



Centro Universitário de Brasília - UNICEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS
Curso: Engenharia Civil

CAROLINE SANTANA ROCHA

**ESTUDOS DE CASOS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAS
PARA USO SUSTENTÁVEL EM RESIDÊNCIAS**

Brasília
2019

CAROLINE SANTANA ROCHA

ESTUDOS DE CASOS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAS PARA USO SUSTENTÁVEL EM RESIDÊNCIAS

Trabalho de Curso apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia
Civil do UniCEUB - Centro
Universitário de Brasília.

Orientador: Eng. Civil Robson
Donizeth

Brasília
2019

CAROLINE SANTANA ROCHA

ESTUDOS DE CASOS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAS PARA USO SUSTENTÁVEL EM RESIDÊNCIAS

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Eng. Civil Robson Donizeth

Brasília, 2019.

Banca Examinadora

Robson Donizeth Gonçalves da Costa, Msc.
Orientador

Erika Regina Castro, Msc.
Professora

Rosana Duarte Fernandes Dutra, Msc.
Examinadora 1

Ó Pai, em tuas mãos eu entrego o meu espírito.
Senhor, eu ponho em vós minha esperança;
que eu não fique envergonhado eternamente!
Em vossas mãos, Senhor, entrego o meu espírito,
porque vós me salvareis, ó Deus fiel.
Tornei-me o opróbrio do inimigo,
o desprezo e zombaria dos vizinhos,
e objeto de pavor para os amigos;
fogem de mim os que me veem pela rua.
Os corações me esqueceram como um morto,
e tornei-me como um vaso espedaçado.
A vós, porém, ó meu Senhor, eu me confio,
e afirmo que só vós sois o meu Deus!
Eu entrego em vossas mãos o meu destino;
libertai-me do inimigo e do opressor!
Mostrai serena a vossa face ao vosso servo,
e salvai-me pela vossa compaixão!
Fortalecei os corações, tende coragem,
todos vós que ao Senhor vos confiais!

Responsório (Sl 30)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem as bênçãos que recebi não conseguiria conquistar essa graduação. Deus me iluminou nas noites em claro estudando para as provas ou fazendo trabalhos, nas aulas e a todo momento de minha vida. Sem Deus, eu não teria nenhuma força de vontade, nenhuma coragem ou ânimo para seguir em frente. De tudo que vivi, tudo que aprendi, eu agradeço imensamente a Deus.

Agradeço aos meus pais Delzoti V. Rocha e Mariangela S. Rocha e, de igual modo, agradeço a minha madrinha Adriana S.N. Clemente e ao meu padrinho Vítor da S. Clemente, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos difíceis, nos momentos de comemoração, quando precisei de conselhos, de descanso, apoio, consolo e palavras de motivação. Hoje posso falar para vocês, eu consegui! Consegui passar pelas dificuldades, consegui me manter em pé depois de noites sem dormir, consegui conquistar meu objetivo de vida até o momento, e sigo confiante para conquistar os próximos objetivos que virão.

Agradeço aos meus amigos, que como eu, escolheram a engenharia como profissão, de forma especial Lucas Lopes, meu irmão de caminhada, Amanda Carballo, Ana Caroline Rodrigues, Brunara Cardoso, Hellen Cristyna, que também serão engenheiros incríveis. Agradeço também aos que estiveram comigo, porém seguiram outras profissões, Emanuelle Garcia, Lorrana Emily, Andressa Virgínia e todos aqueles que habitam meu coração, muito obrigada.

Agradeço aos meus professores, que me transmitiram o conhecimento e conselhos de como seguir na vida profissional.

Obrigada Deus, por ter colocado cada um na minha vida, obrigada por iluminar todos até aqui e por continuar nos iluminando a cada passo dado. Obrigada!

RESUMO

Atualmente em algumas cidades satélite de Brasília tem ocorrido problemas em épocas de chuva que são alagamentos e enchentes. Alguns fatores que tem auxiliado a ocorrência desses problemas é a insuficiência da rede pluvial, que não é capaz de captar a demanda de água pluvial na rua, causando um acúmulo de água pluvial nas ruas, causando alagamentos e enchentes, que como consequência causa danos materiais, como danos a automóveis, danos a residências, morte de animais, dentre outros. Recentemente tem surgido novos estudos para a captação da água pluvial proveniente da chuva em locais privados, de forma a permitir o uso sustentável, com isso, podendo auxiliar na diminuição do volume de água nas ruas, e assim, podendo contribuir na diminuição do impacto dos alagamentos e enchentes. Este estudo tem como objetivos apresentar diferentes formas de se captar águas pluviais em construções privados para a possibilidade de uso sustentável, apresentar diferentes matérias que podem ser utilizados nessas construções, apresentar três estudos de caso funcionais (com estruturas diferentes, sendo o estudo de caso 5.1 executado com alvenaria, o estudo de caso 5.2 um reservatório IBC e o estudo de caso 5.3 tem como estrutura uma piscina pré-moldada), sendo que a metodologia utilizada foram visitas técnicas aos reservatórios, considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

