

AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE DISPOSITIVOS DE DESCARTE DOS PRIMEIROS MILÍMETROS DE CHUVA EM SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

FINANCIAL EVALUATION OF DISPOSAL DEVICES OF THE FIRST MILLIMETERS OF RAIN IN RAINWATER WATER CAPTURE SYSTEMS

Zacarias Caetano Vieira

Docente do Curso de Edificações do Instituto Federal de Sergipe. E-mail: zacariascaetano@yahoo.com.br

Carlos Gomes da Silva Júnior

Discente do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental. E-mail: cgomes.aju@hotmail.com

Rayana Almeida de Novais

Discente do Curso de Engenharia Civil. E-mail: rayananovais@outlook.com

Resumo: Quando se inicia uma chuva, os primeiros milímetros que incidem sobre a superfície de captação arrastam poeira, folhas, galhos e fezes de animais, realizando uma limpeza dessa área. Estas substâncias interferem diretamente na qualidade da água e conferem a este escoamento inicial quantidades de contaminantes superiores à média. O conceito do descarte do escoamento inicial tem origem na literatura sobre manejo de águas pluviais e de esgoto, mas é amplamente aplicado no aproveitamento de água de chuva de coberturas. Não existe um consenso sobre o quanto deve ser descartado, pois diversos fatores, principalmente do entorno do telhado, irão interferir na qualidade da água, mas se sabe concretamente que é recomendado o descarte desses primeiros milímetros de chuva. Este artigo objetiva avaliar financeiramente a execução de diferentes sistemas de descarte dos primeiros milímetros de chuva, através do levantamento dos custos de aquisição dos materiais para sua execução. Foi adotada nesse trabalho, uma residência de padrão popular, executada em programas sociais governamentais, cuja cobertura é de 42 m². Para cada um dos 06 (seis) dispositivos pesquisados, foi feito um levantamento quantitativo de preços dos materiais utilizados em cada um dos dispositivos e, posteriormente, calculado o preço total, cujos valores variaram de R\$ 181,09 até R\$ 792,76. Conclui-se a execução desses sistemas é extremamente simples, os materiais não acessíveis e alguns apresentaram custos relativamente baixos.

Palavras-Chave: Escoamento. Aparelho. Coleta. Custo.

Abstract: When a rain starts, the first millimeters that fall on the catchment surface drag dust, leaves, bran-

ches and animal feces, cleaning the area. These substances directly interfere in the quality of the water and give to this initial flow quantities of contaminants above average. The concept of the disposal of the initial runoff originates from the literature on rainwater and sewage management, but it is widely applied in the use of rainwater cover. There is no consensus on how much should be discarded, as several factors, especially the surrounding environment, will interfere with the quality of the water, but it is specifically known that the disposal of these first millimeters of rain is recommended. This article aims to financially evaluate the execution of different systems for discarding the first millimeters of rain, by surveying the costs of acquiring the materials for their execution. In this work, a popular standard residence was adopted, carried out in government social programs, whose coverage is 42 m². For each of the 06 (six) devices surveyed, a quantitative survey was made of the prices of the materials used in each of the devices and, subsequently, the total price was calculated, whose values ranged from R\$ 181,09 to R\$ 792,76. The conclusion is that the execution of these systems is extremely simple, the materials are not accessible and some have presented relatively low costs.

Keywords: Flow. Apparatus. Collection. Cost.

INTRODUÇÃO

O aumento populacional e suas consequências têm acelerado o acréscimo da demanda por água, conduzindo a um risco crescente das dis-

ponibilidades naturais não serem suficientes para o suprimento das necessidades dos vários usos potenciais, em diversas regiões (MOTA; AQUINO, 2003). Esses mesmos autores reiteram que essa crescente demanda e multiplicidade de usos tem provocado, em muitos lugares, crises de escassez, conflitos de interesses, obstáculos ao crescimento econômico, etc. Mediante essa situação tem crescido à necessidade de utilização de fontes alternativas de água, dentre elas o aproveitamento de águas pluviais. O aproveitamento de água de chuva que antes era visto apenas como solução para lugares com baixos índices pluviométricos, e com deficiências ou ausência de abastecimento, hoje é visto, também, como uma alternativa economicamente viável, mesmo para lugares ainda não atingidos por problemas de escassez hídrica, tendo em vista que a mesma é gratuita, ou seja, não faz parte do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), portanto não tem valor econômico conforme previsto na Lei 9433/1997 (BRASIL, 1997). Vários são os usos possíveis para a água de chuva, dentre os quais, podemos citar lavagem de pisos, descarga de bacias sanitárias, rega de jardim, etc.

