



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EDEMBERGUE LIMA DA SILVA

**DIMENSIONAMENTO E ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE
MICRORRESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM DIFERENTES LOTES NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB**

João Pessoa – PB

Maio de 2019

EDEMBERGUE LIMA DA SILVA

**DIMENSIONAMENTO E ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE
MICRORRESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM DIFERENTES LOTES NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental referente ao curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba como requisito necessário para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Gustavo Barbosa Lima da Silva.

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586d Silva, Edembergue Lima da.

Dimensionamento e Estimativa Orçamentária de
Microrreservatórios de Detenção em Diferentes Lotes na
Cidade de João Pessoa - PB / Edembergue Lima da Silva.
- João Pessoa, 2019.
68 f. : il.

Orientação: Gustavo Barbosa Lima da Silva.
Monografia (Graduação) - UFPB/Tecnologia.

1. Drenagem urbana. 2. Desenvolvimento de baixo
impacto. 3. Microrreservatórios de detenção. I. Silva,
Gustavo Barbosa Lima da. II. Título.

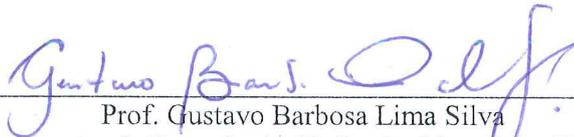
UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

EDEMBERGUE LIMA DA SILVA

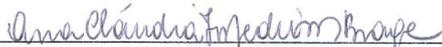
DIMENSIONAMENTO E ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE MICRORRESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM DIFERENTES LOTES NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 09/05/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:



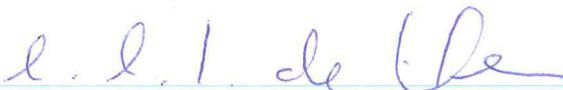
Prof. Gustavo Barbosa Lima Silva
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.^a Ana Cláudia Medeiros Braga
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.^a Ana Cristina Souza da Silva
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.^a Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à Deus, por toda saúde e sabedoria concedida nesta longa jornada da graduação.

Aos meus pais, Ernando e Mariza, que sempre batalharam por mim e me apoiaram incondicionalmente para que essa conquista fosse alcançada. Agradeço ainda à minha irmã Vanderleia, por todo carinho e aos demais familiares pela confiança.

À minha noiva Natália, minha grande incentivadora, que esteve comigo em todos os momentos dessa graduação, desde os bons aos mais difíceis, sempre ao meu lado. Obrigado por tudo que faz por mim.

Aos amigos que conquistei nessa instituição, em especial à, Arthur Arão, Eduardo José, Lucas Giovanni, Lucas Matheus, Lucas Quintino e Pábulo Matheus.

Aos meus amigos, Elyewerton e Camila, que me deram um grande suporte para realização desse trabalho, sempre me ajudando e tirando as dúvidas que surgiam.

Ao professor Gustavo Barbosa Lima da Silva, por todos os ensinamentos que me passou desde a disciplina de Mecânica dos Fluídos até aqui, na orientação desse trabalho.

À todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para que essa conquista se realizasse.

“A água desfaz os montes e preenche os vales, e desejaria a Terra em perfeita esfericidade, se assim pudesse.”

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

A expansão urbana desordenada vem causando muitos prejuízos a drenagem urbana, o que afeta diretamente a sociedade. A modificação do uso do solo através da impermeabilização é o fator mais agravante desses problemas. O sistema tradicional de drenagem, que propõe apenas escoar para jusante o volume de água excedente, torna-se ultrapassado. Técnicas compensatórias são necessárias para tentar reequilibrar o ciclo hidrológico natural que foi alterado com a urbanização. Nesse contexto, surge o conceito de desenvolvimento de baixo impacto, *LID*, onde medidas integradas são propostas para uma maior conformidade da bacia com seu ciclo hidrológico antes da urbanização. Neste trabalho foi realizado o dimensionamento de microrreservatórios de retenção para amortecimento do escoamento em lotes na cidade de João Pessoa, na Paraíba, considerando variações na taxa de ocupação, no tempo de retorno da chuva e no valor máximo da vazão de saída. Para o dimensionamento foi utilizado o modelo dinâmico SWMM (Storm Water Management Model), que tem como base o método de Puls para simulação de armazenamento e vazão de reservatórios. Ainda foi feita uma estimativa orçamentária para se obter uma previsão de custos com a implantação dos microrreservatórios. Para essa estimativa foram utilizadas as composições de serviços do Sistema Nacional de Pesquisa de Índices e Custos da Construção Civil – SINAPI. Os resultados mostraram que os microrreservatórios dimensionados para as áreas de captação em estudo, detendo 100% da vazão de pós-urbanização, não ultrapassaram 1,49% do custo total da construção de uma habitação unifamiliar.

Palavras chaves: drenagem urbana, desenvolvimento de baixo impacto, microrreservatórios de retenção.

ABSTRACT

Urban sprawl has been causing urban drainage, which directly affects society. Modification of land use through waterproofing is the most aggravating factor of these problems. The traditional drainage system, which only proposes to downstream the volume of surplus water, becomes obsolete. Compensatory techniques are needed to attempt to rebalance the natural hydrological cycle that has been altered with urbanization. In this context, the concept of low impact development, LID, arises, where integrated measures are proposed for a greater conformity of the basin with its hydrological cycle before urbanization. In this work, the design of detention microreservoirs for damping the runoff in batches in the city of João Pessoa, Paraíba, was carried out, considering variations in occupancy rate, rainfall return time and maximum output flow. The dynamic model SWMM (Storm Water Management Model) was used for the design, which is based on the Puls method for storage simulation and reservoir flow. A budget estimate was also made to obtain a cost forecast with the implantation of micro-reservoirs. For this estimate were used the services of the National System of Indexes and Costs Survey of Civil Construction - SINAPI. The results showed that the microreservoirs sized for the catchment areas under study, with a 100% post-urbanization flow, did not exceed 1.49% of the total cost of the construction of a single-family dwelling.

Keywords: urban drainage, low impact development, microreservoirs of detention.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponte de Alcântara, na Espanha	16
Figura 2 – Rua em Pompeia, na Itália	17
Figura 3 – Avanço da urbanização no Brasil.....	19
Figura 4 – Efeito da urbanização sobre os processos hidrológicos	20
Figura 5 – Sistema tradicional de drenagem urbana.....	21
Figura 6 – Tipos de Técnicas Compensatórias	23
Figura 7 - Microrreservatório de retenção no lote	25
Figura 8 – Hidrograma Unitário triangular	26
Figura 9 – Relação entre hidrogramas de pré e pós-urbanização	28
Figura 10 – Interface do SWMM	30
Figura 11 - Fluxograma da metodologia utilizada	35
Figura 12 – Exemplo de parte do mapa de zoneamento João Pessoa	37
Figura 13 – Hietograma de projeto pelo método dos Blocos Alternados.....	39
Figura 14 – Hietograma de projeto pelos Blocos Alternados – TR 2 anos	44
Figura 15 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZR2	48
Figura 16 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZA2.....	49
Figura 17 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZR1	50
Figura 18 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZA1.....	50
Figura 19 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZT3	51
Figura 20 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZR2	51
Figura 21 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZA2	52
Figura 22 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZR1	52
Figura 23 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZA1	53

Figura 24 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZT3
.....53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas	18
Tabela 3 – Medidas de armazenamento x Medidas de infiltração	23
Tabela 4 – Classificação e usos do solo em João Pessoa/PB	36
Tabela 5 – Zoneamento de lotes em estudo – João Pessoa	37
Tabela 6 – Coeficientes utilizados na equação 1	38
Tabela 7 – Composições utilizadas para estimativa orçamentária	42
Tabela 15 – Índices CUB para estimativa orçamentária de habitações de diferentes padrões.	43
Tabela 8 – Tempos de concentração para os lotes em estudo	44
Tabela 9 – Vazões de pré e pós-urbanização para TR 2, 5 e 10 anos.....	45
Tabela 10 – Volumes dos microrreservatórios obtidos pela simulação no SWMM	46
Tabela 11 - Porcentagem de área ocupada pelos microrreservatórios de detenção.....	47
Tabela 12 – Resumo da estimativa orçamentária para os lotes em estudo – TR 2 anos	47
Tabela 13 – Resumo da estimativa orçamentária para os lotes em estudo – TR 5 anos	48
Tabela 14 – Resumo da estimativa orçamentária para os lotes em estudo – TR 10 anos	48
Tabela 16 - Custo de implantação do microrreservatório X % Custo total da construção	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivos	15
1.1.1. Objetivo geral	15
1.1.2. Objetivo específico	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. Histórico da drenagem urbana	16
2.2. Impactos da urbanização na drenagem urbana	18
2.3. Sistema tradicional de drenagem urbana	21
2.4. Sistema de manejo sustentável das águas pluviais	22
2.5. Técnicas Compensatórias	22
2.5.1. Medidas de armazenamento	23
2.6. Microrreservatório de retenção no lote	24
2.6.1. Dimensionamento de microrreservatório de retenção no lote	26
2.6.2. Estudos com microrreservatórios de retenção no lote	28
2.7. SWMM	30
3. REGULAMENTAÇÃO SOBRE DRENAGEM URBANA	32
3.1. Legislações no Brasil	32
3.2. Legislação na cidade de João Pessoa	32
4. METODOLOGIA	34
4.1. Descrição da simulação	34
4.2. Seleção dos tipos de lote	35
4.3. Chuva de projeto	38
4.4. Dimensionamento dos microrreservatórios	39
4.5. Método de Puls	40

4.6. Estimativa orçamentária	41
5. RESULTADOS.....	44
5.1. Vazões de pré e pós-urbanização para tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos	44
5.2. Volumes obtidos para o controle das vazões nos lotes.....	45
5.3. Estimativa Orçamentária.....	47
5.4. Discussões sobre os resultados	48
6. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICE	58

1. INTRODUÇÃO

Os problemas com a ocupação do solo nas cidades brasileiras têm aumentado significativamente com o passar do tempo. A expansão urbana e os problemas com a ocupação do solo, causam impactos significativos para a sociedade. Em parte, esses impactos estão diretamente ligados a alteração do ciclo hidrológico natural urbano.

O ciclo hidrológico é afetado quando ocorre a impermeabilização do solo, uma vez que a água que seria infiltrada no terreno natural acaba se transformando em escoamento superficial, dessa forma, aumentando a vazão de pico gerada, diminuindo o tempo de pico e aumentando o volume escoado.

De acordo com Silveira *et al.* (1998), a prática de projetos de drenagem de águas pluviais está baseada no conceito de escoar para jusante o excesso de água gerado pela impermeabilização do solo, prejudicando seriamente o sistema de drenagem urbana. O que resulta em um grande custo para a sociedade, pois, se trata de um método errado para o controle do escoamento de águas pluviais. Para que não se transporte para jusante todo o novo volume de água gerado, é necessário o controle na fonte, na microdrenagem.

Para que seja feito um controle maior dos danos causados a sociedade, Pompeo (2002) *apud* Francischet (2012) propõe que sejam realizadas medidas não-estruturais e medidas estruturais. Ou seja, elementos físicos para controle de enchentes urbanas e elaboração de Planos Diretores com legislação que busquem a drenagem sustentável, respectivamente.

Um dos sistemas que mais avançaram na questão do controle na fonte foi a abordagem americana de *Low Impact Development* (LID, denominado no Brasil como Desenvolvimento de Baixo Impacto) (TUCCI, 2012). Esse conceito integra tanto o controle na fonte, considerado uma medida estrutural, como as medidas não-estruturais, que são as legislações municipais, planos diretores e manuais técnicos (OLIVEIRA, 2018). Como exemplos de controle do escoamento na fonte temos o pavimento permeável, telhado verde, microrreservatório de retenção, trincheira de infiltração, entre outros.

Assim, essa monografia utilizará o microrreservatório de retenção no lote como medida para controlar a vazão de saída do lote, limitando a vazão de pós-urbanização do lote à vazão de pré-urbanização. Para o dimensionamento será utilizado o modelo de escoamento superficial *Storm Water Management Model – SWMM Versão 5.0* (U.S. Environmental Protection Agency), versão em português (LEHNS, 2012). Esse modelo utiliza o método de

Puls para a simulação de armazenamento em reservatórios. Após o dimensionamento pelo modelo, será realizada uma estimativa orçamentária da medida de controle, de forma a verificar o preço de sua implantação no lote.

1.1.Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

O presente trabalho visa gerar subsídios para auxiliar o dimensionamento e estimar o custo de microrreservatórios de retenção para lotes localizados em diferentes regiões da cidade de João Pessoa.

1.1.2. Objetivo específico

- Quantificar os impactos da ocupação de lotes em zonas urbanas na cidade de João Pessoa por meio de simulação hidrológica;
- Avaliar a variação do volume dos microrreservatórios com o tamanho da área de captação, a vazão de restrição e o tempo de retorno da chuva
- Quantificar os custos para implantação de um microrreservatório em lotes na cidade de João Pessoa – PB.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Histórico da drenagem urbana

Desde o início da história da humanidade, as cidades sempre estiveram ligadas aos cursos de rios, sendo um fator altamente considerável para a evolução da mesma. O grande volume de água era primordial para o desenvolvimento de atividades agrícolas, por exemplo. Além de favorecer as atividades comerciais.

Segundo Baptista *et al.* (2011), é da Idade Antiga que datam as primeiras obras de evacuação das águas pluviais e cloacais, que foram desenvolvidas para o desenvolvimento humano. Como bom exemplo de atividade humana que mudou o curso de rios para escoamento de cheias tem-se a cidade de Roma. Essas modificações aconteciam para facilitar atividades comerciais e também para abastecimento de água.

Figura 1 – Ponte de Alcântara, na Espanha



Fonte: Site UOL¹.

Miguez *et al.* (2016) cita diversas intervenções romanas em cursos d'água:

- Canais de navegação:
 - Canal da fase republicana de Mário no delta do rio Ródano.

¹ Disponível em: <<https://olhares.uol.com.br/ponte-romana-alcantara-espanha-foto131598.html>>. Acesso em: abril de 2019.

- Canais de Agripa que ligavam o Lago de Averno ao mar, através do Lago de Lucrino.
- Canal de Druso ligando os rios Reno e Zuyder Zee.
- Fosso Dyke interligando os rios Withan e Trent.
- Canal de Corinto.
- Canal de ligação do Ródano ao Reno através de seus tributários Saona e Mosela.
- Represamento:
 - Cais Pomptino.
 - Diques de Lincolnshire e Cambridgeshire Car.

Além das intervenções citadas, Roma se destacou por suas obras de drenagem até o ano de 575 a.C., onde os romanos drenaram duas regiões as margens do rio Tibre, para que fosse construído do Fórum Romano e do Fórum Boario. Ainda na Itália, na cidade de Pompeia temos outro grande exemplo de drenagem urbana, onde as ruas serviam de escoadouro para as águas pluviais, garantindo a passagem de pedestres por uma “passarela” formada por blocos entre as calçadas (MIGUEZ *et al.*, 2016).

Figura 2 – Rua em Pompeia, na Itália



Fonte: Site EXAME².

² Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/roma-pode-esconder-nova-pompeia-em-seu-subsolo>>. Acesso em: abril de 2019.

Com o avanço dos conceitos em drenagem urbana de águas ao longo do tempo, Tucci (2005) denomina as fases, bem como apresenta as principais características de cada período, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas

Fase	Características	Conseqüências
Pré-higienista: até início do século XX	Esgoto em fossas ou na drenagem, sem coleta ou tratamento e água da fonte mais próxima, poço ou rio.	Doenças e epidemias, grande mortalidade e inundações.
Higienista: antes de 1970	Transporte de esgoto distante das pessoas e canalização do escoamento.	Redução das doenças, mas rios contaminados, impactos nas fontes de água e inundações.
Corretiva: entre 1970 e 1990	Tratamento de esgoto doméstico e industrial, amortecimento do escoamento.	Recuperação dos rios, restando poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental.
Desenvolvimento sustentável: depois de 1990	Tratamento terciário e do escoamento pluvial, novos desenvolvimentos que preservam o sistema natural.	Conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida.

Fonte: Tucci (2005).

Conforme Pereira (2017), mesmo com a ordem cronológica bem definida, não quer dizer que as características Pré-Higienistas não continuem a acontecer. É comum em países em desenvolvimento como o Brasil, que as etapas anteriores da classificação sobre águas urbanas aconteçam concomitantemente.

2.2. Impactos da urbanização na drenagem urbana

Com o passar dos anos a população mundial nas cidades só aumentou, dessa forma, gerando uma demanda ainda maior por água para os habitantes dos grandes centros populares. Segundo Miguez *et al.* (2016), em 2010 a população mundial que habitava cidades atingiu a marca de 51%. Já no Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), mostrou que a população urbana brasileira chegava à 84% do seu total, uma porcentagem significativa para uma país em desenvolvimento.

Como mostra a Figura 3, deve-se perceber que a urbanização no Brasil se deu de forma mais acelerada, diferentes das potências mundiais. Essa pressa no desenvolvimento fez

com que a infraestrutura urbana não acompanhasse tal evolução da urbanização, causando impactos para a população urbana.