ABSTRACT

Currently in some satellite cities of Brasilia there have been problems in times of rain that are floods and floods. Some factors that have helped the occurrence of these problems is the insufficiency of the rainwater network, which is not able to capture the demand of rainwater in the street, causing rainwater accumulation in the streets, causing flooding and flooding, which as a consequence causes material damages, such as car damage, home damage, death of animals, among others. Recently, new studies have been carried out to collect rainwater from rainfall in private places, in order to allow sustainable use, thereby helping to reduce the volume of water on the streets, and thus, floods and floods. The objective of this study is to present different ways of capturing rainwater in private buildings for the possibility of sustainable use, to present different materials that can be used in these constructions, to present three functional case studies (with different structures, being the case study 5.1 the case study 5.2 an IBC reservoir and the case study 5.3 has as a structure a pre-shaped swimming pool), and the methodology used were technical visits to the reservoirs, final considerations and suggestions for future work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Bueiro com grade	15
Figura 2 – Bueiro sem grade	16
Figura 3 – Manilhas	17
Figura 4 – Túnel bala com passagem fluvial	18
Figura 5 – Bacia de terra, Vicente Pires	19
Figura 6 – Calha de alumínio.....	20
Figura 7 – Tubulação de PVC	20
Figura 8 – Catálogo FORTLEV.....	21
Figura 9 – Caixa D’água FORTLEV	22
Figura 10 – Dimensões e detalhamento do reservatório IBC	23
Figura 11 – Piscina pré-moldada.....	24
Figura 12 – Parede de alvenaria	24
Figura 13 – Tabela 3.19 do livro Instalações hidráulicas e sanitárias.....	26
Figura 14 – Localização do reservatório.....	28
Figura 15 – Parte frontal do reservatório	28
Figura 16 - Parte Posterior do reservatório.....	29
Figura 17 – Lateral direita do reservatório.....	29
Figura 18 - Passagem de acesso na laje para manutenção.....	30
Figura 19 - Laje do reservatório.....	30
Figura 20 - Lateral direita do reservatório.....	31
Figura 21 - Lateral direita do reservatório.....	31
Figura 22 - Localização das calhas	32
Figura 23 - Localização das calhas	32
Figura 24 - Localização do reservatório	33
Figura 25 - Parte frontal do reservatório	33
Figura 26 - Detalhes do reservatório.....	34
Figura 27 - Localização do reservatório	35
Figura 28 - Peças de treliças pré-moldadas para lajes.....	35
Figura 29 - Piscina antes da execução da laje	36
Figura 30 - Piscina após da execução da laje	36
Figura 31 - Dimensões da laje.....	37
Figura 32 - Localização das calhas	37

Figura 33 - Localização das calhas	38
Figura 34 - Localização das calhas	38
Figura 35 - Localização das calhas.....	38

LISTA DE PLANILHAS

Planilha 1 –Catálogo de manilhas da empresa JM Veronezi Tubos	17
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	centímetros
mm	milímetros
m	metros
DF	Distrito Federal
PVC	Policloreto de Vinila
IBC	Contentor intermédio para mercadorias a granel

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral.....	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Formas de condução e retenção das águas pluviais em locais públicos.....	15
3.1.1. Bueiros.....	15
3.1.2. Manilhas.....	16
3.1.3. Túneis	17
3.1.4. Bacias de retenção.....	18
3.2. Formas de captação de água em locais particulares (privados).....	19
3.2.1. Calhas	19
3.2.2. Tubulação de PVC	20
3.2.3. Tipos de reservatórios pré-fabricados	21
3.2.3.1. Caixa D'água.....	21
3.2.3.2. Reservatório contentor intermédio para mercadorias a granel (IBC)	22
3.2.3.3. Reservatório com Piscina.....	23
3.2.4. Reservatório de alvenaria	24
4. METODOLOGIA.....	25
4.1. Dimensionamento de calha	25
4.2. Escolha da tubulação de PVC	26
5. ESTUDOS DE CASO	27
5.1. Estudo de caso 1 – Reservatório de alvenaria em Vicente Pires -DF	28
5.1.1. Processo de construção.....	29
5.1.2. Processo de revestimento.....	30
5.1.3. Detalhes construtivos	32

5.2. Estudo de caso 2 – Reservatório de IBC em Vicente Pires -DF	33
5.2.1. Detalhes construtivos	34
5.3. Estudo de caso 3 – Reservatório de Piscina em Arniqueiras -DF	35
5.3.1. Detalhamento da piscina antes da execução da laje	36
5.3.2. Detalhamento do reservatório depois da laje executada.....	36
5.3.3. Detalhes construtivos	37
6. CONCLUSÕES	39
6.1. Considerações finais.....	39
6.2. Sugestões para trabalhos futuros	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Brasil Escola (2019), o aquecimento global tem gerado várias alterações climáticas, dentre elas, a alteração no regime de chuvas. Segundo o G1 (2019), no Brasil, no início do ano de 2019, de janeiro a março, já aconteceram alguns desastres provocados pela chuva, como o de São Paulo que começou no dia 10/03/19, causando 12 mortes, desabamentos e outros. Muitos desses problemas ocorrem por não existir uma rede de captação de água de chuva ou por se encontrar obsoleta, ou seja, está subdimensionada.

Essas enchentes ocorrem devido ao aumento do volume de água pluviais nas ruas e a insuficiência das redes de captação de água, com isso a água não possui “percurso a seguir”, ou seja, se encontra sem um percurso por onde escoar, provocando assim as enchentes e alagamentos.

