproveitamento de água pluvial, ressalta-se vários aspectos positivos, como, por exemplo, reduzir o consumo de água potável, utiliza estruturas existentes na construção, baixo impacto ambiental, entre outros (SIMIONI *et al*.,2004). Segundo Gerhardt *et al*. (2014), discorre que para realizar a coleta de água da chuva, pode-se usar qualquer superfície que permita o escoamento da água para uma vertente, este, ainda cita como exemplo, os telhados das casas, lajes, onde não haverá trafego de pessoas e animais.

Nesse sentido, um sistema de aproveitamento, pode ser constituído basicamente por área de captação, componentes de transporte (calhas e condutores) e a cisterna. Para Costa *et al*. (2006), a área de captação, é aquela que a água é coletada, sendo um ponto indispensável, pois a partir da mesma, determinar-se-á a quantidade de chuva a ser aproveitada e captada.

De forma geral, o funcionamento do sistema de aproveiitamento de água da chuva, consiste na captação da águas pluvais que caem sobre a laje ou telhado da edificação, e acabam por ser escoadas para uma vertente, conduzidas através de calhas para um filtro, sendo direcionadas para o local de armazenamento (cisterna). Após isso, é bombeada para tubulações específicas de água pluvial que irão ser utilizadas para fins não potáveis (MARINOSKI, 2007).

Dessa forma, segundo May (2004), o controle e o aproveitamento de água de chuva para, uso agrícola, doméstico, industrial esta ganhando um maior destaque no mundo, de

modo a ser considerado como um meio atenuante na problemática ambiental, com relação a escassez de água para consumo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ESTUDO DE CASO

Estudo de caso é um instrumento pedagógico que apresenta um problema mal estruturado, ou seja, um problema que não tem uma solução pré-definida, exigindo empenho para identificação do problema, analise de evidências, desenvolvimento de argumentos lógicos, propondo e avaliando soluções.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo está localizada na Universidade do Estado do Pará, no qual está localizada no município de Marabá-PA.

Figura 01 – Localização da Universidade do Estado do Pará – Campus VIII
Fonte: GOOGLE MAPS

3.3 LEVANTAMENTOS DE DADOS E DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de chuvas mensais da cidade de Marabá, disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA), referentes ao período de 1988 a 2011. Neste caso, por ter os dados necessários disponíveis para consulta, foi utilizada série histórica da estação pluviométrica código 00549007, localizada na cidade de Marabá no Estado do Pará, conforme na Figura 01, e como base para análise, utilizou-se 24 anos dessas séries, para geração dos médios da série temporal.

Dados da Estação	
Código	00549007
Nome	KM 60 / PA-150
Código Adicional	-
Bacia	RIO TOCANTINS (2)
Sub-bacia	RIO TOCANTINS,ITACAIÚNAS,..... (29)
Rio	-
Estado	PARÁ
Município	MARABÁ
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-5:48:11
Longitude	-49:11:0
Altitude (m)	-
Área de Drenagem (km2)	-

Figura 01-Dados da Estação
Fonte: www.ana.gov.br

3.3.1 Área de Captação Pluvial

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pela NBR 10844/1989 para calcular a área de contribuição deve-se realizar a soma das superfícies que conduzem as águas para determinado ponto da instalação. Para isso utilizou-se uma trena de 5 metros (m), e por ser uma superfície plana, calcula-se a área pela seguinte fórmula:

$$A = b.a$$

Onde, (a) é a largura da superfície e, (b) o comprimento. Como demonstra na Figura 02.

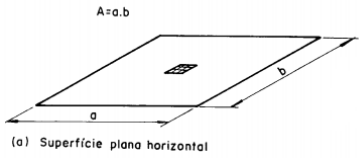

Figura 02- Área de Contribuição
Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas-NBR 10844/1989

3.3.2 Potencial de Aproveitamento de Água Pluvial

Segundo Hagemann (2009), o aproveitamento de águas pluviais torna-se mais viável quando o consumo de água não potável, é elevado, como por exemplo: Em universidades, indústrias, escolas, entre outros. Isso pelo fato de que, boa parte da água utilizada nesses tipos de estabelecimentos em sua maioria é para fins não potáveis.