Figura 3 – Avanço da urbanização no Brasil

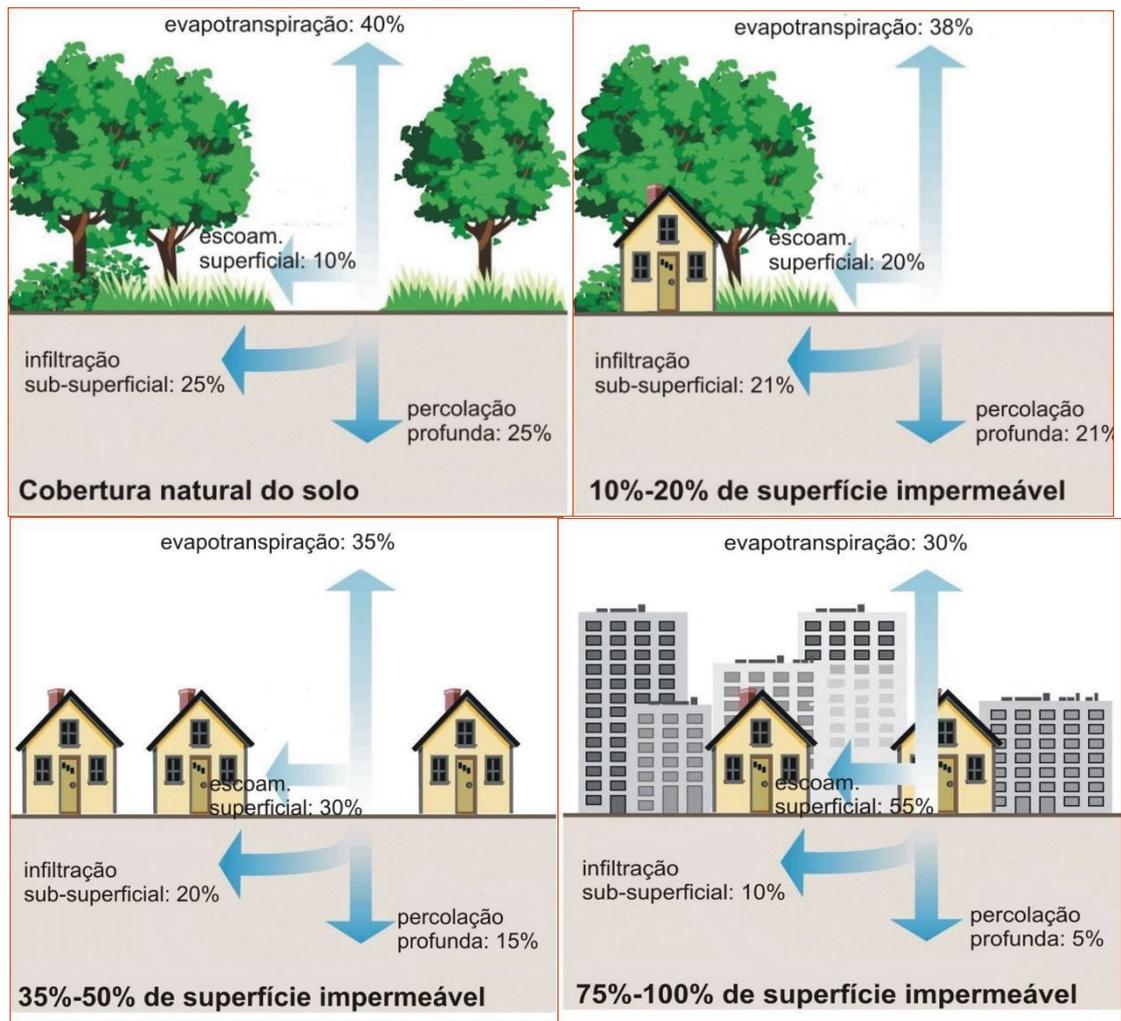


Fonte: IBGE (2010).

Os impactos surgem pela modificação do uso do solo. Desde a limpeza inicial do terreno, eliminando a vegetação, aos serviços de terraplanagem para garantir um terreno plano, até a impermeabilização total ou parcial do solo natural.

Qualquer que seja a alteração nesse ciclo natural, será gerado um impacto para a sociedade, variando de pequenos impactos até grandes desastres naturais. Fica evidenciado na Figura 4 a relação entre impermeabilização do solo e escoamento superficial nos centros urbanos. A Figura 4 mostra que para o ciclo hidrológico, considerando um solo ainda com cobertura natural, estima-se um escoamento superficial de 10%, uma infiltração subsuperficial de 25%, uma percolação de profunda de 25% e uma evapotranspiração de 40%. Considerando a impermeabilização do solo entre 75% e 100%, os valores para o escoamento superficial aumentam consideravelmente, estimando-o em 55%, infiltração subsuperficial de 10%, percolação de profunda de 5% e evapotranspiração de 30%.

Figura 4 – Efeito da urbanização sobre os processos hidrológicos



Fonte: Adaptado de FISRWG (1998).

Segundo Tassi (2002), o aumento do volume escoado, o acréscimo de vazões extremas, a redução drástica na infiltração, a redução do tempo de pico e do tempo de concentração e a perda de armazenamento, são as modificações mais recorrentes do ciclo hidrológico no meio urbano. Essas alterações ficam claras com a comparação dos hidrogramas de pré-urbanização e pós-urbanização na figura 6.

Quando se compara hidrogramas de pré e pós-urbanização, conclui-se que há uma antecipação de um enorme volume gerado por uma mesma bacia após sua ocupação e impermeabilização total ou parcial. Isso tudo tem como consequência de uma redução na infiltração e diminuição no armazenamento de águas.

2.3. Sistema tradicional de drenagem urbana

Os sistemas de drenagem urbana que são considerados como tradicionais são projetados visando apenas a solução do problema de maneira pontual, transferindo-o à jusante o volume precipitado. O problema desse conceito são as áreas adiante, onde não é feito nenhum estudo preliminar para quantificar e classificar os impactos produzidos por essa vazão adicional que chega.

Segundo Miguez *et al.* (2016), os sistemas clássicos são constituídos de dispositivos de micro-drenagem e macrodrenagem. Na microdrenagem temos dispositivos que transportam águas superficiais via sarjeta, via bocas de lobo e condutos. Esses dispositivos descarregam em sistemas de macro-drenagem, geralmente são galerias de grande porte ou até rios. A Figura 5 mostra um corte de uma via com sistema tradicional de drenagem urbana.

Figura 5 – Sistema tradicional de drenagem urbana



Fonte: UFPR (2018)³.

Mesmo que inicialmente as medidas tradicionais resolvam o problema das cheias, colocando o problema para jusante, com o passar do tempo elas vão perdendo eficiência devido ao aumento da expansão urbana desordenada. Dessa forma, gerando mais gastos com correções e novas intervenções.

³ Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~heloise.dhs/TH419/Aula_Drenagem%20Urbana.pdf>. Acesso em: abril de 2019.

2.4. Sistema de manejo sustentável das águas pluviais

Segundo Canholi (2014), o problema das cheias urbanas se dá por uma má alocação dos espaços. Isso por conta da enorme expansão urbana, onde a impermeabilização acontece sem limites e a infiltração natural é prejudicada.

Para combater essa problemática, o sistema tradicional de drenagem urbana funciona apenas como uma medida emergencial, pontual, onde não é levado em consideração as áreas à jusante. Visando uma melhora nesse antigo conceito surgem as técnicas de manejo sustentável de águas pluviais.

De acordo com Batista *et al.* (2011), os conceitos mais modernos que vem sendo adotados no tocante à gestão das águas urbanas são: “*Sustainable Urban Drainage Systems*” (SUDS), no Reino Unido, o “*Water Sensitive Urban Design*” (WSUD), na Austrália e “*Low Impact Development*” (LID), na América do Norte. Todos esses conceitos são baseados em desenvolvimento sustentável. Quando traduzidos para o português essas técnicas remetem a intenção de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto.

USDoD (2004) *apud* Tucci (2012) listou os principais elementos do conceito de drenagem urbana LID. A conservação, projetos locais únicos, direcionar escoamentos para áreas vegetadas, controles distribuídos de pequena escala, manutenção, prevenção à poluição e a educação são as características principais dessa metodologia.

A conservação é dada por não diminuir as áreas vegetais naturais, limitando a impermeabilização. Já os projetos únicos levam em consideração a bacia por completo, sem medidas pontuais. O direcionamento de escoamento para áreas vegetadas é feito para favorecer a infiltração em solo natural. Os controles de pequena escala são as medidas de controle na fonte, onde o escoamento é controlado de maneira a minimizar grandes vazões geradas pelos lotes. E por fim, a manutenção e educação parte de uma conscientização da população, onde cada um sabe sua contribuição para a diminuição da poluição e diminuição da geração de escoamento superficial.

2.5. Técnicas Compensatórias

A partir do conceito de manejo sustentável de águas pluviais, no Brasil, Baptista *et al.* (2011) classificam essas soluções modernas como medidas compensatórias. Essas medidas podem ser classificadas como técnicas compensatórias não estruturais e técnicas compensatórias estruturais. A Figura 6 mostra a classificação citada anteriormente.

Figura 6 – Tipos de Técnicas Compensatórias

Técnicas compensatórias não-estruturais	- Legislação		
	- Racionalização do uso do solo urbano		
Técnicas compensatórias estruturais	-Bacias	-Detenção e Retenção	
		-Infiltração	
		-Detenção/Retenção e Infiltração	
	-Obras lineares	-Trincheiras	
-Valas e Valetas			
-Obras pontuais	-Pavimentos	-Revestimentos permeáveis	
		-Pavimentos reservatório	
	-Poços de infiltração		
	-Telhados		
	-Técnicas adaptadas à parcela		

Fonte: Baptista *et al.* (2005).

De acordo com Miguez *et al.* (2016), tais técnicas se dividem em dois grandes grupos. O primeiro grupo é o que prioriza a armazenagem e a capacidade de retenção de uma bacia hidrográfica e o outro que tem como objetivo a infiltração, buscando a compensação dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico natural do terreno.

Tabela 2 – Medidas de armazenamento x Medidas de infiltração

Medidas de Armazenamento	Medidas de Infiltração
- Reservatórios de detenção	- Pavimento permeável
- Reservatórios de retenção	- Vala de Infiltração
- Reservatórios de lote	- Trincheira de Infiltração
	- Telhado Verde

Fonte: Miguez *et al.* (2016).

2.5.1. Medidas de armazenamento

As medidas de armazenamento, como o próprio nome já insinua, são estruturas que servem para armazenar a água, causando na bacia hidrográfica uma retomada na sua capacidade de armazenamento natural, que foi perdido com a intensa urbanização. Essa urbanização que causou também a eliminação da vegetação natural que antes fazia o papel de armazenamento de águas de chuva e ainda a alteração de seu ciclo hidrológico.

Os reservatórios de detenção, reservatórios de retenção e reservatórios de lote são bons exemplos de medidas de armazenamento (MIGUEZ *et al.*, 2016). O reservatório de detenção tanto no uso em grande escala em parques, ou como a detenção no lote, tem a mesma finalidade: amortecer a vazão máxima. As bacias de detenção armazenam por curto período um volume de água escoada, reduzindo a vazão de pico dos hidrogramas e aumentando seu tempo de base (MIGUEZ *et al.*, 2016).

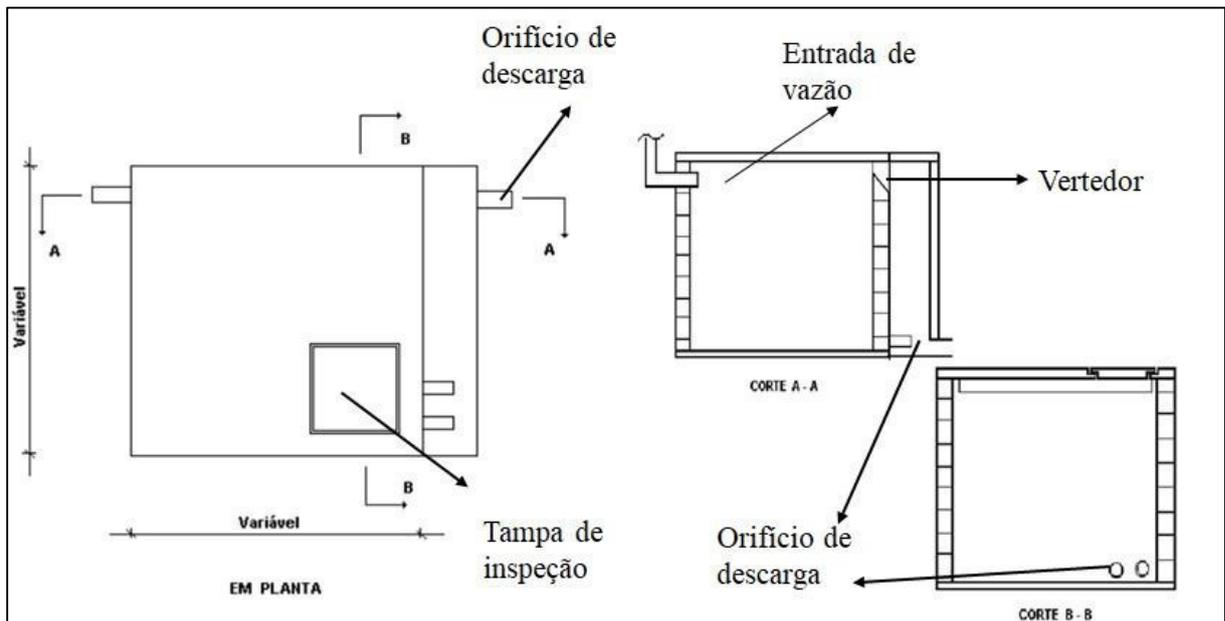
Já nos reservatórios de retenção, o escoamento superficial gera um lago permanente, considerado volume morto, onde o tratamento desse volume é dado no próprio lago, através de sedimentação e mecanismos específicos. No Brasil, a bacia de retenção foi a primeira implantada em um sistema de drenagem. Esse primeiro reservatório de retenção foi construído no estado de Minas Gerais, sendo funcionais até os dias atuais (BAPTISTA *et al.*, 2011).

Segundo Hall e Poterfield (2001) *apud* Miguez *et al.* (2016), as bacias tanto de retenção como de detenção que são usadas para o controle de escoamento superficial, podem ser projetadas de forma a ajudar na criação de ambientes saudáveis e funcionas, harmonizando com os aspectos naturais do ambiente, ajudando assim na valorização da região.

2.6.Microrreservatório de detenção no lote

Como já classificado anteriormente, o microrreservatório de detenção no lote faz parte das medidas de armazenamento para controle na fonte. A finalidade dessa medida estrutural é amortecer as vazões de pico, ou seja, uma redistribuição da vazão ao longo do tempo, diminuindo o pico de volume escoado para a rede pública. Na Figura 7 temos o esquema de um microrreservatório enterrado. Nessa figura o microrreservatório é detalhado, com todas as estruturas. Além disso, nos cortes A-A e B-B, observa-se uma amostra orifício de entrada, orifício de descarga e de um vertedor para casos de emergência.

Figura 7 - Microrreservatório de detenção no lote



Fonte: Silveira *et al.* (1998).

Em um lote, o armazenamento pode ser realizado de maneira integrada de técnicas compensatórias, assim, possibilitando o volume de água armazenado ser utilizado em conjunto com outros usos, como irrigação de grama, lavagem de superfícies ou de carros e abastecimento de água (IPH, 2005).

De acordo com o IPH (2005), o reservatório de amortecimento no lote pode ser aberto, quando o relevo do terreno permite ser utilizado para esse fim, enterrado em concreto, tijolo ou de pedra. Os fatores limitantes para o dimensionamento dessas estruturas são a cota do terreno, a cota da rede pública de coleta de água pluvial e a área disponível para sua implantação. Além de contar com uma legislação que limite a vazão de saída do lote.

O IPH (2005) recomenda que, quando possível, dimensionar dispositivos de detenção abertos, tendo em vista sua maior integração com o paisagismo do ambiente onde for implementado e um menor custo, quando comparado com os reservatórios enterrados no lote, em concreto, tijolo ou pedra.

Segundo a ABCP (2013), os dispositivos enterrados são bem mais caros que os demais, porém alerta para a vantagem do reuso das águas armazenadas no reservatório. As águas armazenadas podem ser utilizadas para fins não potáveis. Os requisitos para a utilização

dessa água podem ser verificados na ABNT NBR – 15527 – “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”.

2.6.1. Dimensionamento de microrreservatório de retenção no lote

Para se iniciar o dimensionamento de um microrreservatório é necessário conhecer a vazão de pré-urbanização da bacia em estudo. Para isso, existem várias metodologias de transformação chuva-vazão, como o método Racional, o método SCS, entre outros.