Para a ANA (2005), um sistema de aproveitamento de águas pluviais consiste em coletar a água da chuva através de áreas impermeáveis como telhados, pátios, ou áreas de estacionamento, sendo, em seguida, encaminhada aos reservatórios de acumulação, ou sistema similar, devendo ou não, passar por unidades de tratamento dependendo da aplicação desta água. Segundo Andrade Neto (2012), a contaminação da água de chuva geralmente ocorre quando lava o ar das camadas baixas da atmosfera e, sobretudo, na superfície de captação, ou quando está armazenada de forma não protegida. Esse mesmo autor rela-

ta que quando atravessa a camada da atmosfera mais perto do solo, que contém partículas em suspensão, inclusive microrganismos, e escoar sobre a superfície de captação, a água da chuva lava esta superfície carreando a sujeira acumulada no intervalo entre duas chuvas.

Conforme relata Costa (2011), os primeiros milímetros de chuva são responsáveis pela limpeza da atmosfera e da superfície de captação através do arraste de substâncias como poeira, folhas, galhos e fezes de animais. Estas substâncias interferem diretamente na qualidade da água e conferem a este escoamento inicial quantidades de contaminantes superiores à média.

Andrade Neto (2012) cita pesquisas da Universidade Federal de Campina Grande e da Universidade Estadual da Paraíba, em sistemas piloto, nos quais foram construídos desvios automáticos para as primeiras águas da chuva, mostrando que os sistemas de desvio automático se mostraram eficazes como barreiras sanitárias, reduzindo significativamente todos os parâmetros físicos e químicos analisados, com destaque para a redução média da turbidez de 53% para um dos tipos de desvio.

Os pesquisadores do Projeto Cisternas na Universidade Federal de Pernambuco, (SOUZA, 2009; GAVAZZA, 2009) chegaram à conclusão que “os resultados obtidos evidenciam a importância do uso de dispositivos de desvio das primeiras águas de chuva, uma vez que, independente do princípio de funcionamento, ambos os modelos avaliados no presente trabalho foram eficazes em reduzir a quantidade de impurezas encaminhadas às cisternas, principalmente turbidez, coliformes totais e bactérias heterotróficas totais”. Por este motivo é aconselhável o uso dos dispositivos de descarte nos sistemas de aproveitamento de água de chuva.

Diversos dispositivos são empregados para o descarte dos primeiros milímetros de chuva tendo seu funcionamento baseado no peso da água, no volume e em boias (COSTA, 2011). A utilização desses dispositivos é imprescindível em um sistema de captação de água pluvial, pois melhoram a qualidade da água direcionada para o reservatório (cisterna), sendo importante avaliar os modelos existentes, bem como seus custos de execução.

Soares e Talma (2017) relatam que a contaminação atmosférica da água de chuva é baixa em áreas rurais, mas a contaminação pode ocorrer devido ao contato da água com a superfície de captação (telhado ou solo) e durante o armazenamento e a distribuição. Andrade Neto (2012) indica que os primeiros milímetros de cada chuva têm, realmente, grande influência sobre a qualidade da água captada em cisternas; mas o primeiro milímetro é, de maneira geral, suficiente para lavar a atmosfera e a superfície de captação e, se esta água for descartada, o restante da água da chuva tem boa qualidade para diversos usos.

A qualidade da água de chuva armazenada nas cisternas depende de diversos fatores, tais como: qualidade do ar atmosférico, material da área de captação e impurezas depositadas sobre esta superfície, bem como das tubulações de condução até as cisternas, além do manejo da cisterna (ANDRADE NETO, 2004; GNADLINGER, 2007; McBEAN et al., 2013). Essas impurezas carregadas para a cisterna podem alterar aspectos físico-químicos e microbiológicos da água captada, comprometendo sua qualidade e uso (MENDEZ et al, 2011). Esse mesmo autor cita que o material da superfície de captação pode exercer influência na concentração de bactérias contaminantes. Andrade Neto (2004) destaca que outros aspectos podem aumentar o risco de contaminação de águas de chuva armazenadas

em cisternas, tais como: condições de uso, nível de exposição a contaminantes, condições epidemiológicas da região e manutenção do sistema

O Programa Um Milhão de Cisternas no Semiárido Brasileiro (PIMC), criado pelo governo federal, construiu mais de 588.000 cisternas (ASA, 2016). Embora seja um importante programa que promove igualdade social entre as famílias beneficiadas, é essencial que se garanta o fornecimento de água sanitariamente segura. Segundo Fonseca et al. (2014), cada família recebe uma cisterna com capacidade de armazenamento de 16.000 litros de água, que é indicado como suficiente para abastecer uma família de cinco pessoas durante a estação seca, considerando que a água seja utilizada para beber, cozinhar e escovar os dentes.