Em Brasília, dentre suas regiões administrativas, existem duas regiões administrativas Vicente Pires e Arniqueiras, onde tem ocorrido alagamentos e enchentes, similar ao caso de São Paulo. Segundo o Correio Brasiliense (2019), Vicente Pires inicialmente foi planejada para ser um setor de chácaras, voltada para o cultivo de alimentos, por conta de sua topografia irregular e de suas nascentes. Com isso, não houve grande planejamento de redes pluviais para essa cidade, pois, a água das chuvas iriam percorrer nas plantações, irrigando o solo, e seguir seu percurso de encontro ao riacho ou ao lençol freático. No decorrer dos anos houve a loteação das chácaras, dando início a uma ocupação desordenada e despreparada desta área. Com isso, o solo se tornou impermeável com a pavimentação e com as construções executadas, gerando uma demanda maior de água pluvial nas ruas, gerando insuficiência na rede pluvial planejada. Em época de chuva a água pluvial se acumula nas ruas causando enchentes e alagamentos.

Como solução para este problema tem surgido novos estudos e tecnologias para projetos em captação de água da chuva, a fim de atender as demandas públicas (como a rede de águas pluviais, bueiros, sistema convencional de coleta de esgoto, etc.) e demandas privadas (como o uso de estruturas de alvenaria, pré-moldados, e até piscinas como reservatórios em residências e em condomínios). Estes projetos

tem a intenção de reduzir a quantidade de água nas ruas, minimizando a intensidade das enxurradas, e assim diminuir o impacto desses problemas de infraestrutura urbana na sociedade.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os principais tipos estruturas de retenção de águas pluviais, a fim de que as mesmas possam ser reutilizadas de forma sustentável. Para isto, será realizada uma ampla revisão bibliográfica detalhando os tipos de reservatórios mais utilizados atualmente. Para melhor embasamento técnico do estudo em questão, serão apresentados alguns estudos de caso de reservatórios de retenção em funcionamento. Pretende-se com as experiências abordadas auxiliar na tomada de decisão de novos projetos de reservatórios de retenção privados, para assim poder auxiliar a minimizar os efeitos de períodos de alto índice pluviométricos nas cidades.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo geral do presente estudo é apresentar diferentes formas de se captar águas pluviais em construções privadas para a possibilidade de uso sustentável.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar os diferentes tipos de reservatórios de acordo com o material utilizado em sua fabricação;
- Analisar a possibilidade de se implantar as estruturas de retenção, como forma de minimizar o excesso de água das chuvas que não foram captadas.
- Apresentar as diferentes formas inovadoras de se captar e reaproveitar a água das chuvas em propriedades privadas de forma que atenda os critérios que a NBR 15.527/2007 estabelece;
- Apresentar três estudos de caso de reservatórios que estão em uso, sendo dois localizados na Vicente Pires, detalhados nos itens 5.1 e 5.2 e o terceiro estudo de caso localizado em Arniqueiras, no item 5.3.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor entendimento de como se dá o processo de captação da água da chuva para um reservatório de retenção, faz-se necessário a definição de alguns termos técnicos.

3.1. Formas de condução e retenção das águas pluviais em locais públicos

Este item caracteriza algumas formas de captação, condução e retenção das águas no contexto das concessionárias públicas.

3.1.1 Bueiros

Segundo o Dicionário Online de Português (2019), bueiro é um tipo de abertura instalado no meio fio, calçadas, canteiros e acostamento das rodovias que tem como função a captação da água pluvial e outros líquidos no pavimento. Existem dois tipos de bueiros que são mais usados nas cidades, esses bueiros são:

- Bueiros com grade (na grande maioria, são feitas de aço): em que as grades tem como função a retenção de lixo com grande volume, como por exemplo garrafas pet, sacos de lixo, pedras, pedaços de asfalto, dentre outros. Um exemplo de bueiro com grade é detalhado na figura 1.

Figura 1 - Bueiro com grade



Fonte: Próprio autor

- Bueiros sem grade (tampa do bueiro é feita de concreto): a diferença existente entre o bueiro com grade e o bueiro sem grade são a dimensão do bueiro e a grade instalada na abertura. Um exemplo de bueiro sem grade é detalhado na figura 2.

Figura 2 – Bueiro sem grade



Fonte: Próprio autor

3.1.2 Manilhas

As manilhas são peças de concreto pré-moldado em formato de tubo. O uso apropriado dessas peças é para o transporte da água, como uma tubulação de pvc. Como são peças de concreto pré-moldado, encontra-se diversos tamanhos de diâmetros. Algumas empresas fabricantes têm catálogos desses produtos com diâmetros padronizados, para a facilidade de produção em larga escala, a empresa JM Veronezi Tubos por exemplo, fabrica manilhas com diâmetro máximo de 600 milímetro/milímetro segundo o catálogo de vendas, como demonstra a tabela 1.

Tabela 1 – Catálogo de manilhas da empresa JM Veronezi Tubos

MANILHA DE CONCRETO ARMADO				
PRODUTO	TIPO	DIÂMETRO	COMPRIMENTO	REF.
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	300 m/m.	1,50 m.	TA-300
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	400 m/m.	1,50 m.	TA-400
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	500 m/m.	1,50 m.	TA-500
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	600 m/m.	1,50 m.	TA-600

MANILHA DE CONCRETO SIMPLES				
PRODUTO	TIPO	DIÂMETRO	COMPRIMENTO	REF.
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	200 m/m.	1,00 m.	TS-200
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	300 m/m.	1,00 m.	TS-300
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	400 m/m.	1,00 m.	TS-400
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	500 m/m.	1,00 m.	TS-500
MANILHA DE CONCRETO	TUBO ÁGUAS PLUVIAIS	600 m/m.	1,00 m.	TS-600

Fonte: http://www.jmveronezi.com.br/manilha_concreto.html

Figura 3 – Manilhas



Fonte: Próprio autor

3.1.3 Túneis

De acordo com Dicionário Online de Português (2019), túneis são passagens subterrâneas e podem ser usados para diferentes finalidades. Existem túneis para passagem de carros, passagem de pedestres, passagem de água e podem ser construídos de diferentes materiais.