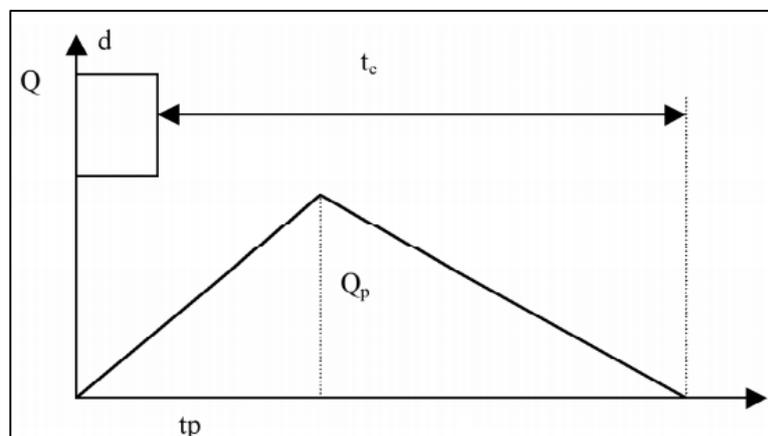
Conforme recomenda IPH (2005), o modelo Racional é utilizado para áreas inferiores a 2 km². Assim as vazões de pré e pós-urbanização são encontradas através da equação 1:

$$Q = 0,278 * C * i * A \quad (1)$$

Nessa equação o Q é a vazão de pré -urbanização em m³/s, o C é o coeficiente de escoamento superficial, o i é a intensidade da precipitação em mm/h, A é a área da bacia em km² e 0,278 é um coeficiente de conversão de unidades. A determinação do coeficiente de escoamento depende do tipo de ocupação do solo na bacia. A intensidade da precipitação é calculada conforme equação 2, da curva IDF, para o tempo de retorno definido e com duração do evento igual ao tempo de concentração da bacia. O tempo de retorno pode ser estimado através de relações empíricas ou conceituais, de acordo com as informações disponíveis (PORTO (1995) *apud* TASSI, (2002)).

Como citado anteriormente, outra metodologia para a transformação de chuva-vazão é o método SCS. A determinação das vazões de pré e pós-urbanização pelo método do SCS consiste em um hidrograma unitário triangular, onde sua área é igual ao volume precipitado. O pico desse hidrograma acontece quando o tempo de concentração da bacia é alcançado.

Figura 8 – Hidrograma Unitário triangular



Fonte: SCS (1975) *apud* Tucci (2003).

Para determinar esse hidrograma é necessário a solução das seguintes equações:

$$tp = \frac{d}{2} + 0,6 * tc \quad (2)$$

$$tb = 2,67 * tp \quad (3)$$

$$Qp = 0,208 * \frac{A}{tp} \quad (4)$$

Onde tp é o tempo de pico em horas, d é a duração da precipitação em horas, tc é o tempo de concentração em horas, determinado como comentado anteriormente, tb é o tempo da base do hidrograma em horas, A é a área da bacia em km^2 e Qp é a vazão de pico do hidrograma unitário em m^3/s .

Após a determinação do hidrograma unitário, de posse da precipitação de projeto escolhida para a bacia, determina-se a precipitação efetiva ainda pelo método do SCS. As equações para isso são as seguintes:

$$P_e = \frac{(P-0,2*S)^2}{P+0,8*S} \quad (5)$$

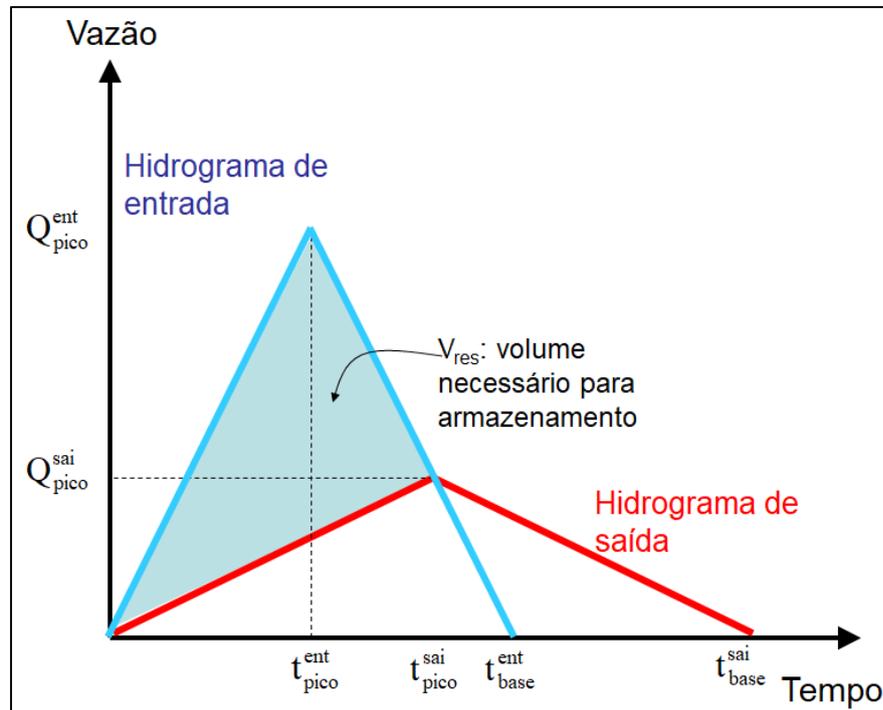
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (6)$$

Em que P é a precipitação em mm, S é a capacidade máxima de armazenamento do solo da bacia, CN é o valor característico do tipo e cobertura do solo (*Curve Number*) e P_e é a precipitação efetiva em mm.

Com a precipitação efetiva definida, resta apenas utilizar a equação de convolução da chuva (Chow *et al.*, 1994) para determinação do hidrograma e encontrar a vazão de pré ou pós-urbanização (TASSI, 2002).

É possível também se estimar o volume do reservatório. Para isso pode se utilizar o método simplificado de McCuen (1989) *apud* Tucci (1995), relacionando a vazão de pré e pós-urbanização para estimar o volume de detenção necessário. Segundo Tassi (2002), essas vazões podem ser determinadas tanto pelo método do SCS como o Racional. Na Figura 9 essa relação fica perceptível.

Figura 9 – Relação entre hidrogramas de pré e pós-urbanização



Fonte: Adaptado de McCuen (1989) apud Tucci (1995).

Para que o volume do reservatório seja estimado é necessário a solução da seguinte equação:

$$V_{res} = Q_{ent} * t * 60 * \left(1 - \frac{Q_{sai}}{Q_{ent}}\right) \quad (7)$$

Onde Q_{ent} é a vazão de pico de entrada em m^3/s , conforme figura 10, t é o tempo de concentração para a vazão de entrada em minutos, Q_{sai} é a vazão de pico de saída em m^3/s e V_{res} é o volume estimado para o reservatório em m^3 .

Essas metodologias citadas nesse trabalho são aplicadas em fases preliminares de projeto, apenas para estimativa de volume. Na fase de projeto hidráulico é recomendado o uso de estudos mais amplos, que considerem as variações das vazões afluentes consequentes das dimensões dos reservatórios e das estruturas de descarga (TASSI, 2002). Para isso, pode-se utilizar o modelo de propagação de vazão de Puls. Esse é o modelo utilizado pelo software SWMM, e está melhor definido no item 4.4 desse trabalho.

2.6.2. Estudos com microrreservatórios de retenção no lote

São inúmeros os trabalhos na linha de pesquisa de microrreservatórios de retenção em lotes. Alguns exemplos podem ser citados como Francischet (2012), na cidade de Uberlândia,

Minas Gerais, onde foram dimensionados três tipos de reservatórios de detenção. O primeiro foi dimensionado para uma chuva de tempo de retorno igual a 10 anos com inserção total da precipitação e os outros dois para um tempo de retorno de 5 anos com inserção parcial da precipitação. Os reservatórios foram testados para chuvas máximas de 200, 100 e 20 anos, respectivamente. Os volumes de amortecimento foram de 5,015 m³, 3,25 m³ e 1,50 m³. Com esses resultados, mostrou-se que a atenuação dos picos de vazão para as suas chuvas máximas tem uma eficiência de 32,23%, 24,27% e 15,47%. Assim, mostrando que a redução do tempo de pico é maior para maior eficiência.

Agra (2001), verificou experimentalmente o funcionamento de microrreservatórios, utilizando um de 1 m³ com uma área de contribuição de 337,5 m². Esse microrreservatório foi monitorado por seis meses e foi analisada sua eficiência e também foi analisada a manutenção da estrutura de detenção. Por fim, concluiu-se que o sistema foi eficiente para controlar a vazão de pico proposta, porém não permitiu um aumento do tempo de resposta da bacia.

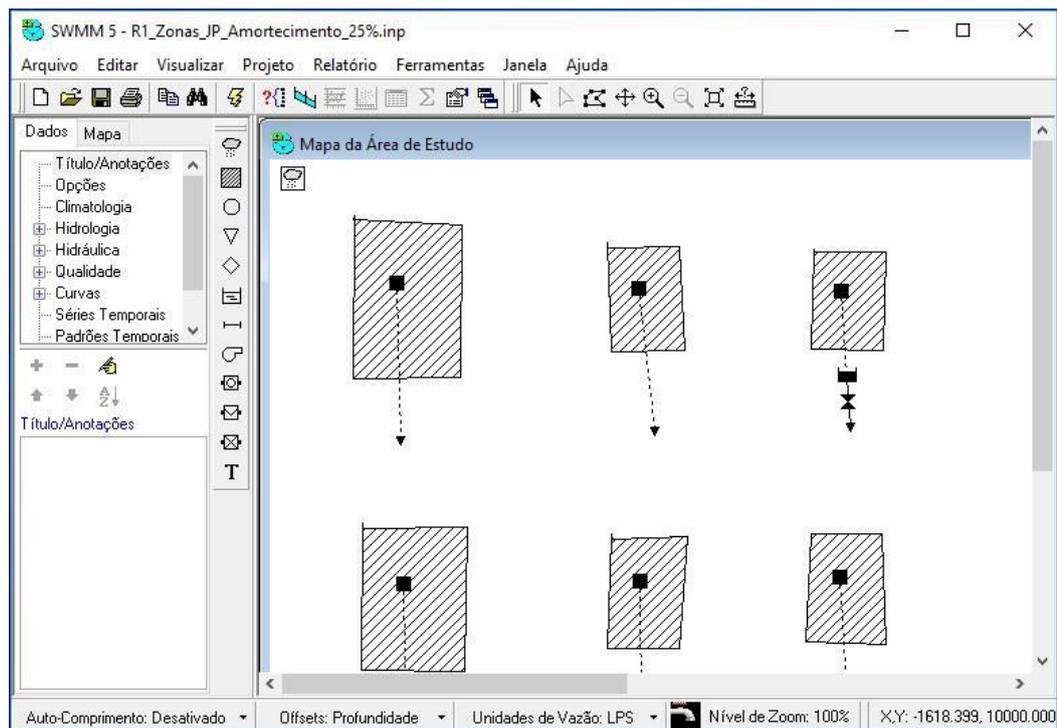
Além de analisar a eficiência dos microrreservatório, dimensionando-os para várias combinações de TR e vazões de descarga Tassi (2002) realizou uma análise econômica, para que mesmo com a eficiência de funcionamento, fosse encontrada também uma otimização no custo de implantação do microrreservatório. Os resultados mostraram que ao fixar até três vezes a vazão de pré-urbanização na saída do lote é possível obter uma eficiência da mesma ordem daquela obtida ao controlar a vazão de pré-urbanização. A vantagem obtida ao permitir maiores vazões na saída dos microrreservatórios é o aumento do diâmetro do descarregador de fundo, que para vazões menores resultaram em diâmetros muito pequenos, possivelmente inviáveis em uma situação real.

Nos estudos citados acima percebe-se sempre a preocupação com a eficiência do amortecimento das vazões. No trabalho de Tassi (2002), foi analisada a eficiência com a otimização dos orifícios, ligada a implantação dos microrreservatórios. Dessa forma, mostrou-se que a vazão limite de escoamento do lote não precisa ser necessariamente a de pré-urbanização, pois, a eficiência para uma vazão maior pode ser mesma. Portanto, desde que haja capacidade na rede coletora de água pluvial, a utilização de vazões maiores que a de pré-urbanização parece ser mais adequada. Esse estudo deixa claro a necessidade de pesquisas que considerem além do sistema de macrodrenagem, a eficiência e a viabilidade econômica dos microrreservatórios, para que se encontre o melhor custo-benefício para a população.

2.7. SWMM

O *Storm Water Management Model* – SWMM, traduzido para o português como Modelo de Gestão de Drenagem Urbana (LEHNS, 2012), é um modelo dinâmico que simula a quantidade e também a qualidade de escoamento superficial. Dentro do modelo pode-se usar tanto uma única chuva de projeto, como uma simulação de longo prazo. Para o escoamento superficial o SWMM utiliza sub-bacias que recebem precipitações e geram escoamentos superficiais. O modelo de transporte hidráulico desse modelo simula águas que tem seu itinerário através de um sistema por tubulações, canais, dispositivos de armazenamento, dispositivos de tratamento, bombas e elementos de regulação. Assim, o SWMM consegue acompanhar a evolução da quantidade e qualidade de escoamento em uma sub-bacia (ROSSMAN, 2012).

Figura 10 – Interface do SWMM



Fonte: LEHNS (2012).

Esse modelo de dinâmico foi desenvolvido em 1971 pela *Environmental Protection Agency* – EPA U.S., desde então vem sofrendo atualizações para sua melhor simulação e integração entre os dados.

O SWMM integra a modelagem de microdrenagem com a de macrodrenagem, assim, possibilitando a simulação de alagamentos que são fenômenos hidráulicos muito comuns em bacias urbanas. Na propagação de escoamentos são utilizadas equações hidrodinâmicas

completas. A solução do sistema de equações de Saint Venant é feita por meio de um processo explícito de discretização numérica das equações diferenciais. A solução dessas equações não é linear e utiliza o método de Newton-Raphson para sua iteração (CANHOLI, 2014).

Canholi (2014) listou as opções de modelagem no SWMM. São elas:

- Representação da bacia por meio de nós conectados por elementos da bacia e da rede de drenagem;
- Representação de condutos por meio de galerias, sarjetas e canais, caracterizados pelo comprimento, rugosidade, declividade e geometria da seção transversal;
- Precipitação: hietogramas fornecidos pelo usuário;
- Separação do escoamento: modelos de *Green And Ampt*, modelo SCS (*curve number*) e *Horton*;
- Modelo de escoamento superficial: feito no módulo *runoff* do programa, em que as sub-bacias são representadas por reservatórios não lineares.
- Modelo de propagação do escoamento na rede de drenagem: baseado nas equações da continuidade e de conservação dos momentos (modelo hidrodinâmico). A situação de sobrecarga em uma junção é identificada quando o escoamento atinge o nível máximo da seção de um dos condutos ligados ao nó. Para essas situações, o programa assume a condição de que o somatório das vazões de entrada e saída na junção é igual a zero, considerando que a variação de pressão corresponde a um ajuste do nível d'água no nó que tem que ocorrer para garantir a condição de continuidade. A vazão nos condutos é então recalculada considerando essa condição na junção e o cálculo das características hidráulicas do escoamento é refeito, e novamente a variação no nó é calculada. O processo se repete até que seja atingida a convergência definida pelo usuário;

Além disso, o software possui a opção de calibração dos parâmetros para ajuste das variáveis simuladas a valores observados previamente fornecidos pelo usuário.

3. REGULAMENTAÇÃO SOBRE DRENAGEM URBANA

3.1. Legislações no Brasil

Para as medidas não estruturais, temos as legislações municipais que tendem a contribuir muito para o conceito mais moderno e sustentável na drenagem de águas pluviais. Nesse aspecto podem surgir desde decretos que regulamentem o uso e ocupação do solo até manuais voltados totalmente para instruções técnicas, planejamento com planos diretores e execução de sistemas de drenagem. Como o Brasil é um país em desenvolvimento, apenas uma pequena parcela de suas cidades tem a capacidade de ter uma legislação realmente voltada para a preocupação com as cheias urbanas e controle do escoamento de águas de chuva.

Alguns estados podem ser citados como exemplo nesse meio de manejo sustentável de águas pluviais, como Rio Grande do Sul, com o Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH e o Distrito Federal, com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – Adasa, que possuem seu próprio manual de drenagem urbana. Na cidade São Paulo existe a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo nº 16.402, de 22 de março de 2016, que tenta frear a impermeabilização contínua do solo. Ainda no Sul, na cidade de Curitiba, tem-se a Lei 9800/2000, que tem como menor taxa de permeabilidade 25% nos terrenos.

No nordeste brasileiro, um bom exemplo está na cidade de Recife, onde a Lei 18.112/2015 traz obrigatoriedades para o manejo de águas na drenagem urbana. Em seu Art. 4º dispõe sobre os reservatórios de retardo e limita o escoamento para rede pública de drenagem. Esse escoamento é limitado a partir de um coeficiente que leva a vazão de saída do lote à uma vazão de pré-urbanização, ou seja, a estrutura deve ser dimensionada levando em consideração uma vazão de saída igual a vazão natural do terreno.

3.2. Legislação na cidade de João Pessoa

O sistema de drenagem da cidade de João Pessoa não é diferente da maioria do Brasil, onde usa-se um sistema tradicional, apenas pontual e sem regulamentação explícita sobre o assunto. Por meio da Lei Complementar nº 93/2015 foi criado o Plano Municipal de Saneamento Básico, onde a drenagem urbana está inclusa, mesmo que de maneira geral e segundo os conceitos tradicionais. No estudo realizado para criação desse plano foram mapeadas as possíveis áreas de alagamento e inundação na cidade, para que gerasse subsídios a soluções viáveis. Em seu texto, o Plano Municipal afirma que o sistema de drenagem na

cidade é executado de acordo com a pavimentação das ruas, porém, não há garantia de solução do problema, tendo em vista que o sistema tradicional de drenagem aplicado na cidade transfere o problema à jusante.