Para determinar o volume de água da chuva mensal, que pode ser aproveitado pelas áreas dos telhados dos blocos que compõe a universidade, foi utilizada a metodologia aplicada por Ghisi *et al.* (2007), a partir da formula :

$$V = \frac{P.A.C}{1000}$$

Em que:
V- volume mensal de chuva que poderia ser captado (m^3);
P- precipitação mensal (mm);
A- Área total de captação (m^2);
C- coeficiente de runoff (adimensional);
Obs: 1000 é um fator de conversão da precipitação de mm para m.

3.3.3 Estimativa do Consumo de Água na Instituição e Porcentual de Aproveitamento

Para estimar o consumo de água na instituição, utilizou-se de informações cedidas pelo encarregado de manutenção, sobre a quantidade mensal de vezes em que se liga a bomba pra encher a caixa e seu volume, multiplicou-se as mesmas pelo número de alunos, e dividiu pelo número de dias úteis no mês (22 dias), adotando dessa forma o resultado de 25 L/aluno/dia. A fim de obter o porcentual de aproveitamento, realizou-se um comparativo com o consumo estimado de água da instituição, e o volume de água captada em cada mês, para estimar o quanto pode-se economizar, e assim verificar a viabilidade do sistema de aproveitamento de água pluvial. Portanto, com a finalidade de tratar os dados obtidos, fez-se o uso do Microsoft Office Excel, ferramenta necessária para análise dos dados matemáticos, para que fosse possível correlacionar as variáveis, analisando a viabilidade da implantação de um sistema de captação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados mostrados no Gráfico 01 compreendem a precipitação média mensal no período de 1984 a 2011, dados obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de chuvas mensais da cidade de Marabá, disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA).

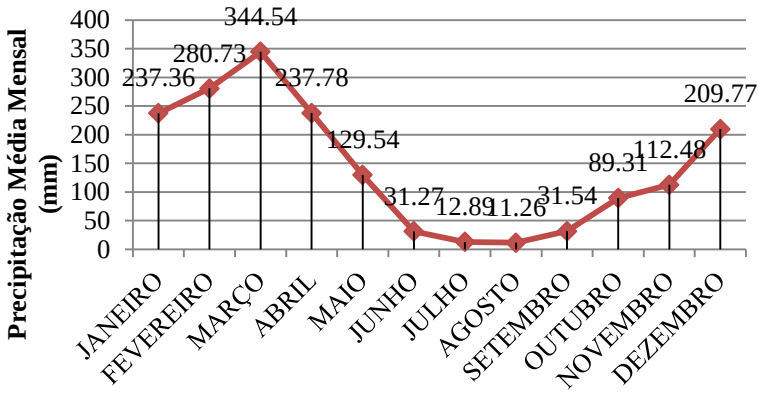

Gráfico 01 – Precipitação Média Mensal (1984 – 2011)
Fonte: Autores

A partir do gráfico, pode-se analisar que entre os meses de dezembro a abril ocorre um período de elevação nas médias de precipitação. Em contrapartida, os meses de maio a novembro apresentam um baixo indice de precipitação.

Com base nos dados obtidos através das séries históricas pluviométricas, a Tabela 01 demonstra o volume mensal de chuva (m³) que poderia ser captado. Além disso, observa-se que a área de contribuição calculada a partir na NBR 1084/1989, por ser ampla, nos períodos chuvosos em que a média apresentou uma elevação, o volume captado apresenta-se maior.