Quando se trata da condução de água por túnel, este tem função semelhante ao das manilhas de concreto pré-moldado, porém em dimensões maiores. Quando há um volume de água substancial em determinado local, após o estudo da vazão e volume de captação e obtendo-se informações de volume de água no local, pode ser determinado a necessidade de implantação de túnel para a passagem desta água. Um exemplo de túnel, é detalhado na figura 4.

Figura 4 – Túnel bala com passagem fluvial



Fonte: <http://siprocimg.blogspot.com/2010/09/tunel-bala-completa-engenharia.html>

3.1.4 Bacias de Retenção

Bacias de retenção são estruturas que tem como função conter águas pluviais decorrentes das chuvas, apesar de serem estruturas artificiais projetadas, podem ser construídas com matéria prima do local, como as bacias de retenção de terra, que será apresentada no decorrer deste trabalho.

Existem diversos tipos de bacias, como bacia de amortecimento das águas pluviais feita de concreto pré-moldado, dentre outros. Na cidade Vicente Pires, local de dois estudos de caso que serão apresentados nos itens 5.1 e 5.2, ocorrem diversos problemas decorrentes ao volume de água pluvial, foi construído uma bacia de retenção de águas pluviais de terra, detalhado na figura 5.

Figura 5 – Bacia de terra, Vicente Pires



Fonte: Próprio autor

3.2. Forma de captação de água em locais particulares (privados)

Este item vem a caracterizar algumas formas de captação, condução e retenção das águas em locais privados, como por exemplo, a água das residências, edifícios, sendo que o proprietário e/ou morador é responsável pelo projeto, execução e manutenção desses dispositivos.

3.2.1 Calhas

Segundo Dicas De Arquitetura (2019), calhas são peças entrecortadas, que são encaixadas na extremidade inferior do telhado, sua função é captar a água das telhas e conduzir até a tubulação que deságua no reservatório. Podem ser fabricadas de diferentes tipos de materiais, dentre eles alumínio, pvc, galvanizada, zinco e concreto. A forma das calhas é independente do desenho do telhado, da quantidade de águas que este possui, pois podem ser fabricadas de acordo com a necessidade do local e podem ser instaladas também nos sobre muros de forma horizontal, como detalhado na figura 6.

Figura 6 – Calha de alumínio

Fonte: <http://www.metalmacestruturas.com.br/calhas-industriais/calha-de-chuva-zinco/calha-de-aluminio-jardim-sao-goncalo>

3.2.2 Tubulação de PVC

De acordo com Ecivil (2019), é um conjunto de tubos, canos, joelhos, conexões, dentre outras formas, e que tem a função de possibilitar o transporte de líquidos, sendo que PVC significa o material da qual a tubulação é fabricada. A tubulação é encaixada nas calhas e que tem a função de conduzir a água captada até o reservatório, como descrito na figura 7.

Figura 7– Tubulação de PVC

Fonte: <https://pedreira.com.br/tipos-de-tubos-pvc-cpvc-ppr-pex-pvc-esgoto/>

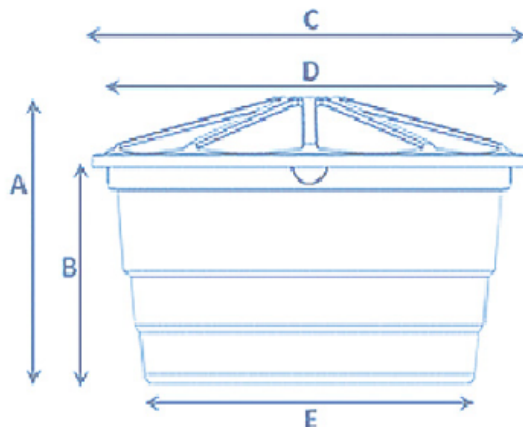
3.2.3 Tipos de reservatórios pré-fabricados

Neste item será caracterizado alguns tipos de reservatórios pré-fabricados encontrados em locais como materiais de construção.

3.2.3.1 Caixa d'água

A caixa d'água é um tipo de reservatório que é utilizado amplamente em residências, edifícios, e demais locais que necessitam de reservar água ou algum líquido. É muito comercializado em lojas de materiais de construção, com isso é um produto possível adquirir com facilidade. Segundo o FORTLEV (2019), uma das fabricantes de caixas d'água no Brasil, as caixas d'água são compostas de polietileno. Existem catálogos de fabricantes que trazem as dimensões e volumes detalhados desse tipo de produto para facilitar a compra e a escolha do consumidor. Na figura 8 apresenta-se exemplo de catálogo de caixa d'água com algumas dimensões e volumes.

Figura 8 – Catálogo FORTLEV



O diagrama mostra uma caixa d'água com um tampo triangular. As dimensões são indicadas por setas: A (altura total), B (altura da caixa), C (largura do tampo), D (largura da caixa) e E (largura da base da caixa).