Uma medida que contribui para a minimização da impermeabilização e consequentemente aEm 30 de dezembro de 2015, foi lançado o Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa (PMSB-JP), quando a Lei Complementar nº 93/2015 foi sancionada. Esta, dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, incorporando em seu conteúdo aspectos gerais da drenagem urbana. Os estudos para elaboração do PMSB-JP, incluíram o mapeamento das áreas passíveis de alagamentos e inundações presentes no município, com o objetivo de sugerir soluções viáveis e mais satisfatórias. Constatou-se que em 2015 existiam 98 pontos de alagamentos e 15 de inundações (PMJP, 2015). 68 O PMSB-JP traz ainda levantamentos sobre as condições e cobertura dos sistemas de drenagem ao longo da cidade, afirmando em seu texto que o sistema adotado é exclusivamente tradicional. Esses sistemas têm sido executados em associação com a pavimentação das ruas, entretanto, não há garantia da inexistência de problemas, uma vez que o sistema tradicional transfere os impactos para áreas a jusante (PMJP, 2015). redução do escoamento superficial é a limitação da taxa de impermeabilidade do solo nos lotes. Esse parâmetro deu-se através do Decreto 5.900/2007, da Prefeitura Municipal de João Pessoa, onde o percentual mínimo é de 4% em edificações verticais, 10% em passeios públicos referentes a essas edificações. Para setores referentes à Zonas de Preservação Ambiental essa porcentagem pode chegar a 50%.

É notória a falta de políticas públicas mais integradas na cidade, de modo a difundir o conceito mais moderno da drenagem urbana. Só com a evolução do sistema de drenagem urbana, com regulamentações integradas com medidas estruturais, haverá um controle maior do escoamento superficial desde a fonte na microdrenagem, ou seja, nos lotes.

4. METODOLOGIA

Esse trabalho apresenta o dimensionamento e estimativa orçamentária de microrreservatórios para o controle do escoamento em lotes localizados em diferentes regiões da cidade de João Pessoa. Os dispositivos foram projetados para captar o escoamento produzido apenas pela área de telhado, que corresponde normalmente a maior fração impermeável do lote. Como critério para a determinação de dispositivos de armazenamento, é usual limitar-se a vazão de saída ao valor de pré-urbanização da área de contribuição. Isso significa uma eficiência de 100% no controle da vazão, sendo, portanto, uma condição bastante conservadora na prática, podendo implicar em custos maiores.

Para avaliar o efeito da vazão de restrição nas dimensões e custos, os microrreservatórios foram dimensionados também para três situações adicionais, considerando a vazão máxima de saída como sendo 25%, 50% e 75% da vazão gerada pelo telhado. O dimensionamento foi realizado por meio de simulação hidrodinâmica e o modelo utilizado foi o SWMM, que utiliza o método de Puls.

Para os lotes presentes na simulação, utilizou-se a taxa de ocupação máxima por zona, definido pelo Código de Urbanismo da cidade de João Pessoa (2001), onde fica explícito quanto cada lote pode ser construído. Para esse trabalho as zonas escolhidas foram: Zona Residencial 1 – ZR1, Zona Residencial 2 – ZR2, Zona Axial Epitácio Pessoa – ZA1, Zona Axial Cruz das Armas – ZA2, Zona Turística 3 – ZT3, assim utilizando a taxa de ocupação máxima das zonas citadas, conforme tabela 5. O microrreservatório recebeu apenas águas captadas no telhado do terreno, tendo em vista que o telhado tem a projeção da taxa máxima da construção no lote.

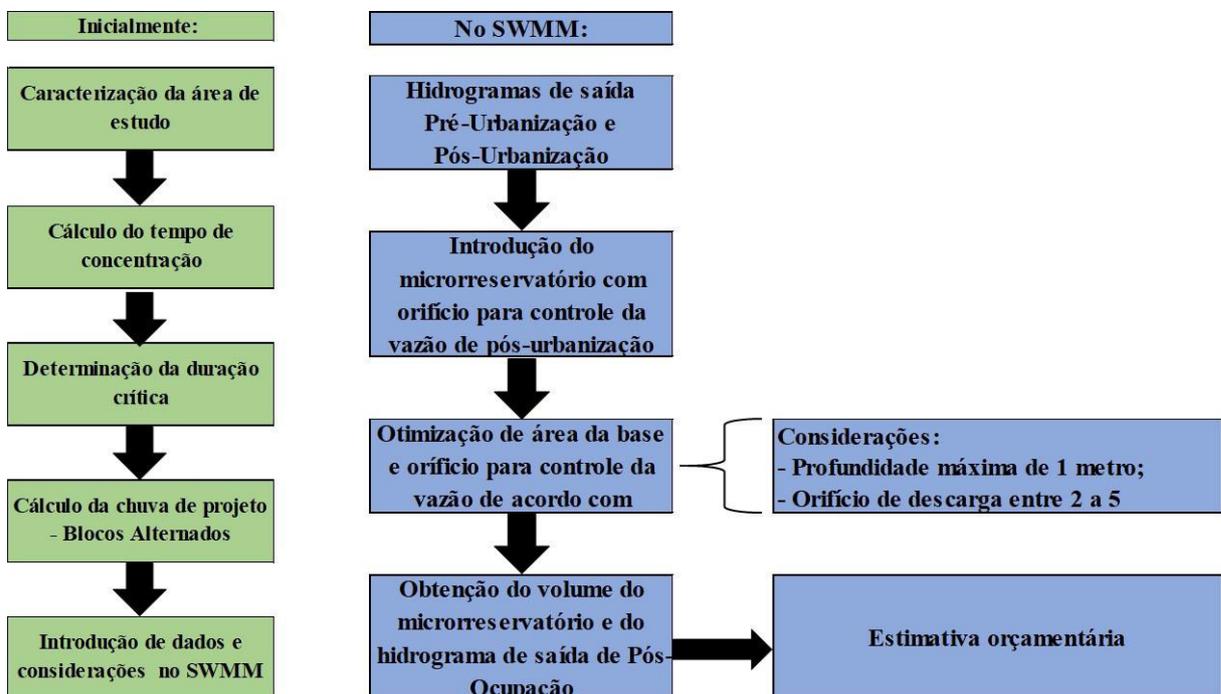
De posse dos resultados obtidos na simulação feita no SWMM realizou-se a estimativa orçamentária. Para tal estimativa foi utilizado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Dessa forma, todos os custos unitários e composições de serviços utilizados para essa estimativa, constam e são referenciadas por esse instrumento público.

4.1. Descrição da simulação

De posse da chuva de projeto, os dados são introduzidos no SWMM. Após a simulação são obtidos os hidrogramas de pré-urbanização e pós-urbanização. De posse dos hidrogramas iniciais para as duas situações, o microrreservatório é introduzido na situação de

pós-urbanização para o controle da vazão gerada pelo telhado. O controle da vazão na simulação foi realizado de forma gradativa, partindo de 25% da vazão de pós-ocupação, depois aumentando para 50%, 75%, até que a vazão chegasse a situação igual ou menor que a de pré-ocupação, ou seja, 100%. A análise foi realizada dessa forma para que se pudesse avaliar o crescimento do volume dos microrreservatórios e seu custo, de acordo com as vazões amortecidas, sendo feita uma estimativa orçamentária para cada uma delas. Na Figura 11 temos o fluxograma das ações realizadas para a simulação em questão.

Figura 11 - Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Autoria própria (2019).

Essas simulações foram realizadas para três tempos de retornos diferentes, 2, 5 e 10 anos. Dessa forma, teremos três tipos diferentes de volumes escoados pelos lotes estudados nessa simulação.

4.2. Seleção dos tipos de lote

Para o estudo realizado nesse trabalho foram escolhidos lotes destinados ao tipo de ocupação R1- Unifamiliar, segundo as definições do Código de Urbanismo de João Pessoa (2001). Esse tipo de ocupação tem como característica apenas uma habitação por lote.

Tabela 3 – Classificação e usos do solo em João Pessoa/PB

CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO		USO RESIDENCIAL
USO	TIPO	CARACTERÍSTICAS
R1	Unifamiliar	Uma habitação por lote
R2	Bifamiliar	Duas habitações por lote (Ver art.187)
R3	Multifamiliar	Três ou mais habitações por lote (Ver art.187)
R4	Multifamiliar	Conjunto residencial horizontal em edificações unifamiliares destinadas a habitação permanente, num mesmo lote, formando um todo harmônico do ponto de vista urbanístico, arquitetônico e paisagístico.
R5	Multifamiliar	Mais de duas habitações por lote agrupadas verticalmente em edificações que tenham altura limitada em 3 (três) pavimentos sendo em todos os casos admitido a solução duplex para o último pavimento.
R6	Multifamiliar	Mais de duas habitações por lote agrupadas verticalmente em edificações que tenham altura limitada em 3 (três) pavimentos considerando-se obrigatório o uso de pilotis.
R7		Habitações para atendimento a programas de realocação de populações de baixa renda cujas características e localização não são fixadas pela Prefeitura.

Fonte: Prefeitura Municipal de João Pessoa (2001).

De acordo também com o Código de Urbanismo de João Pessoa (2001), a cidade foi dividida por zonas, desde zonas comerciais às zonas residenciais. No zoneamento de áreas é definido o tamanho mínimo dos lotes por zona, seus recuos e sua taxa de ocupação máxima de área construída. Nesse estudo foram utilizadas apenas as zonas onde eram possíveis a ocupação do solo por habitações residenciais R1. Para que não houvesse repetição de dimensionamento, já que em algumas zonas as áreas mínimas dos lotes e as taxas de ocupação eram iguais, foram escolhidas as seguintes zonas: Zona Residencial 1 – ZR1, Zona Residencial 2 – ZR2, Zona Axial Epitácio Pessoa – ZA1, Zona Axial Cruz das Armas – ZA2, Zona Turística 3 – ZT3. Na tabela 5 encontram-se as áreas dos lotes escolhidos para o estudo, bem como suas porcentagens máximas de ocupação. A área de ocupação, nesse caso os telhados, terá área igual a área de ocupação máxima.

4.3. Chuva de projeto

Como mencionado anteriormente, para que a simulação aconteça no modelo SWMM, é necessário introduzir a chuva de projeto como dado antes do seu início. Para a determinação da intensidade de chuva foi utilizada a curva intensidade-duração-frequência – Curva IDF, conforme equação abaixo:

$$i = \frac{C_1 * T_R^{C_2}}{(t + C_3)^{C_4}} \quad (8)$$

Na equação 8, i refere-se à intensidade da precipitação em mm/h, T_r ao tempo de retorno em anos e t à duração da precipitação em minutos. Segundo Aragão (2000), os coeficientes da equação acima para a região onde se encontra a cidade de João Pessoa estão na tabela:

Tabela 5 – Coeficientes utilizados na equação 1

CURVA IDF	
Coeficientes	ARAGÃO 2000
C1	290
C2	0.087
C3	10
C4	0.398

Fonte: Aragão (2000).

De acordo com IPH (2005), em projetos de microdrenagem é recomendado a utilização de tempos de retorno em torno de 2 a 10 anos. Para esse trabalho foram realizadas simulações para diferentes tempos de retorno, 2, 5 e 10 anos.

Pelo método americano *Soil Conservation Service (método SCS)*, conforme equação 9, foi determinado o tempo de concentração da chuva no lote.

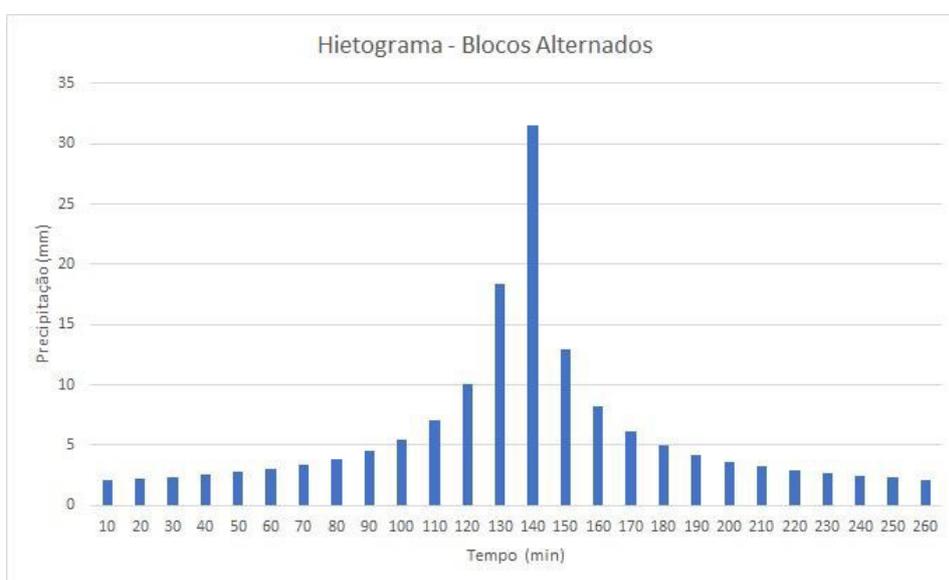
$$t = \frac{5,474 * (n * L)^{0.8}}{P_{24}^{0.5} * S^{0.4}} \quad (9)$$

Em que, t é o tempo de concentração em minutos, n é o número de Manning, L o trecho do comprimento em metros, P_{24} representa a lâmina precipitada, em mm, considerando uma precipitação de 24 horas de duração de acordo com a curva IDF utilizada, e S indica à declividade do trecho.

Conforme Tucci (2000), a duração crítica de uma bacia deve ser no mínimo igual ao seu tempo de concentração, tendo em vista que nesse exato momento toda a bacia passa a contribuir para o escoamento superficial.

Para a determinação do hietograma de projeto foi utilizado o método dos blocos alternados, localizando o pico da chuva na metade da duração. Usando a curva IDF, tem-se a intensidade da chuva para cada intervalo determinado na discretização de projeto. A Figura 13 mostra um exemplo de hietograma de projeto pelo método dos blocos alternados.

Figura 13 – Hietograma de projeto pelo método dos Blocos Alternados



Fonte: Autoria própria (2019).

4.4. Dimensionamento dos microrreservatórios

Como um dos fatores limitantes para a implantação de microrreservatórios enterrados nos lotes é a cota da rede pública de drenagem urbana, limitou-se a profundidade em no máximo 1 metro. Os orifícios para a vazão de saída foram variando de 2 a 5 centímetros, obedecendo recomendação técnica do IPH (2005). A forma dos orifícios adotadas para a simulação foi circular, com coeficiente de descarga 0,65.

Para a simulação da vazão de pré-urbanização considerou-se uma declividade de 0,03 m/m nos lotes, e uma declividade de 25% do telhado para a vazão de pós-urbanização, tendo em vista a utilização de telha colonial para a execução da habitação. O modelo de infiltração utilizado na simulação foi o de Horton, com taxa de infiltração máxima e mínima iguais a 3,0 e 0,5 mm/h, respectivamente. Para o reservatório utilizou-se a curva funcional, onde a altura da lâmina d'água varia com a área da base. Para o escoamento em superfície, no caso da pré-

urbanização, considerou-se um coeficiente de rugosidade de Manning de 0,4. Já para a situação de pós-urbanização, adotou-se um coeficiente de Manning de 0,011 para o telhado.

Partindo para a execução do microrreservatório, considerou-se o mesmo quadrado, com uma estrutura em concreto armado, paredes e lajes, dispostas sobre um lastro de concreto para regularização do fundo da escavação. Para as paredes e lajes considerou-se uma espessura de 15 centímetros, com um lastro de concreto para regularização de 5 centímetros. Para a estimativa do dimensionamento, considerou-se ainda um concreto com resistência característica igual a 20 Mpa, com um aço CA-50 em sua composição. O diâmetro das barras consideradas para tal dimensionamento foi de 8 milímetros.

4.5. Método de Puls

Um dos métodos mais conhecidos e mais indicados para dimensionamento de reservatórios de detenção é o de Puls. Esse método considera uma linha horizontal de água no reservatório e faz uma relação entre o armazenamento e a vazão. A equação da continuidade aplicada a um reservatório é dada por:

$$\frac{dS}{dt} = I - Q \quad (10)$$

Onde S é o volume em metro cúbico, t é o tempo em segundos, I é a vazão afluente em metro cúbico por segundo e Q é a vazão de saída do reservatório também em metro cúbico por segundo. Discretizando a equação 10, temos:

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t} = \frac{I_t + I_{t+1}}{2} - \frac{Q_t + Q_{t+1}}{2} \quad (11)$$

Onde a parcela I_t e I_{t+1} é referente as vazões de entrada no reservatório em t e $t+1$. Já a parcela Q_t e Q_{t+1} corresponde as vazões de saída do reservatório nesses mesmos instantes de tempo. A parcela S_{t+1} e S_t refere-se ao armazenamento do reservatório nos referidos tempos.