Anecchini (2005) realizou um trabalho na cidade de Vitória/ES, onde caracterizou a variação da qualidade da água de chuva ao longo da precipitação a partir da coleta de amostras do primeiro, do segundo e do terceiro milímetro de chuva e a chuva restante em reservatórios distintos. Os resultados mostraram, para amostras coletadas diretamente da atmosfera, decréscimos de condutividade, nitrato e principalmente de cloretos, já na remoção do primeiro milímetro de chuva. O pH médio da chuva foi 6,09 e em apenas 11% das chuvas observou-se valores inferiores a 5,0, caracterizando chuvas ácidas. Pode-se constatar que os primeiros milímetros de chuva são os mais poluídos e que ao longo do evento chuvoso ocorre uma melhora na qualidade da água da chuva.

Outro estudo, realizado por Jaques (2005), avaliou a água da chuva no município de Florianópolis/SC, comparando as características físico-químicas da água da chuva em quatro pontos: na atmosfera, sem interferência de qualquer superfície; após passar por um telhado cerâmico; após passar por um telhado de cimento amianto e nas cisternas. Nas amostras que passaram pelos telha-

dos, as coletas foram realizadas a 0, 10, 30 e 60 minutos após o início da chuva. Pode-se observar que a concentração de sólidos se apresentou maior nos eventos mais intensos e que a chuva coletada diretamente da atmosfera apresenta valores menores de pH em relação à água coletada dos telhados. Na água que passou pelos telhados, os valores de alcalinidade, condutividade e cálcio situaram-se bem acima dos da água coletada diretamente da atmosfera, principalmente no telhado de cimento amianto, e a maioria dos parâmetros físico-químicos apresentou um decréscimo de concentração em função do tempo. Este decréscimo justifica a recomendação de vários autores para o descarte dos primeiros milímetros de chuva, denominado *first-flush* ou escoamento inicial.

Diante do exposto este artigo objetiva avaliar financeiramente a construção de diferentes sistemas de descarte dos primeiros milímetros de chuva, através do levantamento dos custos de aquisição dos materiais para sua execução. Especificamente, pretende-se realizar um levantamento bibliográfico, sobre diferentes dispositivos de descarte; e sobre diferentes critérios de dimensionamento; escolher uma área de contribuição (telhado) como base para o dimensionamento do volume de descarte; realizar o levantamento dos materiais necessários (tubos, conexões, reservatórios, registros, etc.) para construção dos dispositivos; e realizar, através de pesquisa de preço em lojas de materiais de construção local, a estimativa de custos com material para cada dispositivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimento

Com relação à natureza do objeto a pesquisa classifica-se como aplicada, visto que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática. No tocante a forma de abordagem, pode ser conside-

rada quantitativa; e quanto aos objetivos, exploratória e descritiva.

Para alcançar os objetivos elencados, a pesquisa foi dividida em 5 etapas:

1ª ETAPA: Revisão bibliográfica onde foram levantados diversos tipos de dispositivos de descarte, e metodologias de dimensionamento do volume de descarte.

2ª ETAPA: Escolheu-se uma área de captação (telhado) que foi tomada como base para dimensionamento do volume de descarte e, conseqüentemente, dos modelos de dispositivos pesquisados.

3ª ETAPA: Foram levantados, para cada dispositivo estudado, os materiais (tubos, conexões, reservatórios, boias, registros, etc.) necessários para sua construção;

4ª ETAPA: Com base nesse quantitativo, foi feita uma pesquisa de preços, e orçado como dispositivo escolhido.