Capacidade (L)	Dimensões (m)				
	A	B	C	D	E
100	0,51	0,41	0,75	0,73	0,54
150	0,55	0,43	0,88	0,87	0,61
250	0,66	0,50	1,04	1,03	0,78
310	0,69	0,54	1,05	1,04	0,75
500	0,72	0,58	1,24	1,22	0,95
750	0,86	0,73	1,37	1,35	1,00
1.000	0,97	0,76	1,52	1,51	1,16
1.500	1,05	0,83	1,77	1,75	1,43
2.000	1,10	0,90	1,89	1,88	1,55
3.000	1,49	1,21	2,28	2,22	1,72
5.000*	2,00	1,63	2,45	2,37	1,85
7.500*	2,12	1,81	2,79	2,70	2,24
10.000*	2,57	2,03	2,95	2,92	2,41
15.000*	3,13	2,62	3,17	3,15	2,67

Fonte: <https://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-polietileno-2/>

Figura 9 – Caixa D'água FORTLEV

CAIXA D'ÁGUA DE POLIETILENO



Fonte: <https://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-poli-etileno-2/>

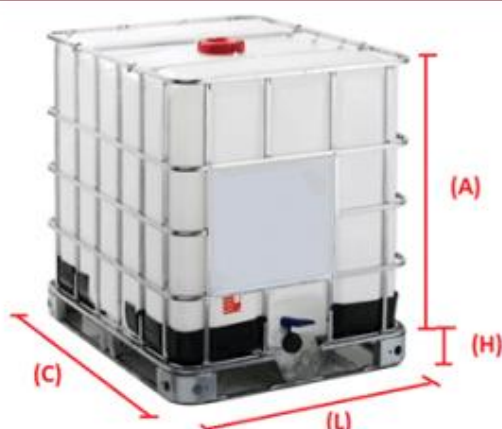
3.2.3.2 Reservatório Contentor Intermédio para mercadorias a Granel (IBC)

Este exemplo de reservatório, que pode ser produzido com três tipos de materiais diferentes, de madeira, plástico ou metal. Na parte externa do reservatório, existe uma grade metálica que tem função de facilitar o transporte deste produto. Admitindo também ser chamado de tanque, seu uso é mais comum em locais que necessitam de reservar água ou algum líquido. Este tipo de reservatório é pré-fabricado e o mais comumente comercializado é o com capacidade de 1000L.

Segundo a ficha técnica do DEL NERO, uma empresa comerciante de embalagens no Brasil, o reservatório IBC é composto de polietileno de alta densidade. As dimensões deste reservatório são fixas, e estão caracterizadas na figura 10:

Figura 10 – Dimensões e detalhamento do reservatório IBC

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA: CONTENTOR PLÁSTICO 1000 L - IBC STD PM



PRODUTO: IBC - Intermediate Bulk Container

Dimensões (mm)	EMBALAGEM REFORMADA (STD)		
	modelo de Palete		
	METÁLICO	PLÁSTICO	MADEIRA
Altura grade. (A)	1045	1045	1045
Altura palete. (H)	120	120	150
Comprimento. (C)	1200	1200	1200
Largura. (L)	1000	1000	1000
Capac.Nom. (litros)	1000	1000	1000
Capac.Total (litros)	1055	1055	1055
Peso (Kgs.)	52 ↔ 64	52 ↔ 64	58 ↔ 69

ACESSÓRIOS

GARRAFA (BOLSA) (Usada)
Enquadramento: Lavada e Higienizada para uso geral.
Material: PEAD (Polietileno de Alta Densidade e Peso Molecular), com aditivo UV.
Processo Fabricação: Sopros por Extrusão.
Peso: 16,800 Kgs.
Densidade Recomendada: 1,400 Kgs/Litro máximo à 25°C



TAMPA SUPERIOR (Nova ou Usada)
Material: PEAD com aditivo UV.
Processo Fabricação: Injeção.
Tamanhos: 150 mm (6")
210 mm (9").
Modelos: Lisa STD.
Com válvula de Alívio *
*Respiro: membrana Hidrofóbica.
Lacre: Filete de plástico.

GRADE (Reformada)
Material: Tubo quadrado 18 mm x 18 mm ou tubo redondo.

Processo Fabricação: Eletro solda.

PALETE (Reformado)
Modelo: PP (Plástico)
PM (Metálico)
PMA (Madeira)
Material: PP - PEAD (Polietileno Alta Densidade)
PM - Aço Carbono Galvanizado.
PMA - Madeira *
*Com ou sem tratamento Fitossanitário.
Processo Fabricação: Estampagem e Eletro solda.

VÁLVULA (Nova ou usada)
Material: PEAD com aditivo UV.
Processo Fabricação: Injeção
Gaxeta: PEBD
ETFE
Tamanho: diâmetro 2"
Tipo / Rosca: Removível / Fina BSP

Fonte: [https:// delneroonline.com.br/fichas/contentores_reformados/especificacao_ibc_metalico.pdf](https://delneroonline.com.br/fichas/contentores_reformados/especificacao_ibc_metalico.pdf)

3.2.3.3 Reservatório com Piscina

Reservatório com piscina são reservatórios pré-fabricados para reserva de água para variados fins, como natação, lazer, criação de animais aquáticos, dentre outros. No caso da piscina, deve-se fazer um estudo para determinar qual a melhor maneira de se obter a cobertura desse material, se pode ser por laje, tampa plástica, ou outra solução. A figura 13 demonstra uma piscina pré-moldada no comércio atual.