Os termos desconhecidos da equação são Q e S em $t+1$. Dessa forma, isolando os termos desconhecidos a equação 11 fica rearranjada da seguinte forma:

$$Q_{t+1} + \frac{2S_{t+1}}{\Delta t} = I_t + I_{t+1} - Q_t + \frac{2S_t}{\Delta t} \quad (12)$$

Existindo duas incógnitas e apenas uma equação faz-se necessário adicionar uma equação que relacione a vazão de saída do reservatório com o armazenamento do mesmo, ou

seja, $Q = f(S)$. De acordo com esta relação ainda pode-se criar uma segunda função auxiliar para determinação do termo Q_{t+1} :

$$Q = f1\left(\frac{Q+2S}{\Delta S}\right) \quad (13)$$

Essa função é conhecida de forma tabular, onde para cada ordenada haverá um valor de S , dividido pelo intervalo de tempo de cálculo e somado a vazão define a nova abcissa, gerando a função $f1$. Relacionando as equações 5 e 6 é possível simular o escoamento através do seguinte passo a passo (IPH, 2005):

- Para o início do cálculo é necessário definir o volume inicial do reservatório (S_0). Esse volume depende dos critérios do estudo em análise ou do valor observado conhecido, no caso de reprodução de um evento. Conhecido S_0 é calculado Q_0 através da função entre as duas variáveis ($Q = f(S)$);
- Para o intervalo de tempo seguinte deve-se determinar os termos da direita da equação 5, já que todos os termos do lado esquerdo da equação são conhecidos (hidrograma de entrada deve ser previamente conhecido);
- O termo da direita é igual à abcissa da função $f1$. Portanto entrando com esse valor na função obtém-se a vazão Q_{t+1} ;
- Conhecido Q_{t+1} determina-se S_{t+1} através da função que relaciona essas variáveis.

Do passo dois ao quatro devem ser repetidos para todos os intervalos de tempo obtendo os valores dos termos desconhecidos.

4.6. Estimativa orçamentária

Para realização da estimativa orçamentária foi utilizado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Essa plataforma de preços é atualizada mensalmente, onde o mês para referência desse estudo foi o mês de março do ano de 2019. Os custos unitários utilizados para essa estimativa foram na forma não desoneradas de apresentação, onde as composições dos serviços já vêm com algumas tributações.

As composições de serviços utilizadas para a execução desse microrreservatório de detenção estão listadas e referenciadas na tabela abaixo:

Tabela 6 – Composições utilizadas para estimativa orçamentária

Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR1 - Microrreservatório de Amortecimento				
Item	SINAPI MAR/19	Descrição	Unidade	Custo unitário
1	79480	ESCAVAÇÃO MECÂNICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATÉ 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m²	R\$ 138.14
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57

Fonte: Autoria própria (2019).

Segundo Mattos (2009), para uma estimativa orçamentária de reservatórios em concreto armada, aproxima-se para uma taxa de aço de 60 quilos por metro cúbico de concreto, já que não se conhece o dimensionamento estrutural do objeto.

Por fim, pode-se relacionar ainda a implantação dos microrreservatórios de detenção com o custo total de uma habitação unifamiliar R1, segundo o CUB – Custo Unitário Básico, conforme disponibilizado pelo Sinduscon/JP. O CUB é um importante indicador para o setor da construção, pois, é por ele que se realizam estimativas orçamentárias visando chegar ao mais próximo possível do preço global de uma obra civil, com base em tipos de habitações modelo com características pré-definidas. Esse índice é atualizado mensalmente pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil – Sinduscon. A tabela 15 apresenta os índices do CUB.

Tabela 7 – Índices CUB para estimativa orçamentária de habitações de diferentes padrões

.: Projetos – Padrão Residencial								
Padrão Baixo	R\$/m ² CUB	R\$/m ² CUB Desonerado	Padrão Normal	R\$/m ² CUB	R\$/m ² CUB Desonerado	Padrão Alto	R\$/m ² CUB	R\$/m ² CUB Desonerado
R-1	1104,99	1039	R-1	1335,82	1243,95	R-1	1.614,36	1.514,66
PP-4	989,69	934,19	PP-4	1232,16	1150,92	R-8	1.303,13	1.226
R-8	941,69	889,53	R-8	1081,11	1008,08	R-16	1.377,81	1.291,14
PIS	724,22	679,27	R-16	1046,09	975,82			
RP1Q	1.163,25	1.075,2						

Fonte: Sinduscon/JP

Considerou-se para esta comparação o índice CUB referente a uma habitação unifamiliar R1, padrão baixo. Os custos dos microrreservatórios de detenção considerados nessa análise foram os de 100% de detenção, para que se obtivesse uma visão mais conservadora. A tabela 16 mostra a porcentagem do custo total da construção para implantação do microrreservatório de detenção nos lotes.

5. RESULTADOS

5.1. Vazões de pré e pós-urbanização para tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos

Como tratam-se de telhados com no máximo 252 m², o cálculo levou para tempos de concentração de pré-urbanização sempre inferiores a 10 minutos, conforme tabela abaixo:

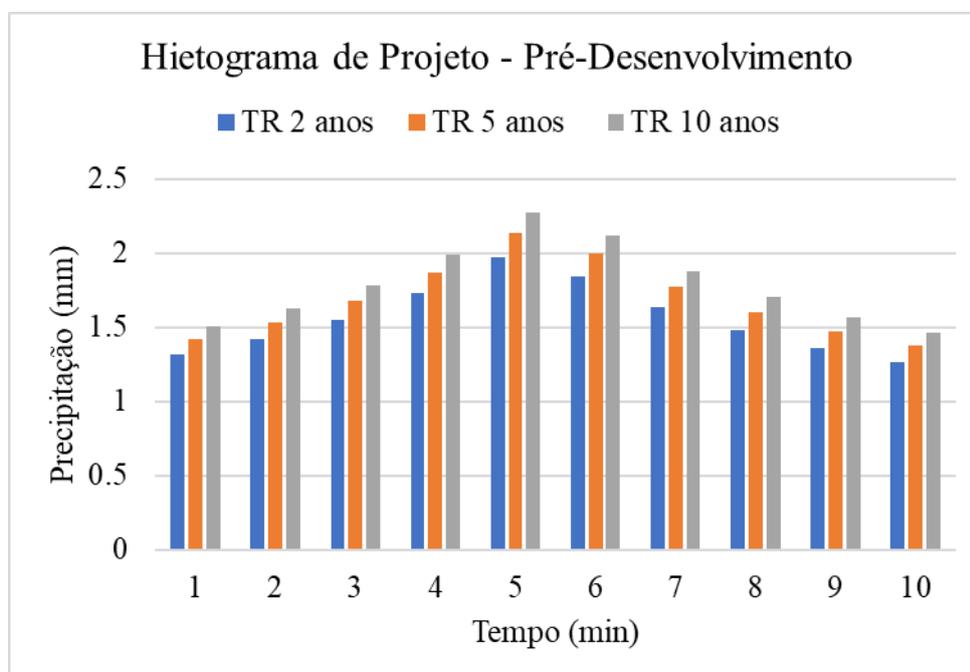
Tabela 8 – Tempos de concentração para os lotes em estudo

Dados (min)	ZR1	ZR2	ZA1	ZA2	ZT3
Tc =	8.43	6.28	8.68	8.28	8.43
Duração =	10	10	10	10	10

Fonte: Autoria própria (2019).

Adotou-se então a duração crítica para todos os lotes com 10 minutos e uma discretização de 1 minuto para todos os lotes em estudo. Assim, organizando o hietograma de projeto pelo método dos blocos alternados. Foi gerado um hietograma de projeto para três tempos de retorno de diferentes, 2, 5 e 10 anos, obtendo diferentes resultados conforme figura 12 abaixo:

Figura 14 – Hietograma de projeto pelos Blocos Alternados – TR 2 anos



Fonte: Autoria própria (2019).

Após alimentar o SWMM com os dados das chuvas de projeto as vazões de pico pré e pós-urbanização para cada lote são obtidas e estão dispostas a seguir na tabela 12.

Tabela 9 – Vazões de pré e pós-urbanização para TR 2, 5 e 10 anos

Residencia Unifamiliar - R1 Zonas	TR 2 ANOS		Aumento Percentual	TR 5 ANOS		Aumento Percentual	TR 10 ANOS	
	Vazões (L/S)		entre TR 2 e TR 5	Vazões (L/S)		entre TR 5 e TR 10	Vazões (L/S)	
ZR1	Q_Pré	1.10	12.73%	Q_Pré	1.24	10.48%	Q_Pré	1.37
	Q_Pós	5.65	8.85%	Q_Pós	6.15	6.18%	Q_Pós	6.53
ZR2	Q_Pré	0.76	13.16%	Q_Pré	0.86	10.47%	Q_Pré	0.95
	Q_Pós	4.35	8.97%	Q_Pós	4.74	6.33%	Q_Pós	5.04
ZA1	Q_Pré	1.23	13.01%	Q_Pré	1.39	10.07%	Q_Pré	1.53
	Q_Pós	7.00	9.00%	Q_Pós	7.63	6.29%	Q_Pós	8.11
ZA2	Q_Pré	1.00	14.00%	Q_Pré	1.14	9.65%	Q_Pré	1.25
	Q_Pós	4.74	8.86%	Q_Pós	5.16	6.20%	Q_Pós	5.48
ZT3	Q_Pré	1.15	13.91%	Q_Pré	1.31	9.92%	Q_Pré	1.44
	Q_Pós	7.72	8.94%	Q_Pós	8.41	6.30%	Q_Pós	8.94

Fonte: Autoria própria (2019).

Essas vazões foram obtidas a partir de hidrogramas de saída de cada telhado, para cada tempo de retorno do estudo.

Percebe-se que em todos os casos da tabela 9, o aumento percentual das vazões de pré e pós-urbanização para as precipitações com os tempos de retorno de 5 e 10 anos são inferiores ao percentual entre os tempos de retorno de 2 e 5 anos. Quando se realiza a simulação para o tempo de retorno de 5 anos, as vazões não ultrapassam um aumento de 14%, quando comparadas as geradas pelo tempo de retorno de 2 anos. Já para o tempo de retorno de 10 anos, constata-se que o aumento percentual das vazões não ultrapassa 10,5%, quando comparadas as geradas pelo tempo de retorno de 5 anos.

5.2. Volumes obtidos para o controle das vazões nos lotes

Com os resultados dos hidrogramas de pré e pós-urbanização pode-se realizar a diferença entre eles e ver quanto a ocupação gerou de escoamento superficial a mais quando comparada com o terreno natural. Dessa forma, foram realizadas simulações retendo 25%, 50%, 75% e 100% da vazão de pós-urbanização. Para cada porcentagem citada foi gerado um orçamento para que se acompanhasse a modificação dos custos de acordo com a vazão detida nos lotes. Essa simulação foi feita para todos os lotes em estudo e para os três diferentes tempos de retorno. A tabela 10 mostra os volumes obtidos, em metros cúbicos, após as simulações.

Tabela 10 – Volumes dos microrreservatórios obtidos pela simulação no SWMM

Residencia Unifamiliar - R1	TR 2 ANOS		TR 5 ANOS		TR 10 ANOS	
	Vazões (L/S)	Volume (m³)	Vazões (L/S)	Volume (m³)	Vazões (L/S)	Volume (m³)
ZR1	Q_100%	2.30	Q_100%	2.55	Q_100%	2.70
	Q_75%	1.71	Q_75%	2.00	Q_75%	2.20
	Q_50%	1.35	Q_50%	1.45	Q_50%	1.60
	Q_25%	0.63	Q_25%	0.81	Q_25%	0.90
ZR2	Q_100%	1.80	Q_100%	1.92	Q_100%	2.12
	Q_75%	1.70	Q_75%	1.85	Q_75%	1.95
	Q_50%	1.10	Q_50%	1.35	Q_50%	1.50
	Q_25%	0.48	Q_25%	0.60	Q_25%	0.75
ZA1	Q_100%	3.00	Q_100%	3.25	Q_100%	3.50
	Q_75%	2.35	Q_75%	2.70	Q_75%	2.90
	Q_50%	1.70	Q_50%	2.00	Q_50%	2.20
	Q_25%	0.77	Q_25%	1.10	Q_25%	1.30
ZA2	Q_100%	1.98	Q_100%	2.09	Q_100%	2.20
	Q_75%	1.69	Q_75%	1.90	Q_75%	2.00
	Q_50%	1.30	Q_50%	1.40	Q_50%	1.53
	Q_25%	0.60	Q_25%	0.80	Q_25%	0.86
ZT3	Q_100%	3.40	Q_100%	3.65	Q_100%	3.95
	Q_75%	2.80	Q_75%	3.15	Q_75%	3.40
	Q_50%	2.10	Q_50%	2.40	Q_50%	2.70
	Q_25%	1.20	Q_25%	1.50	Q_25%	1.70

Fonte: Autoria própria (2019).

Após as simulações, também se obteve as áreas das bases dos elementos de detenção. A tabela 11 mostra a porcentagem de área ocupada pelos microrreservatórios de amortecimento, nos lotes escolhidos para estudo. Com o aumento dos tempos de retorno, as áreas da base dos microrreservatórios também vão aumentando. O tipo de lote que apresentou a maior porcentagem de ocupação para implantação do microrreservatório foi o ZR2, onde o mesmo ocupou 1,20% da área total do lote. Isso se justifica por ser o lote com menor área entre os escolhidos para esse estudo. Embora seja gerada uma menor vazão, o lote tem apenas 200 m² em seu total. As porcentagens de ocupação nos lotes nunca ultrapassaram 1,20%, para os três tempos de retorno, 2, 5 e 10 anos.

Para analisar a viabilidade de implantação dos microrreservatórios nos lotes, após descobertas as porcentagens de ocupação, é necessário a verificação das áreas disponíveis para locação dos mesmos. Tendo em vista que há uma variação nos recuos dependendo da zona em que o lote se encontra. Essa verificação pode ser feita pelo Código de Urbanismo de João Pessoa (2001).

Tabela 11 - Porcentagem de área ocupada pelos microrreservatórios de detenção

Residência Unifamiliar - R1		Vazão	TR 2 ANOS	Porcentagem de	TR 5 ANOS	Porcentagem de	TR 10 ANOS	Porcentagem de
Zonas	Área dos lotes (m ²)		Área (m ²)	área ocupada no lote TR 2	Área (m ²)	área ocupada no lote TR 5	Área (m ²)	área ocupada no lote TR 10
ZR1	360	Q_100%	2.30	0.64%	2.55	0.71%	2.70	0.75%
		Q_75%	1.80	0.50%	2.00	0.56%	2.20	0.61%
		Q_50%	1.35	0.38%	1.45	0.40%	1.60	0.44%
		Q_25%	0.90	0.25%	0.90	0.25%	0.90	0.25%
ZR2	200	Q_100%	2.40	1.20%	2.40	1.20%	2.35	1.18%
		Q_75%	1.70	0.85%	1.85	0.93%	1.95	0.98%
		Q_50%	1.10	0.55%	1.35	0.68%	1.50	0.75%
		Q_25%	0.51	0.26%	0.60	0.30%	0.75	0.38%
ZA1	450	Q_100%	3.00	0.67%	3.25	0.72%	3.50	0.78%
		Q_75%	2.35	0.52%	2.70	0.60%	2.90	0.64%
		Q_50%	1.70	0.38%	2.00	0.44%	2.20	0.49%
		Q_25%	0.77	0.17%	1.10	0.24%	1.30	0.29%
ZA2	300	Q_100%	2.20	0.73%	2.20	0.73%	2.20	0.73%
		Q_75%	1.80	0.60%	1.90	0.63%	2.00	0.67%
		Q_50%	1.30	0.43%	1.55	0.52%	1.70	0.57%
		Q_25%	0.60	0.20%	0.80	0.27%	0.90	0.30%
ZT3	360	Q_100%	3.40	0.94%	3.65	1.01%	3.95	1.10%
		Q_75%	2.80	0.78%	3.15	0.88%	3.40	0.94%
		Q_50%	2.10	0.58%	2.40	0.67%	2.70	0.75%
		Q_25%	1.20	0.33%	1.50	0.42%	1.70	0.47%

Fonte: Autoria própria (2019).

5.3. Estimativa Orçamentária

As estimativas orçamentárias para todas as simulações feitas nesse estudo estão Apêndice. Porém, a tabela abaixo mostra um resumo dos custos totais para a implantação de microrreservatórios de detenção nos lotes em estudo.