Área de Estudo

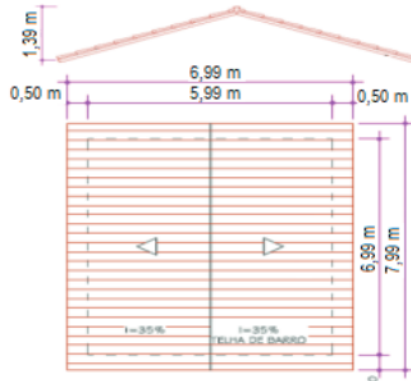
Adotou-se uma residência de padrão popular, executada em programas sociais governamentais, apresentada na Figura 1. As dimensões do telhado, utilizadas para cálculo da área de contribuição, são apresentadas na Figura 2.

Figura 1- Casa popular projeto padrão 42 m²



Fonte: Gerência de Apoio ao Desenvolvimento Urbano (2007) *apud* Vieira *et al* (2019).

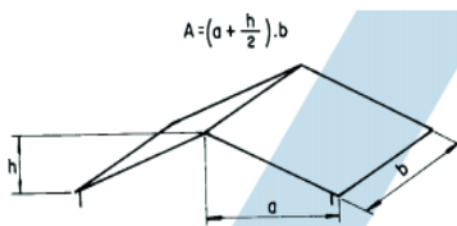
Figura 2 - Dimensões do telhado da residência adotada



Fonte: Gerência de Apoio ao Desenvolvimento Urbano (2007) apud Vieira et al (2019).

Considerou-se a indicação da NBR 10844 (ABNT, 1989) para cálculo das áreas de contribuição de superfícies inclinadas, no caso, as duas águas do telhado, conforme Figura 3.

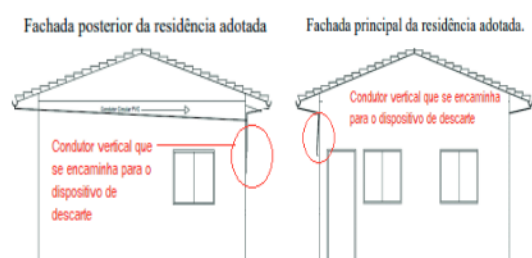
Figura 3 - Cálculo de área de contribuição para superfície inclinada



Fonte: ABNT (1989)

Foram consideradas nesse caso, duas calhas, uma para cada água e dois condutores verticais que convergem para o reservatório, e unem-se tornando apenas uma tubulação que será direcionada para o dispositivo de descarte, e conseqüentemente para o reservatório ou cisterna, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Fachadas (posterior e principal) da residência adotada



Fonte: Adaptado de Vieira et al. (2019)

Dimensionamento da Tubulação

Para dimensionar o condutor vertical que chega no dispositivo de descarte, utilizou-se o método de *Uniform Plumbing Code apud* Gonçalves & Oliveira (1998), indicado na Tabela 1, onde entra-se com a intensidade pluviométrica da cidade, com a área que será atendida pelo condutor e obtendo-se o diâmetro.

Tabela 1 - Áreas máximas em projeção, em m² a serem drenadas por condutores verticais.

Intens. Precip. (mm/h)	Diâmetro do condutor vertical (mm)					
	50	75	100	125	150	200
25	267	817	1709	3214	5016	10776
50	133	408	854	1607	2508	5388
75	89	272	569	1071	1671	3591
100	67	204	427	803	1254	2694
125	53	163	341	642	1003	2155
150	44	136	285	535	836	1794
175	38	117	244	459	716	1539
200	33	102	213	401	627	1347
225	29	91	190	357	557	1197
250	27	81	171	321	501	1077
275	24	74	155	292	456	979
300	22	67	142	267	418	897

Fonte: Uniform Plumbing Code apud Gonçalves & Oliveira (1998)

Volume de descarte

Para o cálculo do volume de descarte, adotou-se a indicação NBR 15227 (ABNT, 2007) de realizar o descarte dos primeiros 2 mm de chuva, ou seja, 2 L/m².

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Área de cobertura

Considerando as dimensões indicadas na Figura 2, e as indicações da Figura 3, obteve-se uma área de captação total de 66,96 m².

Diâmetro do condutor vertical.

Adotando a intensidade pluviométrica indicada pela NBR 10844 (ABNT, 1989) para um período de retorno de 5 anos, para cidade de Aracaju/SE, ou seja, 122 mm/h, e uma área de cobertura de 66,96 m², chega-se a um condutor de 75 mm.

Volume de descarte

Adotando a indicação NBR 15227 (ABNT, 2007) de 2 L/m², e uma área de telhado de aproximadamente 70 m² (66,99 m²) chega-se a um volume de descarte de 140 litros.