Figura 11 – Piscina pré-moldada

Fonte: <https://cristalfiber.com.br/portfolio-de-piscinas-de-fibra/>

3.2.4. Reservatório de Alvenaria

Segundo Escola engenharia (2019), alvenaria é um conjunto de tijolos, blocos ou peças sobrepostas coladas por uma argamassa, formando um elemento vertical, que pode ter duas funções, estrutural ou vedação. Pode ser construído com bloco cerâmico ou bloco de concreto. Para que uma estrutura de alvenaria, seja estrutural ou de vedação, seja usado para reservar líquido, principalmente água, é necessário ter cautela no momento de escolher os produtos de impermeabilização e de revestimento. Na figura 12 será apresentado a parede de alvenaria.

Figura 12 – Parede de alvenaria

Fonte: <https://www.masterhousesolucoes.com.br/conheca-as-vantagens-da-construcao-de-alvenaria/>

4. METODOLOGIA

Com o intuito de demonstrar a teoria e a prática deste trabalho, foram realizadas visitas técnicas nos locais das construções. Foram realizados 3 estudos de casos, em campo semelhantes, para o dimensionamento das calhas e dimensionamento da tubulação de PVC que conduz a água. Os dados necessários para compreensão foram os seguintes:

4.1. Dimensionamento de calha

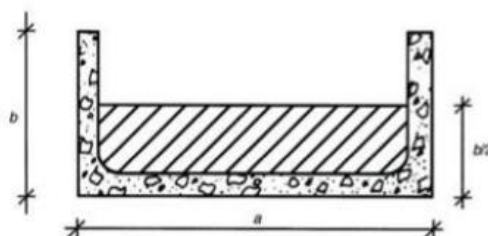
Destaca-se que nos estudos de caso analisados neste trabalho, não foi realizado o dimensionamento das calhas tendo em vista que as mesmas já se encontravam instaladas. Para o dimensionamento das calhas, é necessário calcular a área de contribuição do telhado de cada residência, calcular a vazão da água com a intensidade pluviométrica da região e adotar o parâmetro da tabela 3.19 do CREDER (2006), descrita na figura 13.

Figura 13 – Tabela 3.19 do livro Instalações hidráulicas e sanitárias

Instalações Prediais de Esgotos Sanitários e de Águas Pluviais 277

TABELA 3.19

Vazões em l/min em calhas retangulares de concreto liso, lâmina d'água e meia altura				
Dimensão (m)		Declividade		
a	b	0,5%	1%	2%
0,20	0,10	366	518	732
0,30	0,20	1.626	2.299	3.251
0,40	0,30	4.124	5.832	8.248
0,50	0,40	8.171	11.656	16.343
0,60	0,50	14.050	19.870	28.100
0,70	0,60	22.022	31.144	44.044
0,80	0,70	32.334	45.727	64.668
0,90	0,80	45.220	63.950	90.439
1,00	0,90	60.903	86.130	121.806



Fonte: Creder (2006)

4.2. Escolha da tubulação de PVC

A empresa que forneceu as calhas para os moradores, determinou que as tubulações que são conectadas na calha e conduzem a água para os reservatórios é a seguinte:

- Estudo de caso 1: diâmetro de 100mm
- Estudo de caso 2: diâmetro de 75mm
- Estudo de caso 3: diâmetro de 150mm

5. ESTUDOS DE CASO

Visto que uma ocupação desordenada causou na cidade uma falta de estrutura na rede de captação de água pluvial, que as ruas foram pavimentadas, e dentre outros fatores, a água não tem como seguir um “percurso natural” para o lençol freático ou para o riacho, de forma que gera o acúmulo da mesma, causando enxurradas nas ruas, buracos, danos a veículos, acidentes, engarrafamentos, isolamento (em alguns casos os moradores não conseguem acessar suas residências ou não conseguem sair), o que afeta intensamente o trânsito na cidade e nas cidades vizinhas como Águas Claras, Taguatinga e Estrutural.

Uma atitude que alguns moradores tiveram e que resultou em efeito positivo foi reservar a água da chuva que escoava pelas telhas de suas residências, dessa forma, auxiliando na diminuição de volume de água pluvial na rua.

Os estudos de casos 5.1 e 5.2 são de residências localizadas no mesmo condomínio, na Vicente Pires- DF, e o estudo de caso 5.3 é localizado em uma residência na Arniqueira-DF.

5.1. Estudo de caso 1 – Reservatório de alvenaria em Vicente Pires-DF

Na figura 14 tentou-se representar a localização do local do estudo de caso 5.1.

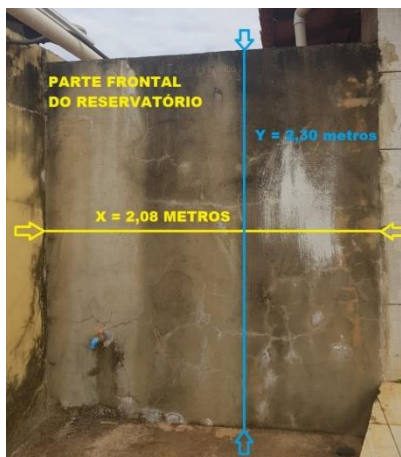
Figura 14 – Localização do reservatório



Fonte: <https://earth.google.com/web/@-15.80507713,-48.03042628,1178.13445688a,65.91614809d,35y,-45.76713628h,67.76577142t,-0r/data=ChYaFAoML2cvMXB5cW54N25uGAlqASgC>

Neste estudo de caso, os moradores decidiram aproveitar melhor o espaço disponível e fizeram um reservatório com $X = 2,08$ metros de largura, $Y = 2,30$ metros de altura e $Z = 6,25$ metros de comprimento. Descritos nas figuras 15 - a parte frontal do reservatório, figura 16 - parte posterior do reservatório e figura 17 - lateral direita do reservatório.