Tabela 12 – Resumo da estimativa orçamentária para os lotes em estudo – TR 2 anos

RESUMO DE ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA - TR 2 ANOS					
ZONAS	M ²	25%	50%	75%	100%
ZR2	140	R\$ 851.08	R\$1,440.38	R\$ 1,934.38	R\$ 2,134.43
ZA2	150	R\$ 974.97	R\$1,610.59	R\$ 1,943.88	R\$ 2,190.50
ZR1	180	R\$ 1,019.74	R\$1,652.16	R\$ 1,955.34	R\$ 2,391.52
ZA1	225	R\$ 1,141.63	R\$1,934.38	R\$ 2,428.45	R\$ 2,896.35
ZT3	252	R\$ 1,526.31	R\$2,242.17	R\$ 2,754.58	R\$ 3,175.00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 13 – Resumo da estimativa orçamentária para os lotes em estudo – TR 5 anos

RESUMO DE ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA - TR 5 ANOS					
ZONAS	M ²	25%	50%	75%	100%
ZR2	140	R\$ 974.97	R\$1,652.16	R\$ 2,051.39	R\$ 2,200.59
ZA2	150	R\$1,169.98	R\$1,708.88	R\$ 2,089.94	R\$ 2,253.84
ZR1	180	R\$1,181.61	R\$1,734.28	R\$ 2,166.44	R\$ 2,574.73
ZA1	225	R\$1,440.38	R\$2,166.44	R\$ 2,683.01	R\$ 3,071.21
ZT3	252	R\$1,774.87	R\$2,465.24	R\$ 3,001.56	R\$ 3,346.26

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 14 – Resumo da estimativa orçamentária para os lotes em estudo – TR 10 anos

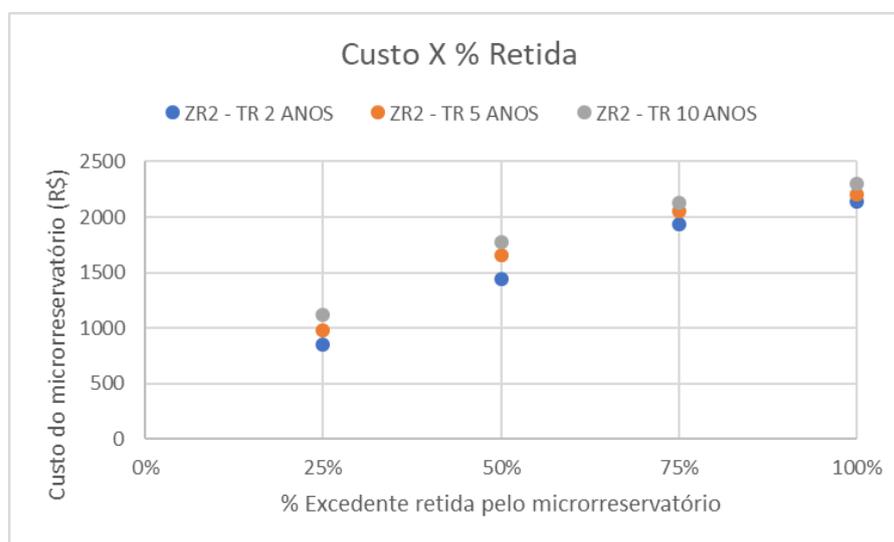
RESUMO DE ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA - TR 10 ANOS					
ZONAS	M ²	25%	50%	75%	100%
ZR2	140	R\$ 1,122.58	R\$1,774.87	R\$ 2,128.29	R\$ 2,297.52
ZA2	150	R\$ 1,222.08	R\$1,823.07	R\$ 2,166.44	R\$ 2,317.18
ZR1	180	R\$ 1,262.55	R\$1,855.16	R\$ 2,317.18	R\$ 2,683.01
ZA1	225	R\$ 1,610.59	R\$2,317.18	R\$ 2,825.68	R\$ 3,243.75
ZT3	252	R\$ 1,934.38	R\$2,683.01	R\$ 3,175.00	R\$ 3,549.21

Fonte: Autoria própria (2019).

5.4. Discussões sobre os resultados

Como mostram as tabelas anteriores, quanto maior a vazão a ser controlada com o microrreservatório de amortecimento, maior o seu custo, mostrando que quanto mais próximo da vazão de pré-ocupação, mais caro sua implantação. Ou seja, se torna mais caro reestabelecer o equilíbrio do ciclo hidrológico. Essa tendência também pode ser analisada conforme figuras 16, 17, 18, 19 e 20.

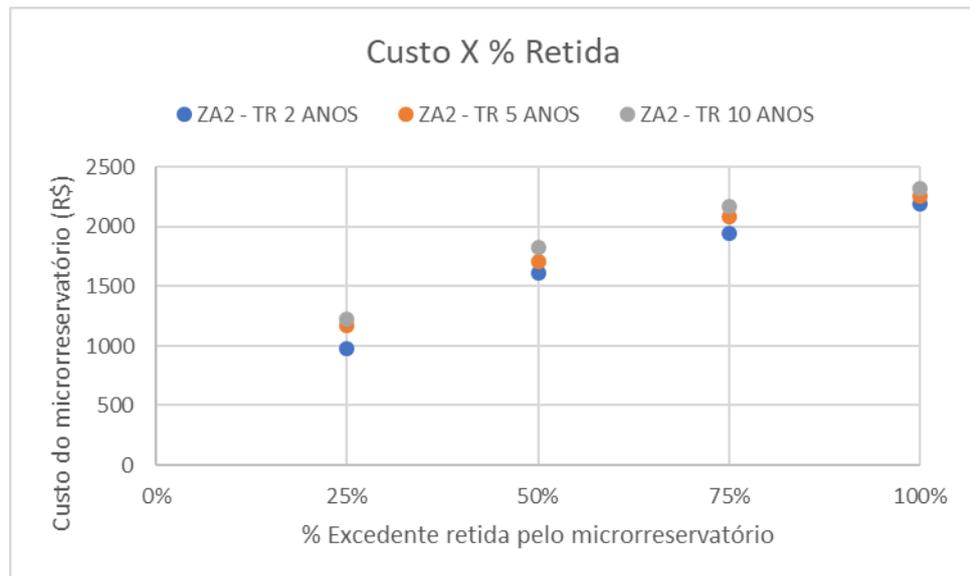
Figura 15 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZR2



Fonte: Autoria própria (2019)

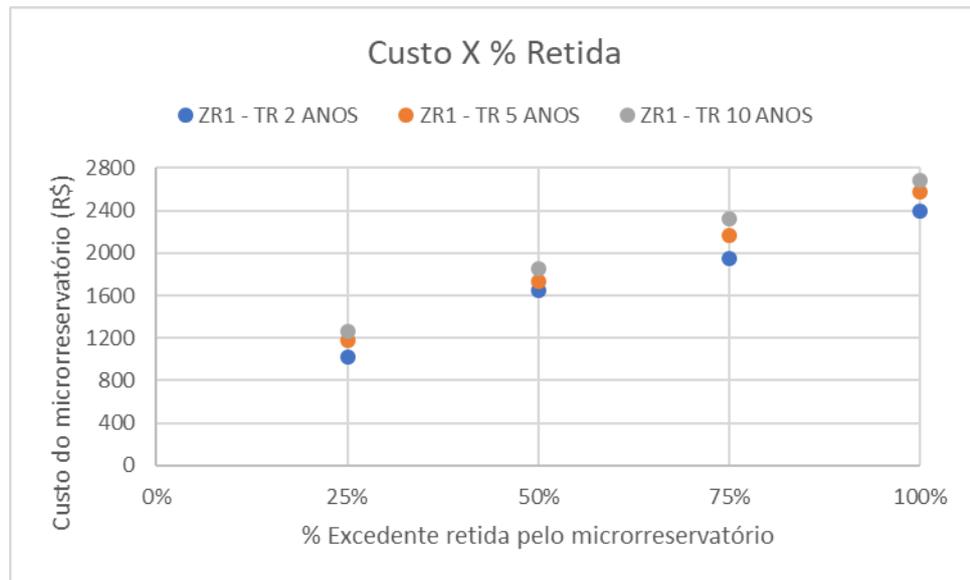
Como citado anteriormente, na tabela 9, temos um aumento percentual inferior nas vazões quando são relacionados os tempos de retorno de 5 e 10 anos. Isso se reflete quando comparado aos custos na figura 16, onde temos um gráfico que relaciona o custo com a porcentagem retida pelo microrreservatório, para os três tempos de retorno. Observa-se que, em sua maioria, os gráficos apresentam uma maior proximidade entre os custos com tempo de retorno de 5 e 10 anos, apresentando uma tendência esperada desde a geração das vazões. Além disso, os gráficos mostram que a diferença entre os custos para os microrreservatórios que amortecem 100% da vazão de pós urbanização, é menor que para as outras porcentagens de 75%, 50% e 25%.

Figura 16 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZA2



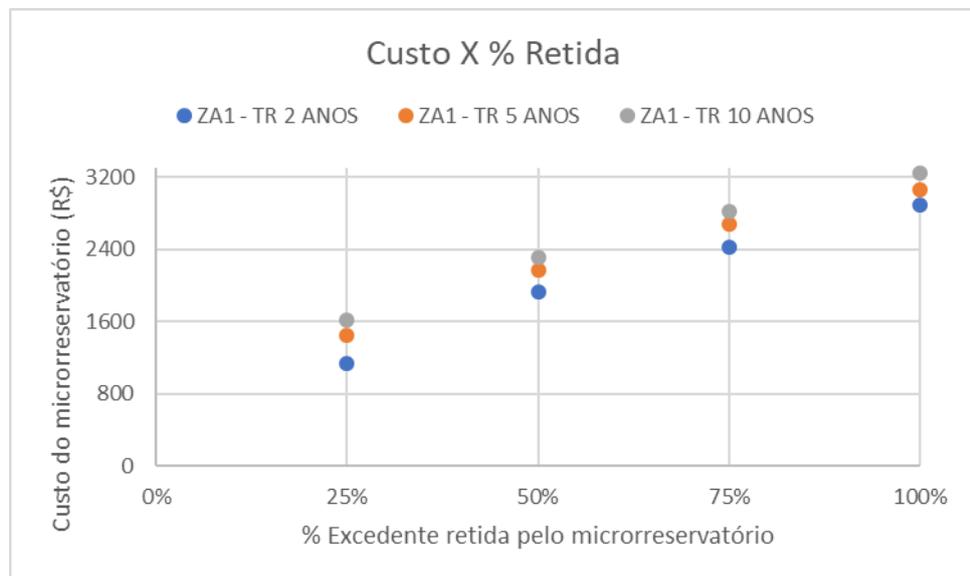
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 17 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZR1



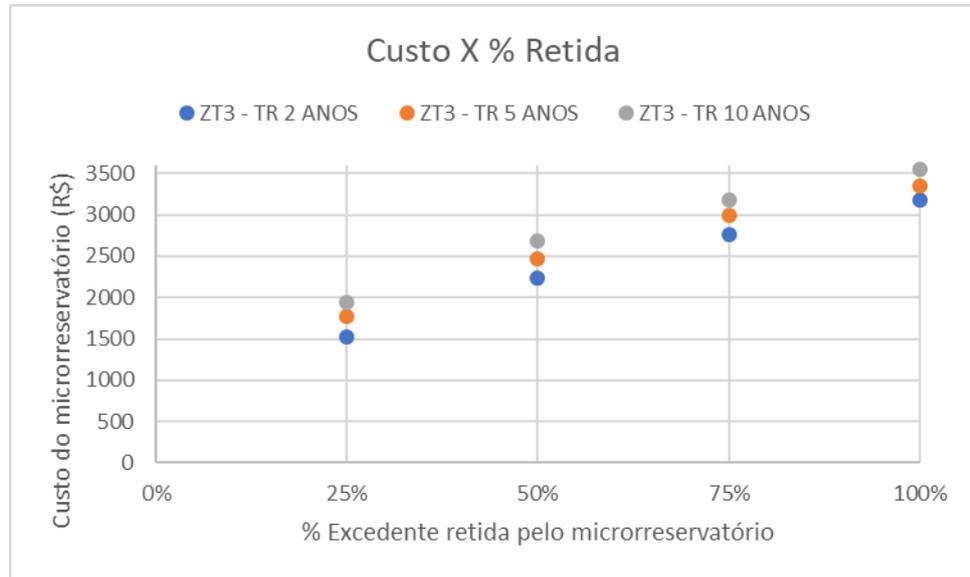
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 18 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZA1



Fonte: Autoria própria (2019).

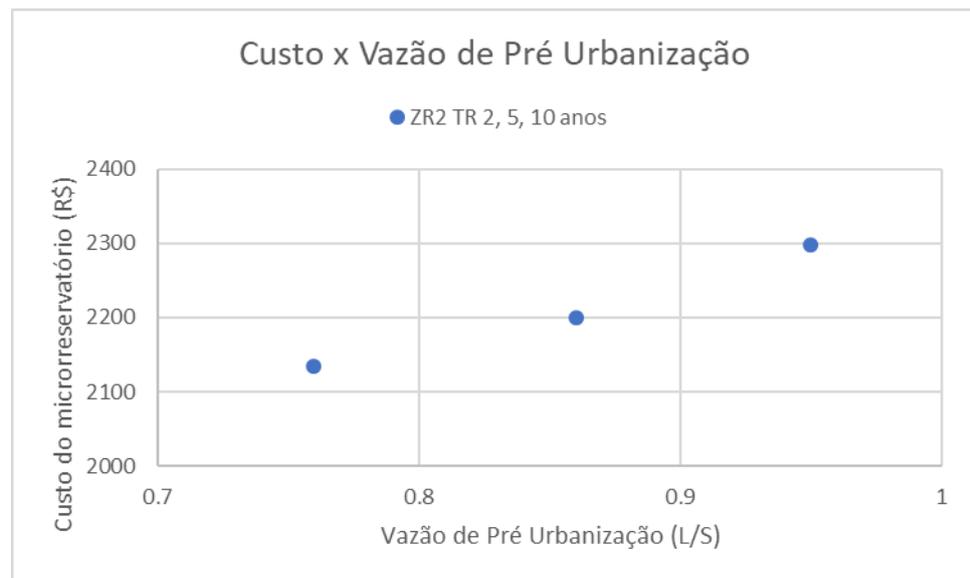
Figura 19 – Gráfico que relaciona a porcentagem da vazão retida pelo custo em reais – Zona ZT3



Fonte: Autoria própria (2019).

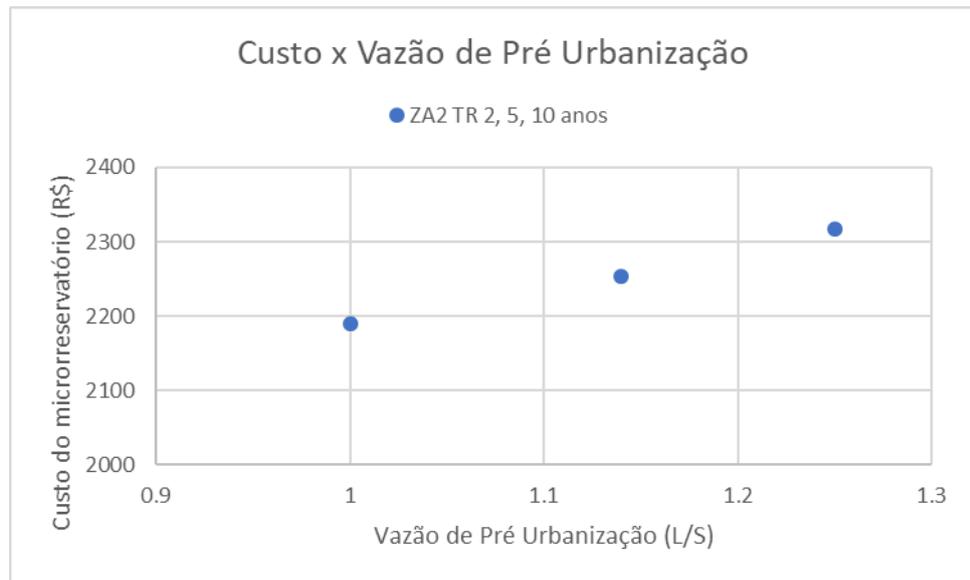
A tendência crescente nos custos se torna perceptível também quando se relaciona os custos de implantações de microrreservatórios que limitem a vazão de saída dos lotes em 100% da vazão excedente, ou seja, limita a vazão de pré-urbanização, com os tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos, como visualizado nas figuras 21, 22, 23, 24 e 25.