MESES	MÉDIA MENSAL (mm)	ÁREA DO TELHADO (m²)	VOLUME MENSAL DE CHUVA (m³)
JANEIRO	237,36	1.500,9	313,50
FEVEREIRO	280,73	1.500,9	370,78
MARÇO	344,54	1.500,9	455,06
ABRIL	237,78	1.500,9	314,05
MAIO	129,54	1.500,9	171,09
JUNHO	31,27	1.500,9	41,30
JULHO	12,89	1.500,9	17,02
AGOSTO	11,26	1.500,9	14,87
SETEMBRO	31,54	1.500,9	41,65
OUTUBRO	89,31	1.500,9	117,95
NOVEMBRO	112,48	1.500,9	148,56
DEZEMBRO	209,77	1.500,9	277,06

Tabela 01 – Volume mensal de chuva (m³)
Fonte: Autores

A água captada do telhado é direcionada para as calhas que já encontram-se alocadas nas extremidades do telhado, e na existencia um reservatório seria conduzida para o mesmo. O percentual de aproveitamento é indicado na Tabela 02. Analisou-se que o mesmo superou

em até 95% o volume de água de consumo da instituição, sendo esta para fins potáveis e não potáveis.

MESES	VOLUME DE ÁGUA PLUVIAL (m^3)	VOLUME DE ÁGUA DA INSTITUIÇÃO	PERCENTUAL DE APROVEITAMENTO
JANEIRO	313,50	475,75	65,89%
FEVEREIRO	370,78	475,75	77,93%
MARÇO	455,06	475,75	95,85%
ABRIL	314,05	475,75	66,01%
MAIO	171,09	475,75	35,96%
JUNHO	41,30	475,75	8,68%
JULHO	17,02	475,75	3,57%
AGOSTO	14,87	475,75	3,12%
SETEMBRO	41,65	475,75	8,75%
OUTUBRO	117,95	475,75	24,79%
NOVEMBRO	148,56	475,75	31,22%
DEZEMBRO	277,06	475,75	58,23%

Tabela 02 – Porcentual de aproveitamento(%)
Fonte: Autores

Estima-se quem em média, 60% do total de água consumida em residências, universidades, prédios, entre outros, são destinadas aos usos não potáveis (GONÇALVES, 2009). Com base nisso, os resultados obtidos conforme a Tabela 03 confirmam que a quantidade de água da chuva que será destinada para o uso não potável será satisfatório nos meses de dezembro a abril, sendo que entre janeiro e abril atingirá 100% de eficiência conforme as necessidades do campus.

MESES	VOLUME DE ÁGUA DA INSTITUIÇÃO	60% DO VOLUME DA INSTITUIÇÃO (m^3) – USO NÃO POTÁVEL	VOLUME DE ÁGUA PLUVIAL (m^3)
JANEIRO	475,75	285,45	313,50
FEVEREIRO	475,75	285,45	370,78
MARÇO	475,75	285,45	455,06
ABRIL	475,75	285,45	314,05
MAIO	475,75	285,45	171,09
JUNHO	475,75	285,45	41,30
JULHO	475,75	285,45	17,02
AGOSTO	475,75	285,45	14,87
SETEMBRO	475,75	285,45	41,65
OUTUBRO	475,75	285,45	117,95
NOVEMBRO	475,75	285,45	148,56
DEZEMBRO	475,75	285,45	277,06

Tabela 03 – Porcentagem do volume da instituição (60%) para fins não potáveis pelo volume captado das chuvas
Fonte: Autores

O Gráfico 02 compara o percentual do volume usado na Instituição (60% para fins não potáveis) pelo volume captado das chuvas que poderiam ser utilizados para o mesmo fim.