Figura 15 – Parte Frontal do reservatório



Fonte: Próprio autor

Figura 16 – Parte Posterior do reservatório



Fonte: Próprio autor

Figura 17 – Lateral direita do reservatório



Fonte: Próprio autor

5.1.1. Processo de construção

O processo construtivo se deu da seguinte forma:

- Na base: foi estruturada com concreto armado, para receber o carregamento proveniente do peso próprio da estrutura.
- Nas laterais, frente e verso: foi executado em alvenaria com tijolo cerâmico e argamassa.
- Laje: foi estruturada com concreto armado, deixando um espaço para a entrada de uma pessoa para executar a manutenção do reservatório, como detalhado nas figuras 18 e 19.

Figura 18 – Passagem de acesso na laje para manutenção



Fonte: Próprio autor

Figura 19 – Laje do reservatório



Fonte: Próprio autor

5.1.2. Processo de revestimento

O processo de execução do revestimento se deu da seguinte forma:

- Reboco: depois da alvenaria pronta, a parte interna e externa foram rebocadas com argamassa de areia e cimento.
- Impermeabilização interna: depois do reboco concluído, foi aplicado argamassa e impermeabilizante colante nas laterais e ao fundo do reservatório foi aplicada cerâmica. As figuras 20 e 21 detalham a parte interna do reservatório.

Figura 20 – Lateral direita do reservatório



Fonte: Próprio autor

Figura 21 – Lateral direita do reservatório



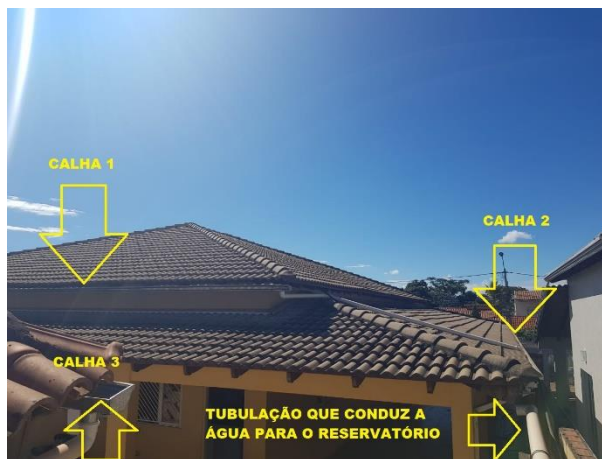
Fonte: Próprio autor

- Impermeabilização externa: nas laterais externas do reservatório não foi possível aplicar nenhum produto por conta das paredes já existentes no local.

5.1.3. Detalhes construtivos

As figuras 22 e 23 detalham a instalação das calhas da residência do estudo de caso.

Figura 22 – Localização das calhas



Fonte: Próprio autor

Figura 23 – Localização das calhas



Fonte: Próprio autor

5.2. Estudo de caso 2 – Reservatório de IBC em Vicente Pires-DF

Na figura 24 tentou-se representar a localização do local do estudo de caso 5.2.

Figura 24 – Localização do reservatório



Fonte: <https://earth.google.com/web/@-15.80502665,-48.02970653,1175.12825504a,95.25080719d,35y,94.45080833h,66.27169712t,0r/data=ChcaFQoNL2cvMTFjbTZ2czc3ahgCIAEoAg>

Neste estudo de caso, os moradores não tinham intenção de construir um reservatório ou um grande espaço para colocar o reservatório, e optaram pelo reservatório IBC por ser pré-moldado e não necessitar de muito espaço para manutenção. Para facilitar o uso da torneira que é de fábrica do reservatório, o proprietário adquiriu um suporte de metal, de 0,66 metros de altura, como descrito na figura 25.

Figura 25 – Parte frontal do reservatório



Fonte: Próprio autor

5.2.1. Detalhes construtivos

- Para evitar que insetos, sujeira e poeira entre no reservatório com a água, o proprietário colocou uma peneira e uma esponja, como uma forma de filtro, por cima da abertura para entrada da água. Além disso, cortaram o cano e colocaram uma corrente, para conduzir de forma mais silenciosa a água, como mostra a figura 26.

Figura 26 – Detalhes do reservatório



Fonte: Próprio autor

- Há apenas uma calha para captação da água, pois o reservatório é pequeno e não suportaria a quantidade captada de uma calha maior, ou mais de uma calha. Os planos futuros dos proprietários são colocar mais calhas e adquirir mais reservatórios IBC, de acordo com o espaço disponível para a instalação destes.

5.3. Estudo de caso 3 – Reservatório de piscina em Arniqueiras-DF

Na figura 27 tentou-se representar a localização do local do estudo de caso 5.3.