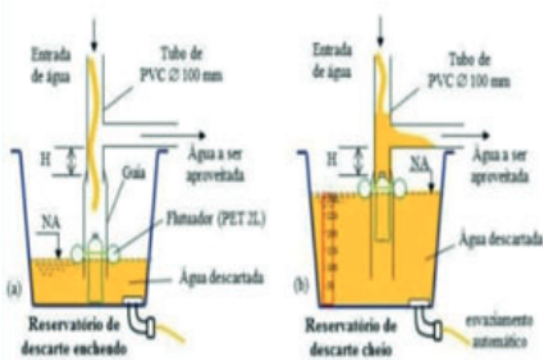
Dispositivos levantados nessa pesquisa

Foram selecionados neste trabalho, os seguintes dispositivos de descarte dos primeiros milímetros de chuva:

1º DISPOSITIVO

O dispositivo de descarte criado e testado por Dalsasso e Guedes (2017) é composto por um sistema flutuante, guiado, construído com tubos de PVC e garrafas plásticas (PET) de 2 litros, que impede automaticamente a entrada de água no reservatório de descarte (Figura 5), após o nível atingir um valor pré-estabelecido. Esse dispositivo foi testado para vazões de 1,5 a 5,0 L/s, mostrando que a vedação do sistema flutuante foi eficiente.

Figura 5 - Funcionamento do sistema de descarte



Fonte: Dalsasso e Guedes (2017)

Figura 6 - Sistema experimental de aproveitamento de água de chuva em um galpão com telhado de fibrocimento



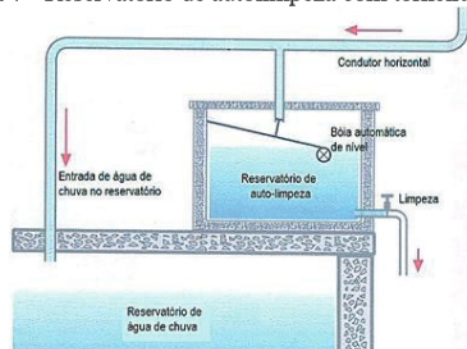
Fonte: Dalsasso e Guedes (2017)

2º DISPOSITIVO

Segundo May (2004) *apud* Sampaio (2013), um dos dispositivos da primeira lavagem bastante utilizado é o reservatório de autolimpeza com torneira de boia. A água que é captada por esse dispositivo é conduzida para o reservatório de autolimpeza, que se encontra vazio. Ao atingir uma determinada altura, representando o volume de descarte desejado, a boia de nível é acionada, permitindo a realização do fechamento automático da torneira de boia (válvula).

Assim, ocorre o escoamento da água diretamente para o reservatório de armazenamento. Vale ressaltar que em um novo período de grande precipitação pluviométrica, faz-se necessário que o dispositivo esteja vazio para que possa receber uma nova água de lavagem.

Figura 7 - Reservatório de autolimpeza com torneira de boia



Fonte: MAY (2004) *Apud* SAMPAIO (2013)

3º DISPOSITIVO

Segundo Campos (2019), o dispositivo de descarte, apresentado na Figura 8, pode ser implantado no comprimento da tubulação de captação da água da chuva antes da chegada da água captada ao reservatório, para que os primeiros milímetros possam ser descartados. Nesse dispositivo deve existir uma saída, para que ocorra o esvaziamento entre um evento de precipitação e outro.

Figura 8 - Dispositivo para o descarte dos primeiros milímetros de água



Fonte: CAMPOS (2019)

4º DISPOSITIVO

Segundo Andrade Neto (2004) *apud* Oliveira (2017), um dos tipos de dispositivos de descarte automatizado das primeiras chuvas ocorre mediante um tê intercalado na tubulação de entrada de uma determinada cisterna, que deriva para um pequeno reservatório, conforme Figura 9. Assim que o reservatório enche, o fluxo de água é conduzido para a cisterna. O tamanho do reservatório de descarte é obtido em função da área de captação. Para Rodrigues et al. (2004) *apud* Oliveira (2017), a Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC) indica o descarte de 1 a 2 litros por metro quadrado de telhado.