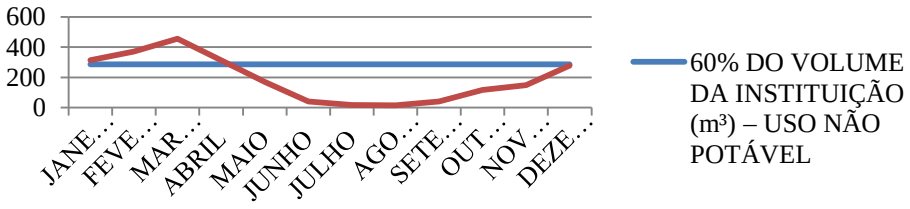

Gráfico 01 – Comparativo entre o Volume da Instituição (m³) para uso não potáveis e o Volume da água pluvial (m³). Fonte: Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fora evidenciada a viabilidade da sustentabilidade hídrica, através de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Em todos os meses analisados (exceto de junho a setembro, haja vista que são os meses que chove pouco), o volume de água de chuva superou e/ou se aproximou do volume de água para usos não potáveis da universidade em estudo.

Nesse sentido, além da economia financeira, adotar tal sistema reduziria o uso de água potável para fins não potáveis, de modo a baratear o tratamento de água, e ao mesmo tempo a colaborar com o meio ambiente. O estudo de caso realizado a partir dos dados pluviométricos coletados ratificou-se que no período supracitado, a inserção de um sistema de aproveitamento de água de chuva é a melhor opção, visto que, por ser uma edificação em que o volume de água utilizado é elevado, tende a ter um retorno mais rápido do investimento no mesmo.

Portanto, o trabalho em tela, procura embasar a viabilidade de reservatórios de aproveitamento de água pluvial, desde que a água captada seja destinada a consumo menos nobre, pois, a partir dos dados de área de telhado construída, tem-se a possibilidade de escolher o tamanho do reservatório em função da demanda a ser atendida por ele.

REFERÊNCIAIS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 15527: *Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis* – Requisitos. Rio de Janeiro. 2007

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10844: *Instalações prediais de águas pluviais* – Requisitos. Rio de Janeiro, 1989.

CARVALHO, R. S. *Potencial Econômico Do Aproveitamento De Águas Pluviais: Análise Da Implantação De Um Sistema Para A Região Urbana De Londrina***.** Universidade Federal do Paraná. Apucarana –PR, 2010.

COSTA, I. Y. L. G.; SANTOS, C. A. G.; BURITY, F. A. *Captação de água de chuva em condomínios horizontais.* In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTOS URBANO DE ÁGUA, 2006.

GERHARDT, G.; HILGERT,F.; HENN, L.; GENTIL, K. N.; OLIVEIRA, T. D.; ISTAN, L. P. *Aproveitamento Da Água De Chuva Para Consumo Não Potável Em Habitação De Interesse Social***.** Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão. Vol 2 nº1, 2014.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). *Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.* Rio de Janeiro: ABES, 2009.

HAFNER, A. V. *Conservação E Reúso De Água Em Edificações – Experiências Nacionais E Internacionais.* Dissertação (Mestrado)- Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

HOLTZ, A. C. T. *Precipitação.* In Pinto, N.S; HOLTZ, A. C. T; MARTINS, J. A; GOMIDE, F. L. S. *Hidrologia Básica.* São Paulo: Blucher, 1976.

LIMA, W.P. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.* Piracicaba; ESALQ/USP, 1986.

MARINOSKI, A. K. *Aproveitamento De Água Pluvial Para Fins Não Potáveis Em Instituição De Ensino: Estudo De Caso Em Florianópolis – Sc.* Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil. Florianóplis,2007.

MAY,S. *Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva Para Consumo Não Potável em Edificações.* Dissertação Apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção de Título de Mestre em Engenharia. São Paulo,2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Ciclo Hidrológico.* 2007, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico> Acesso em:02 de Maio de 2016.

ONU. *Organização das Nações Unidas.* Disponível em: http://www.onu-brasil.org.br. Acessado em: 01 de Maio de 2016.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A**.** *Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso.* CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais...., 2004.

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

UNIÁGUA. Universidade da água. *Água no Planeta.* Disponível em: <http://www.uniagua.org.br.>. Acessado em: 29 de Abril de 2016.