Figura 27 – Localização do reservatório



Fonte: <https://earth.google.com/web/@-15.85573073,-47.99847513,1109.50589344a,61.75097124d,35y,45.33285656h,36.85207655t,0r/data=ChcaFQoNL2cvMTFjc3E4ZHI4ehgBIAEoAg>

Neste estudo de caso, os moradores compraram a casa já finalizada com a piscina, e com o tempo, deixaram de usá-la. Para evitar gastos com manutenção, decidiram transformar a piscina em um reservatório, já que a piscina é impermeável, e apenas construíram a parte de cima, em forma de laje, com concreto, ferragem e com peças de treliças pré-moldadas para lajes, como descrito na figura 28.

Figura 28 – Peças de treliças pré-moldadas para lajes



Fonte: <http://www.blotelpremoldados.com/p/lajes-prefabricadas-trelicadas-igarape.html>

5.3.1. Detalhamento da piscina antes da execução da laje

Na figura 29 é detalhada a piscina antes da execução da laje:

Figura 29 – Piscina antes da execução da laje



Fonte: Proprietário da residência

5.3.2. Detalhamento do reservatório depois da laje executada

Após a estrutura pronta, com concreto concluído e a parte interna da laje impermeabilizada, foi executado a pintura de acabamento na parte de cima da laje, que é também usada como quadra de esportes. A figura 30 descreve a obra concluída.

Figura 30 – Piscina após da execução da laje



Fonte: Próprio autor

As dimensões da laje foram de $X = 7,8$ metros de largura e $Y = 14,57$ metros de comprimento, como demonstrado na figura 31.

Figura 31 – Dimensões da laje



Fonte: Próprio autor

5.3.3. Detalhes construtivos

As figuras 32, 33 e 34 detalham a instalação das calhas da residência do estudo de caso.

Figura 32 – Localização das calhas



Fonte: Próprio autor

Figura 33 – Localização das calhas

Fonte: Próprio autor

Figura 34 – Localização das calhas, parte posterior da residência

Fonte: Próprio autor

Figura 35 – Localização das calhas

Fonte: Próprio autor

6. CONCLUSÕES

De acordo com os moradores do condomínio dos casos 1 e 2, outros proprietários também captam a água das calhas, mas de forma mais simples, com baldes e/ou recipientes de uso domiciliar. A captação de água das chuvas pode auxiliar na diminuição de água que escoar pela rua do condomínio em época de chuvas. Segundo eles, o número de ocorrências de alagamento ao fundo do condomínio que tornava a entrada nas últimas residências mais complicada, diminuiu.

Analisando o estudo de caso 3, um dos problemas relacionados às chuvas é que como o terreno tem queda de água para o fundo, quando chovia, principalmente nas chuvas mais intensas, a água se alojava na área da churrasqueira e era necessário passar rodo para retirar a água. Depois do início da captação da água, a quantidade de ocorrências de acúmulo de água dentro do terreno da residência diminuiu significativamente.

No que se refere à captação de água pelas redes públicas, nos locais próximos às residências, se estas possuem sistema de captação de água funcional, acarretará na diminuição da quantidade necessária de bueiros instalados nas ruas, já que o volume de água será menor.

Com relação à satisfação dos proprietários com os resultados da captação, todos estão surpresos com os efeitos positivos analisados e com as atividades que podem ser realizadas com o reúso de água de forma sustentável, como lavar carros, regar jardim, lavar pisos, dentre outros, e assim economizando a água potável distribuída pela Caesb e conseqüentemente na diminuição da conta mensal.

6.1. Considerações finais

Contudo, o estudo realizado analisou três das formas populares que podem ser executados os reservatórios de retenção de águas pluviais, com estrutura de alvenaria, de piscina pré-moldada e reservatório IBC. Os resultados obtidos se mostraram positivos e satisfatórios. O estudo demonstrou também que existem diversas maneiras de instalação, para locais com disponibilidade de grande área e para locais com disponibilidade de pouca área, com materiais que são comumente comercializados e com mão de obra facilmente encontrada.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

Recomenda-se os seguintes temas para estudos futuros:

Estruturas de containers para retenção de águas pluviais, de forma subterrânea, por cima do solo e elevado.

Diferentes estruturas para retenção da água aplicada para edifícios.

Estudo da captação da água com uso de geotêxtil, com finalidade para agronomia.

Estudo laboratorial de estrutura de alvenaria com vedação de manta de fibra de vidro.

REFERÊNCIAS

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/consequencias-do-aquecimento-global.htm>(
acessado em 13/03/19)

<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/03/11/forte-chuva-isola-areas-na-grande-sao-paulo-e-caoa-alagamentos.ghtml> (acessado em 13/03/19)

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/plano_diretor_de_drenagem/ (acessado em 13/03/19)

https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2009/12/01/interna_cidade_sdf,158102/chacareiros-temem-perder-terreno.shtml (acessado em 13/03/19)

https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2017/03/19/interna_cidade_sdf,581873/cercados-por-invasoes-mananciais-que-brotam-no-df-sao-destruidos.shtml (acessado em 13/03/19)

<https://pt.grundfos.com/servico/encyclopedia-search/detention-tank.html> (acessado em 05/04/19)

http://www.jmveronezi.com.br/manilha_concreto.html (acesso em 16/04/19)

<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria/> (acessado em 02/05/19)

<https://www.dicio.com.br/bueiro/> (acessado em 08/07/19)

<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-tubulacao.html> (acessado em 08/07/19)

Livro : Hélio Creder , Instalações hidráulicas e sanitárias (2006)