Figura 9 - Dispositivo para o descarte dos primeiros milímetros de água

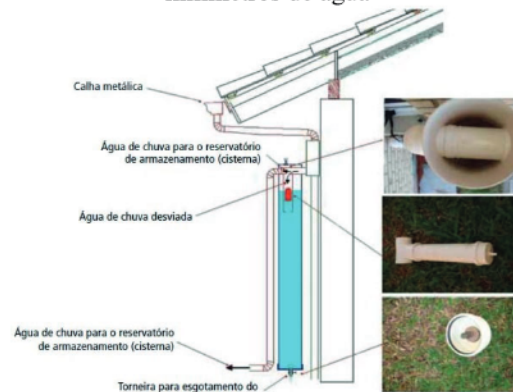


Fonte: Andrade Neto (2004) *apud* Oliveira (2017)

5º DISPOSITIVO

Segundo Teston (2012) neste dispositivo a água é destinada a um tubo de PVC com diâmetro de 150 mm que funciona como um reservatório. Conforme esse reservatório capta a água, sobe uma pequena boia que se encontra no interior da tubulação de diâmetro menor instalada no interior do tubo de 150 mm, como mostra a Figura 10. Assim que esse tubo estiver cheio a boia fecha a entrada de água, que passa a ser desviada para a cisterna.

Figura 10 - Dispositivo para o descarte dos primeiros milímetros de água



Fonte: TESTON (2012)

6º DISPOSITIVO

NEU et.al. (2018) relata que na comunidade ribeirinha do Furo Grande, Ilha das Onças, município de Barcarena, Estado do Pará, foi realizado um estudo sobre o descarte do primeiro milímetro

de chuva. Foram analisados dois dispositivos: a) tipo manual (Figura 11(A) e b) tipo semiautomático (Figura 11B). No dispositivo manual uma tampa impede a entrada da “primeira água” no reservatório, e logo após o descarte do milímetro inicial, essa mesma tampa precisa ser retirada, manualmente, para que a água possa entrar no sistema de armazenamento. O dispositivo semiautomático foi adaptado de um sistema desenvolvido pela Universidade Federal Pernambuco (Desvio-UFPE).

Figura 11 - Sistema de descarte da primeira água da chuva: manual (A) e semiautomático (B)



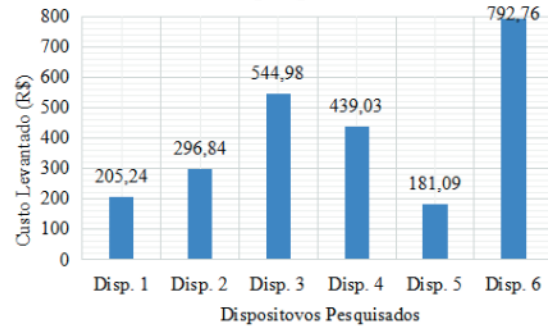
Fonte: NEU et.al (2018)

Para Alves et.al (2014), *apud* NEU et.al (2018), este dispositivo consiste em uma serpentina de tubos de PVC, com capacidade dimensionada para armazenar no mínimo o primeiro milímetro de chuva, ou seja, 1 litro de água para cada metro quadrado de área de captação, retendo a água com impurezas durante o período de chuva, sendo esvaziada de forma manual, somente depois do evento de chuva.

Estimativa de custo dos dispositivos pesquisados.

Para cada dispositivo pesquisado, foi feito um levantamento quantitativo de preços dos materiais utilizados em cada um dos dispositivos e, posteriormente, calculado o preço total, cujos valores estão discriminados no gráfico 1.

Gráfico 1 - Custo (em R\$) dos materiais para cada dispositivo pesquisado



Fonte: Os Autores (2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que:

a) a utilização de um dispositivo de descarte em sistemas de captação e aproveitamento de chuva é altamente recomendável, pois melhora, significativamente, a qualidade da água direcionada para o reservatório de acumulação (cisterna);

b) a maioria dos dispositivos levantados nessa pesquisa é de simples construção, utilizando peças e conexões facilmente encontrados em lojas de materiais de construção e não demanda mão-de-obra especializada para sua execução;

c) alguns dos dispositivos pesquisados apresentaram custo relativamente baixo, mas ainda assim, inacessíveis para a maioria das pessoas que fazem uso de sistema de captação de água de chuva;

d) seria interessante que, nos programas governamentais, que fazem entrega de cisternas para a população carente, que o sistema de captação já tivesse um sistema automático de descarte, diferente de alguns sistemas ainda manuais.

REFERÊNCIAS

ANA, FIESP E SINDUSCON-SP. *Conservação e Reuso de água em edificações*. São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005.

ANDRADE NETO, C. O. de. *O descarte das primeiras águas e a qualidade da água da chuva*. In: SIM-

PÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, Campina Grande, 2012.

ANDRADE NETO, C. O. Proteção Sanitária das Cisternas Rurais. In: XI SIMPÓSIO LUSOBRASILEIRO E AMBIENTAL, 2004, Natal. *Anais...* Natal: ABES/APESB/APRH, 2004.

ANNECCHINI, K. P. V. *Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)* Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. 2005.

ASA – Articulação Semiárido Brasileiro. <http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc> (acessado em 04/08/2016).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: *Instalações prediais de águas pluviais*: procedimento. Rio de Janeiro: 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. *Lei nº 9.433*, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

CAMPOS, A. M. *Captação de água de chuva para fins não potáveis na Escola Estadual Dr. Rubens da Rosa Guedes, Caçapava do Sul - RS*. 2019. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2019.

COSTA, A. R. F. da. *Limites da aplicabilidade para sistemas automáticos de descarte de 5 chuva*: Estudo de caso. 2011. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

DALSASSO, Ramon Lucas; GUEDES, Tiago Lemos. Proposta de um Sistema Automático de Descarte de Água de Chuva: Estudo de Caso, *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*, v. 5, n. 2. p.93-198, 2017 – ISSN: 2317-563X.

DOYLE, K. C. *Sizing the First Flush and its Effect on the Storage-Reliability Yield Behavior of Rainwater Harvesting in Rwanda*. B.S. Civil Engineering, Villanova University, 2008.

FONSECA, J. E., et al. *Reducing Occurrence of*

Giardia duodenalis in Children Living in Semiarid Regions: Impact of a Large Scale Rainwater Harvesting Initiative. PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 8, n. 6, p. 10, 2014.

GAVAZZA, S. Aspectos de qualidade da água relacionados às barreiras sanitárias. In: 7º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. Caruaru, 27/09/09 a 01/10/09. *Anais...* ABCMAC. 2009.

GNADLINGER, J. Rumo a um padrão elevado de qualidade de água da chuva em três pontos distintos da cidade de Natal-RN In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABCMAC, 2007.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. de. *Sistemas Prediais de Águas Pluviais*, 1998. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/pdf/tppcc18.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2020.

JAQUES, R.C. *Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações*. 2005. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MCBEAN, E. A., RAJIB, M. A., RAHMAN, MD. M. *Improved Sustainability of Water Supply Options in Areas with Arsenic-Impacted Groundwater*. *Water*, v. 5, p. 1941-1951, 2013.

MELO, L. R. C.; NETO, C. O. Variação da qualidade de água da chuva em seus diferentes estágios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007b, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABES, 2007b.

MENDEZ, C. B., et al. *The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater*. *Water Research*, v.45, p. 2049-2059, 2011.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Gestão Ambiental. In: CAMPOS, N., T. (Ed.). *Gestão das Águas*: princípios e práticas. 2. ed. Fortaleza: ABRH, 2003. Cap. 8127. p. 127-146.

NEU, V.; et al. Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental. *Inclusão Social*, Brasília, v. 12, n. 1, p. 183-198, jul./dez. 2018. Bimestral. Disponível em: revista.ibict.br. Acesso em: 23 maio 2020.

OLIVEIRA, D.H.S. *Avaliação dos diferentes métodos de dimensionamento de cisternas aplicado ao regime pluviométrico do município de Delmiro Gouveia - AL*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, Delmiro Gouveia, 2017.

SAMPAIO, F. V. *Análise da viabilidade de implantação e pré-dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial em centros urbanos*. 2013. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SOARES, I. A.; TALMA, H. C. dos S. *Desenvolvimento de barreira sanitária para sistema de captação e armazenamento de águas da chuva em cisternas do semiárido baiano*. In: III Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2017 Campina Grande: Editora Realize, 2017.

SOUZA, S. H. B. de. *Avaliação da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Modelos Piloto para Captação de Águas de Chuva no Semi-árido Pernambucano*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. 2009.

TESTON, A. *Aproveitamento de água de chuva: um estudo qualitativo entre os principais sistemas*. 2012. 106 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação em Construções Sustentáveis, Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

VIEIRA, Z. C.; et al. *Avaliação financeira de sistemas de captação de água pluvial nas capitais nordestinas*. *Revista Expressão Científica*, Aracaju, v. 4, n. 1, p. 8-19, 2019.