Figura 20 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZR2



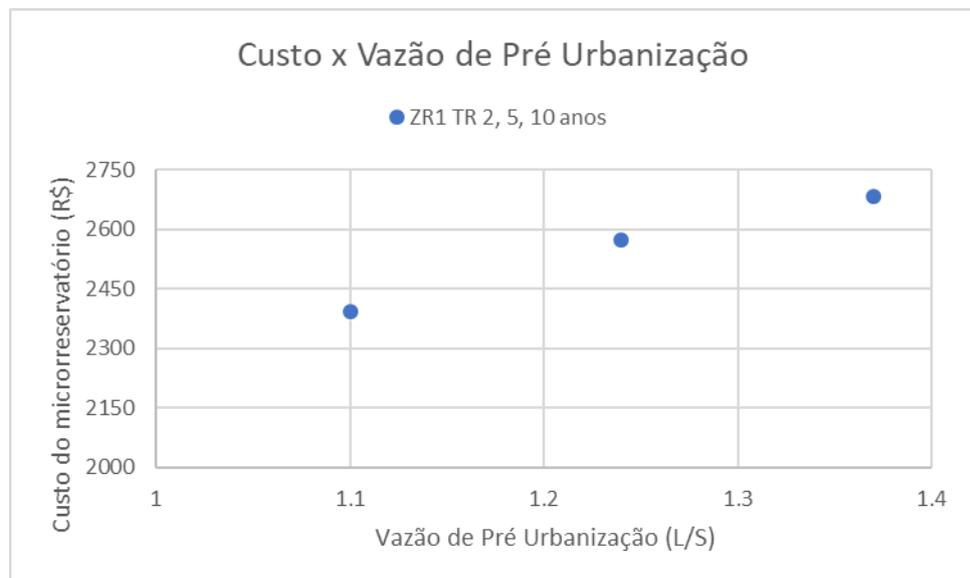
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 21 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZA2



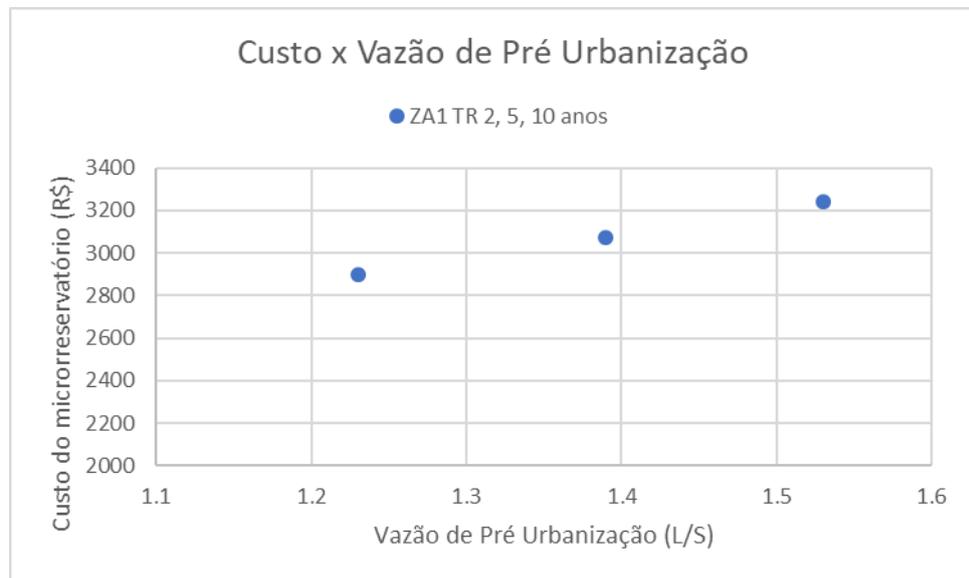
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 22 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZR1



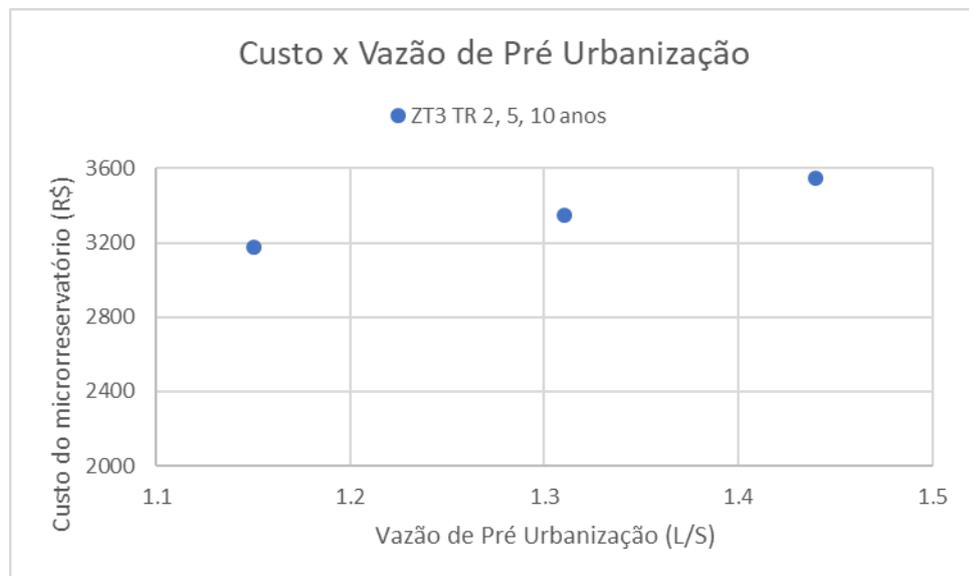
Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 23 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZA1



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 24 – Gráfico que relaciona a vazão de pré-urbanização pelo custo em reais – Zona ZT3



Fonte: Autoria própria (2019).

Realizou-se ainda uma comparação com o CUB e o orçamento de um microrreservatório. Através dessa análise foi possível detectar o impacto da implantação de um microrreservatório comparando-o com o custo de uma habitação unifamiliar – R1, que é o objeto de estudo nessa monografia. A Tabela 12 mostra a análise realizada.

Tabela 15 - Custo de implantação do microrreservatório X % Custo total da construção

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO MICRORRESERVATÓRIO X CUSTO TOTAL DA CONSTRUÇÃO									
ZONEAMENTO - JP		CUB - R1		ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA			% DO CUSTO TOTAL DA CONSTRUÇÃO		
ZONAS	M ²	R\$/M ²	R\$	TR 2 ANOS	TR 5 ANOS	TR 10 ANOS	TR 2 ANOS	TR 5 ANOS	TR 10 ANOS
ZR2	140	1104.99	R\$ 154,698.60	R\$ 2,134.43	R\$ 2,200.59	R\$2,297.52	1.38%	1.42%	1.49%
ZA2	150	1104.99	R\$ 165,748.50	R\$ 2,190.50	R\$ 2,253.84	R\$2,317.18	1.32%	1.36%	1.40%
ZR1	180	1104.99	R\$ 198,898.20	R\$ 2,391.52	R\$ 2,574.73	R\$2,683.01	1.20%	1.29%	1.35%
ZA1	225	1104.99	R\$ 248,622.75	R\$ 2,896.35	R\$ 3,071.21	R\$3,243.75	1.16%	1.24%	1.30%
ZT3	252	1104.99	R\$ 278,457.48	R\$ 3,175.00	R\$ 3,346.26	R\$3,549.21	1.14%	1.20%	1.27%

Fonte: Autoria própria (2019).

Após a análise, verifica-se que em todos os lotes do estudo, o custo de implantação do microrreservatório de detenção não ultrapassou 1,50% do custo total da construção da unidade de habitação.

6. CONCLUSÃO

Por meio do presente trabalho ficou ainda mais clara a importância do manejo sustentável de águas pluviais. Um sistema integrado de drenagem urbana dificilmente falhará quando solicitado e as cheias urbanas não serão constantes.

O investimento do poder público em medidas não estruturais como os manuais técnicos, estudos que viabilizem decretos e leis, que determinem e guiem a população para soluções sustentáveis na drenagem urbana, é de suma importância para a evolução dos conceitos tradicionais presentes na sociedade. É notório que a cidade de João Pessoa necessita evoluir na questão da drenagem urbana, assim como Brasil por completo. Como exemplo de cidade que está tentando aumentar a atenção para a drenagem urbana temos Recife, no estado de Pernambuco, com a Lei 18.112/2015 que limita a vazão de saída para a rede pública pela vazão do terreno natural.

Esse estudo mostrou que o microrreservatório de detenção no lote tem eficiência satisfatória quanto ao controle de vazão para a rede pública de drenagem de águas pluviais. Tendo em vista que para todas as situações propostas, foi possível dimensionar um microrreservatório enterrado que limitasse a vazão de saída a vazão proposta. A porcentagem de área máxima ocupada por um microrreservatório, para as áreas dos lotes propostas no estudo, foi de 1,10%. Quando comparado o custo de implantação, com o custo de construção de uma habitação unifamiliar – R1, observa-se que o custo do reservatório representa apenas 1,49% do custo total de construção.

Enfim, espera-se que sejam realizados trabalhos futuros incentivando o poder público a criar novas regulamentações para o sistema de drenagem atual, levando-o para mais próximo de conceitos modernos como o *LID*. Ainda se recomenda que sejam realizados novos trabalhos visando a reutilização das águas detidas com o microrreservatórios para fins não potáveis; trabalhos para avaliar combinações de técnicas compensatórias para controle na fonte, tendo em vista que podem aparecer sistemas de controle até mais eficientes quando combinadas as técnicas compensatórias; trabalhos que gerem mais simulações para subsidiar a criação de uma linha de tendência com um maior número de dados para João Pessoa; analisar a eficiência dos microrreservatórios considerando questões práticas, como abertura do orifício muito pequena; analisar o impacto causado pela redução do pico de vazões geradas por lotes na rede pública de coleta de águas pluviais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. Projeto Técnico: Microrreservatórios. Soluções para Cidades. 2013b. Disponível em: <http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_Microrreservat%C3%B3rios_web.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2019.

ARAGÃO, R.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S.; GOIS, V. S. Chuvas intensas no estado da Paraíba. Universidade Federal de Campina Grande, p. 2-7. 2000.

BALDESSAR, S. M. N. Telhado Verde e sua Contribuição na Redução da Vazão da Água Pluvial Escoda. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 125. 2012.

BAPTISTA, M.B. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. 2 ed. Porto Alegre: ABRH. 2011.

CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA. Lei nº 9800 2000. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solocuritiba-pr>>. Acesso em: janeiro de 2019.

CÂMARA MUNICIPAL DE RECIFE. Lei nº 18.112, de 12 de janeiro de 2015. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280138>>. Acesso em: janeiro de 2019.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disponível em: <<http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16402.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2019.

CANHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2014.

FISRWG. Stream Corridor Restoracion: Principles, Processes, and Practices. 1998, rev. 2001. 653 p. Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044574.pdf>. Acesso em: abril de 2019.

FRANCISCHET, M. M. Análise da influência dos reservatórios de detenção domiciliares no escoamento superficial urbano. Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de mestrado. 2012.

IBGE. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em: março de 2019.

IPH. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Manual de Drenagem Urbana. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre. 2005.

LEHNS. Manual do usuário, EPA SWMM 5.0, Modelo de Gestão de Drenagem Urbana - Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba (UFPB). 2012.

MATTOS, ALDO D. Como orçar construção de cisternas. Revista Construção Mercado. 2009. Disponível em <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/99/reservatorios-de-agua-veja-passo-a-passo-como-calculas-quantidades298838-1.aspx>. Acesso em: janeiro de 2019.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. Drenagem Urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora. 2016.

OLIVEIRA, T. R. P. Efeito combinado de telhado verde e pavimento permeável no controle da geração do escoamento superficial. Universidade Federal da Paraíba. 2018.

PEREIRA, L. C. O. Aspectos normativos relacionados ao manejo de águas pluviais e controle de escoamento em meio urbano – Caso de João Pessoa. Universidade Federal da Paraíba. 2017.

PMJP. Código de Urbanismo. Secretaria de Planejamento, jul 2001. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wpcontent/uploads/2012/03/codi_urba.pdf>. Acesso em: novembro de 2018.

PMJP. Decreto nº 5.900, de 24 de abril de 2007. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wpcontent/uploads/2012/04/Decreto5900.2007.pdf>>. Acesso em: novembro de 2018.

PMJP. Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa – PMSB-JP. 2014. 141 p. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semam/planomunicipal-de-saneamento-basico/>>. Acesso em: novembro de 2018.

ROSSMAN, L. A. SWMM 5.0: Manual do Usuário. João Pessoa. 2012.

SILVEIRA, A. L. L.; TUCCI, C. E. M.; CRUZ, M. A. S. Controle do escoamento com retenção nos lotes. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3 n. 4. 1998.

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: março de 2019.

TASSI, R. Efeito dos Microrreservatórios de Lote Sobre a Macrodrenagem Urbana. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2002.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. D. M. Avaliação e controle da drenagem urbana. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000.

TUCCI, C. E. M. Gestão das águas pluviais urbanas: saneamento para todos. Brasília: Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades. 2005.

TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, v. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 2012.

APÊNDICE

RESULTADOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE TEMPO DE RETORNO 2 ANOS													
Residencia Unifamiliar - R1	Dados dos lotes			Vazões (L/S)		SWMM Vazões (L/S)	Dados do reservatório de amortecimento						
Zonas	Área do lote (m²)	Área de ocupação máxima (m²)	Porcentagem de ocupação máxima (%)				Área da base (m²)	L Reservatório (m)	Profundidade (m)	Volume (m³)	Orifício (m)	Custo Total	
ZR1	360	180	50	Q_Pré	1.1	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	5.65	-	-	-	-	-	-	-	-
				Q_100%	1.1	0.9	2.3	1.516575089	1	2.3	0.02	R\$ 2,391.52	
				Q_75%	2.2375	2.01	1.8	1.341640786	0.95	1.71	0.03	R\$ 1,955.34	
				Q_50%	3.375	3.35	1.35	1.161895004	1	1.35	0.04	R\$ 1,652.16	
ZR2	200	140	70	Q_Pré	0.76	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	4.35	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	0.76	0.76	2.4	1.549193338	0.75	1.8	0.02	R\$ 2,134.43	
				Q_75%	1.6575	0.89	1.7	1.303840481	1	1.7	0.02	R\$ 1,934.38	
				Q_50%	2.555	2.02	1.1	1.048808848	1	1.1	0.03	R\$ 1,440.38	
ZA1	450	225	50	Q_25%	3.4525	3.45	0.51	0.714142843	0.95	0.4845	0.04	R\$ 851.08	
				Q_Pré	1.23	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	7	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	1.23	0.89	3	1.732050808	1	3	0.02	R\$ 2,896.35	
				Q_75%	2.6725	2.02	2.35	1.532970972	1	2.35	0.03	R\$ 2,428.45	
ZA2	300	150	50	Q_50%	4.115	3.58	1.7	1.303840481	1	1.7	0.04	R\$ 1,934.38	
				Q_25%	5.5575	5.55	0.77	0.877496439	1	0.77	0.05	R\$ 1,141.63	
				Q_Pré	1	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	4.74	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	1	0.83	2.2	1.483239697	0.9	1.98	0.02	R\$ 2,190.50	
ZT3	360	252	70	Q_75%	1.935	1.81	1.8	1.341640786	0.94	1.692	0.03	R\$ 1,943.88	
				Q_50%	2.87	2.02	1.3	1.140175425	1	1.3	0.03	R\$ 1,610.59	
				Q_25%	3.805	3.56	0.6	0.774596669	1	0.6	0.04	R\$ 974.97	
				Q_Pré	1.15	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	7.72	-	-	-	-	-	-	-	
ZT3	360	252	70	Q_100%	1.15	0.9	3.4	1.843908891	1	3.4	0.02	R\$ 3,175.00	
				Q_75%	2.7925	2.01	2.8	1.673320053	1	2.8	0.03	R\$ 2,754.58	
				Q_50%	4.435	3.58	2.1	1.449137675	1	2.1	0.04	R\$ 2,242.17	
				Q_25%	6.0775	5.54	1.2	1.095445115	1	1.2	0.05	R\$ 1,526.31	

RESULTADOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE TEMPO DE RETORNO 5 ANOS													
Residencia Unifamiliar - R1	Dados dos lotes			Vazões (L/S)		SWMM Vazões (L/S)	Dados do reservatório de amortecimento						
Zonas	Área do lote (m²)	Área de ocupação máxima (m²)	Porcentagem de ocupação máxima (%)				Área da base (m²)	L Reservatório (m)	Profundidade (m)	Volume (m³)	Orifício (m)	Custo Total	
ZR1	360	180	50	Q_Pré	1.24	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	6.15	-	-	-	-	-	-	-	-
				Q_100%	1.24	0.9	2.55	1.596871942	1	2.55	0.02	R\$ 2,574.73	
				Q_75%	2.4675	2.02	2	1.414213562	1	2	0.03	R\$ 2,166.44	
				Q_50%	3.695	3.55	1.45	1.204159458	1	1.45	0.04	R\$ 1,734.28	
ZR2	200	140	70	Q_25%	4.9225	4.82	0.9	0.948683298	0.9	0.81	0.05	R\$ 1,181.61	
				Q_Pré	0.86	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	4.74	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	0.86	0.8	2.4	1.549193338	0.8	1.92	0.02	R\$ 2,200.59	
				Q_75%	1.83	0.9	1.85	1.360147051	1	1.85	0.02	R\$ 2,051.39	
ZA1	450	225	50	Q_50%	2.8	2.02	1.35	1.161895004	1	1.35	0.03	R\$ 1,652.16	
				Q_25%	3.77	3.58	0.6	0.774596669	1	0.6	0.04	R\$ 974.97	
				Q_Pré	1.39	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	7.63	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	1.39	0.9	3.25	1.802775638	1	3.25	0.02	R\$ 3,071.21	
ZA2	300	150	50	Q_75%	2.95	2.02	2.7	1.643167673	1	2.7	0.03	R\$ 2,683.01	
				Q_50%	4.51	3.58	2	1.414213562	1	2	0.04	R\$ 2,166.44	
				Q_25%	6.07	5.58	1.1	1.048808848	1	1.1	0.05	R\$ 1,440.38	
				Q_Pré	1.14	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	5.16	-	-	-	-	-	-	-	
ZT3	360	252	70	Q_100%	1.14	0.87	2.2	1.483239697	0.95	2.09	0.02	R\$ 2,253.84	
				Q_75%	2.145	1.9	1.9	1.378404875	1	1.9	0.03	R\$ 2,089.94	
				Q_50%	3.15	2.02	1.55	1.24498996	0.9	1.395	0.03	R\$ 1,708.88	
				Q_25%	4.155	3.58	0.8	0.894427191	1	0.8	0.04	R\$ 1,169.98	
				Q_Pré	1.31	-	-	-	-	-	-	-	
ZT3	360	252	70	Q_Pós	8.41	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	1.31	0.9	3.65	1.910497317	1	3.65	0.02	R\$ 3,346.26	
				Q_75%	3.085	2.02	3.15	1.774823935	1	3.15	0.03	R\$ 3,001.56	
				Q_50%	4.86	3.58	2.4	1.549193338	1	2.4	0.04	R\$ 2,465.24	
				Q_25%	6.635	5.58	1.5	1.224744871	1	1.5	0.05	R\$ 1,774.87	

RESULTADOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE TEMPO DE RETORNO 5 ANOS													
Residencia Unifamiliar - R1	Dados dos lotes			Vazões (L/S)		SWMM Vazões (L/S)	Dados do reservatório de amortecimento						
Zonas	Área do lote (m²)	Área de ocupação máxima (m²)	Porcentagem de ocupação máxima (%)				Área da base (m²)	L Reservatório (m)	Profundidade (m)	Volume (m³)	Orifício (m)	Custo Total	
ZR1	360	180	50	Q_Pré	1.37	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	6.53	-	-	-	-	-	-	-	-
				Q_100%	1.37	1	2.7	1.643167673	1	2.7	0.02	R\$ 2,683.01	
				Q_75%	2.66	2.02	2.2	1.483239697	1	2.2	0.03	R\$ 2,317.18	
				Q_50%	3.95	3.58	1.6	1.264911064	1	1.6	0.04	R\$ 1,855.16	
ZR2	200	140	70	Q_25%	5.24	5.07	0.9	0.948683298	1	0.9	0.05	R\$ 1,262.55	
				Q_Pré	0.95	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	5.04	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	0.95	0.83	2.35	1.532970972	0.9	2.115	0.02	R\$ 2,297.52	
				Q_75%	1.9725	0.9	1.95	1.396424004	1	1.95	0.02	R\$ 2,128.29	
ZA1	450	225	50	Q_50%	2.995	2.02	1.5	1.224744871	1	1.5	0.03	R\$ 1,774.87	
				Q_25%	4.0175	3.58	0.75	0.866025404	1	0.75	0.04	R\$ 1,122.58	
				Q_Pré	1.53	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	8.11	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	1.53	0.9	3.5	1.870828693	1	3.5	0.02	R\$ 3,243.75	
ZA2	300	150	50	Q_75%	3.175	2.02	2.9	1.702938637	1	2.9	0.03	R\$ 2,825.68	
				Q_50%	4.82	3.58	2.2	1.483239697	1	2.2	0.04	R\$ 2,317.18	
				Q_25%	6.465	5.58	1.3	1.140175425	1	1.3	0.05	R\$ 1,610.59	
				Q_Pré	1.25	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_Pós	5.48	-	-	-	-	-	-	-	
ZT3	360	252	70	Q_100%	1.25	0.9	2.2	1.483239697	1	2.2	0.02	R\$ 2,317.18	
				Q_75%	2.3075	1.93	2	1.414213562	1	2	0.03	R\$ 2,166.44	
				Q_50%	3.365	2.02	1.7	1.303840481	0.9	1.53	0.03	R\$ 1,823.07	
				Q_25%	4.4225	3.58	0.9	0.948683298	0.95	0.855	0.04	R\$ 1,222.08	
				Q_Pré	1.44	-	-	-	-	-	-	-	
ZT3	360	252	70	Q_Pós	8.94	-	-	-	-	-	-	-	
				Q_100%	1.44	0.9	3.95	1.987460691	1	3.95	0.02	R\$ 3,549.21	
				Q_75%	3.315	2.02	3.4	1.843908891	1	3.4	0.03	R\$ 3,175.00	
				Q_50%	5.19	3.58	2.7	1.643167673	1	2.7	0.04	R\$ 2,683.01	
				Q_25%	7.065	5.58	1.7	1.303840481	1	1.7	0.05	R\$ 1,934.38	

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 2 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR1 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI MAR/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	4.47	9.17	R\$ 2.05	3.56	7.30	R\$ 2.05	3.04	6.23	R\$ 2.05	1.68	3.44
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.07	8.05	R\$ 1.98	3.39	6.72	R\$ 1.98	2.76	5.47	R\$ 1.98	2.10	4.16
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.07	75.27	R\$ 18.51	3.39	62.78	R\$ 18.51	2.76	51.12	R\$ 18.51	2.10	38.85
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	6.07	89.48	R\$ 14.75	5.10	75.20	R\$ 14.75	4.65	68.55	R\$ 14.75	2.66	39.18
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.60	81.47	R\$ 17.71	3.60	63.76	R\$ 17.71	2.70	47.82	R\$ 17.71	1.80	31.88
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2.7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.60	450.30	R\$ 281.45	1.30	367.22	R\$ 281.45	1.10	310.20	R\$ 281.45	0.67	188.13
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.60	221.02	R\$ 138.14	1.30	180.24	R\$ 138.14	1.10	152.25	R\$ 138.14	0.67	92.34
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	96.00	609.58	R\$ 6.35	78.28	497.10	R\$ 6.35	66.13	419.91	R\$ 6.35	40.11	254.68
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	96.00	824.61	R\$ 8.59	78.28	672.46	R\$ 8.59	66.13	568.04	R\$ 8.59	40.11	344.52
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,391.52				R\$ 1,955.34				R\$ 1,652.16	R\$ 1,019.74

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 2 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR2 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI MAR/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	3.57	7.32	R\$ 2.05	3.58	7.34	R\$ 2.05	2.64	5.41	R\$ 2.05	1.55	3.17
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.20	8.31	R\$ 1.98	3.25	6.44	R\$ 1.98	2.40	4.75	R\$ 1.98	1.47	2.92
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.20	77.73	R\$ 18.51	3.25	60.23	R\$ 18.51	2.40	44.40	R\$ 18.51	1.47	27.29
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	4.65	68.55	R\$ 14.75	5.22	76.93	R\$ 14.75	4.20	61.88	R\$ 14.75	2.71	40.03
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.80	85.01	R\$ 17.71	3.40	60.21	R\$ 17.71	2.20	38.96	R\$ 17.71	1.02	18.06
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2.7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.42	398.85	R\$ 281.45	1.29	363.72	R\$ 281.45	0.96	269.99	R\$ 281.45	0.56	157.63
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.42	195.76	R\$ 138.14	1.29	178.52	R\$ 138.14	0.96	132.52	R\$ 138.14	0.56	77.37
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	85.03	539.93	R\$ 6.35	77.54	492.37	R\$ 6.35	57.56	365.49	R\$ 6.35	33.60	213.38
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	85.03	730.39	R\$ 8.59	77.54	666.05	R\$ 8.59	57.56	494.42	R\$ 8.59	33.60	288.66
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,134.43				R\$ 1,934.38				R\$ 1,440.38	R\$ 851.08

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 2 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZA1 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI MAR/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	5.48	11.23	R\$ 2.05	4.55	9.32	R\$ 2.05	3.58	7.34	R\$ 2.05	2.09	4.28
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.98	9.86	R\$ 1.98	4.13	8.18	R\$ 1.98	3.25	6.44	R\$ 1.98	1.90	3.76
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.98	92.22	R\$ 18.51	4.13	76.50	R\$ 18.51	3.25	60.23	R\$ 18.51	1.90	35.12
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	6.93	102.19	R\$ 14.75	6.13	90.45	R\$ 14.75	5.22	76.93	R\$ 14.75	3.51	51.77
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	6.00	106.26	R\$ 17.71	4.70	83.24	R\$ 17.71	3.40	60.21	R\$ 17.71	1.54	27.27
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.94	545.80	R\$ 281.45	1.62	457.30	R\$ 281.45	1.29	363.72	R\$ 281.45	0.76	213.20
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.94	267.89	R\$ 138.14	1.62	224.45	R\$ 138.14	1.29	178.52	R\$ 138.14	0.76	104.64
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	116.35	738.85	R\$ 6.35	97.49	619.04	R\$ 6.35	77.54	492.37	R\$ 6.35	45.45	288.61
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	116.35	999.48	R\$ 8.59	97.49	837.41	R\$ 8.59	77.54	666.05	R\$ 8.59	45.45	390.41
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,896.35				R\$ 2,428.45				R\$ 1,934.38	R\$ 1,141.63

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 2 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZA2 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI MAR/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	3.93	8.06	R\$ 2.05	3.53	7.23	R\$ 2.05	2.96	6.07	R\$ 2.05	1.79	3.66
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	3.93	7.79	R\$ 1.98	3.39	6.72	R\$ 1.98	2.69	5.33	R\$ 1.98	1.62	3.22
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	3.93	72.80	R\$ 18.51	3.39	62.78	R\$ 18.51	2.69	49.80	R\$ 18.51	1.62	30.07
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	5.34	78.76	R\$ 14.75	5.04	74.41	R\$ 14.75	4.56	67.27	R\$ 14.75	3.10	45.70
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.40	77.92	R\$ 17.71	3.60	63.76	R\$ 17.71	2.60	46.05	R\$ 17.71	1.20	21.25
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.46	411.18	R\$ 281.45	1.30	364.95	R\$ 281.45	1.07	302.31	R\$ 281.45	0.64	181.47
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.46	201.82	R\$ 138.14	1.30	179.12	R\$ 138.14	1.07	148.38	R\$ 138.14	0.64	89.07
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	87.66	556.62	R\$ 6.35	77.80	494.04	R\$ 6.35	64.45	409.23	R\$ 6.35	38.69	245.65
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	87.66	752.97	R\$ 8.59	77.80	668.31	R\$ 8.59	64.45	553.59	R\$ 8.59	38.69	332.31
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,190.50				R\$ 1,943.88				R\$ 1,610.59	R\$ 974.97

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 2 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZT3 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI MAR/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	6.04	12.39	R\$ 2.05	5.20	10.65	R\$ 2.05	4.18	8.57	R\$ 2.05	2.80	5.74
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	5.49	10.88	R\$ 1.98	4.72	9.35	R\$ 1.98	3.80	7.52	R\$ 1.98	2.55	5.04
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	5.49	101.69	R\$ 18.51	4.72	87.43	R\$ 18.51	3.80	70.32	R\$ 18.51	2.55	47.12
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	7.38	108.79	R\$ 14.75	6.69	98.73	R\$ 14.75	5.80	85.50	R\$ 14.75	4.38	64.63
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	6.80	120.43	R\$ 17.71	5.60	99.18	R\$ 17.71	4.20	74.38	R\$ 17.71	2.40	42.50
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	2.13	598.46	R\$ 281.45	1.84	518.99	R\$ 281.45	1.50	422.03	R\$ 281.45	1.02	286.31
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	2.13	293.73	R\$ 138.14	1.84	254.73	R\$ 138.14	1.50	207.14	R\$ 138.14	1.02	140.53
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	127.58	810.14	R\$ 6.35	110.64	702.56	R\$ 6.35	89.97	571.30	R\$ 6.35	61.04	387.58
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	127.58	1,095.92	R\$ 8.59	110.64	950.39	R\$ 8.59	89.97	772.83	R\$ 8.59	61.04	524.30
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 3,175.00				R\$ 2,754.58				R\$ 2,242.17	R\$ 1,526.31

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 5 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR1 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	4.84	9.91	R\$ 2.05	4.03	8.26	R\$ 2.05	3.19	6.55	R\$ 2.05	2.10	4.30
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.40	8.71	R\$ 1.98	3.66	7.26	R\$ 1.98	2.90	5.75	R\$ 1.98	2.10	4.16
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.40	81.39	R\$ 18.51	3.66	67.82	R\$ 18.51	2.90	53.76	R\$ 18.51	2.10	38.85
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	6.39	94.22	R\$ 14.75	5.66	83.44	R\$ 14.75	4.82	71.05	R\$ 14.75	3.42	50.38
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	5.10	90.32	R\$ 17.71	4.00	70.84	R\$ 17.71	2.90	51.36	R\$ 17.71	1.80	31.88
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.72	484.97	R\$ 281.45	1.45	407.69	R\$ 281.45	1.16	325.78	R\$ 281.45	0.78	220.18
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.72	238.03	R\$ 138.14	1.45	200.10	R\$ 138.14	1.16	159.90	R\$ 138.14	0.78	108.07
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	103.39	656.51	R\$ 6.35	86.91	551.89	R\$ 6.35	69.45	441.01	R\$ 6.35	46.94	298.05
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	103.39	888.10	R\$ 8.59	86.91	746.57	R\$ 8.59	69.45	596.57	R\$ 8.59	46.94	403.19
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,574.73				R\$ 2,166.44				R\$ 1,734.28	R\$ 1,181.61

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 5 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR2 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	3.78	7.75	R\$ 2.05	3.81	7.80	R\$ 2.05	3.04	6.23	R\$ 2.05	1.79	3.66
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.20	8.31	R\$ 1.98	3.46	6.85	R\$ 1.98	2.76	5.47	R\$ 1.98	1.62	3.22
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.20	77.73	R\$ 18.51	3.46	64.05	R\$ 18.51	2.76	51.12	R\$ 18.51	1.62	30.07
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	4.96	73.12	R\$ 14.75	5.44	80.25	R\$ 14.75	4.65	68.55	R\$ 14.75	3.10	45.70
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.80	85.01	R\$ 17.71	3.70	65.53	R\$ 17.71	2.70	47.82	R\$ 17.71	1.20	21.25
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.46	411.93	R\$ 281.45	1.37	385.89	R\$ 281.45	1.10	310.20	R\$ 281.45	0.64	181.47
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.46	202.18	R\$ 138.14	1.37	189.40	R\$ 138.14	1.10	152.25	R\$ 138.14	0.64	89.07
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	87.82	557.64	R\$ 6.35	82.27	522.38	R\$ 6.35	66.13	419.91	R\$ 6.35	38.69	245.65
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	87.82	754.35	R\$ 8.59	82.27	706.66	R\$ 8.59	66.13	568.04	R\$ 8.59	38.69	332.31
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,200.59				R\$ 2,051.39				R\$ 1,652.16	R\$ 974.97
ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 5 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZA1 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	5.83	11.96	R\$ 2.05	5.05	10.36	R\$ 2.05	4.03	8.26	R\$ 2.05	2.64	5.41
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	5.30	10.50	R\$ 1.98	4.59	9.09	R\$ 1.98	3.66	7.26	R\$ 1.98	2.40	4.75
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	5.30	98.15	R\$ 18.51	4.59	85.02	R\$ 18.51	3.66	67.82	R\$ 18.51	2.40	44.40
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	7.21	106.36	R\$ 14.75	6.57	96.95	R\$ 14.75	5.66	83.44	R\$ 14.75	4.20	61.88
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	6.50	115.12	R\$ 17.71	5.40	95.63	R\$ 17.71	4.00	70.84	R\$ 17.71	2.20	38.96
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	2.06	578.85	R\$ 281.45	1.80	505.46	R\$ 281.45	1.45	407.69	R\$ 281.45	0.96	269.99
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	2.06	284.11	R\$ 138.14	1.80	248.09	R\$ 138.14	1.45	200.10	R\$ 138.14	0.96	132.52
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	123.40	783.59	R\$ 6.35	107.75	684.24	R\$ 6.35	86.91	551.89	R\$ 6.35	57.56	365.49
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	123.40	1,060.01	R\$ 8.59	107.75	925.61	R\$ 8.59	86.91	746.57	R\$ 8.59	57.56	494.42
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 3,071.21				R\$ 2,683.01				R\$ 2,166.44	R\$ 1,440.38

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 5 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZA2 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	4.13	8.47	R\$ 2.05	3.88	7.96	R\$ 2.05	3.04	6.24	R\$ 2.05	2.14	4.38
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	3.93	7.79	R\$ 1.98	3.53	6.99	R\$ 1.98	3.04	6.03	R\$ 1.98	1.94	3.85
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	3.93	72.80	R\$ 18.51	3.53	65.31	R\$ 18.51	3.04	56.36	R\$ 18.51	1.94	35.99
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	5.64	83.14	R\$ 14.75	5.51	81.33	R\$ 14.75	4.48	66.11	R\$ 14.75	3.58	52.77
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.40	77.92	R\$ 17.71	3.80	67.30	R\$ 17.71	3.10	54.90	R\$ 17.71	1.60	28.34
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.51	423.71	R\$ 281.45	1.40	393.20	R\$ 281.45	1.14	320.09	R\$ 281.45	0.78	218.59
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.51	207.96	R\$ 138.14	1.40	192.99	R\$ 138.14	1.14	157.11	R\$ 138.14	0.78	107.29
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	90.33	573.58	R\$ 6.35	83.82	532.27	R\$ 6.35	68.24	433.31	R\$ 6.35	46.60	295.91
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	90.33	775.91	R\$ 8.59	83.82	720.04	R\$ 8.59	68.24	586.16	R\$ 8.59	46.60	400.29
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,253.84				R\$ 2,089.94				R\$ 1,708.88	R\$ 1,169.98
ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 5 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZT3 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	6.39	13.10	R\$ 2.05	5.69	11.67	R\$ 2.05	4.62	9.47	R\$ 2.05	3.27	6.71
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	5.81	11.50	R\$ 1.98	5.17	10.25	R\$ 1.98	4.20	8.31	R\$ 1.98	2.97	5.89
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	5.81	107.55	R\$ 18.51	5.17	95.79	R\$ 18.51	4.20	77.73	R\$ 18.51	2.97	55.06
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	7.64	112.72	R\$ 14.75	7.10	104.71	R\$ 14.75	6.20	91.40	R\$ 14.75	4.90	72.26
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	7.30	129.28	R\$ 17.71	6.30	111.57	R\$ 17.71	4.80	85.01	R\$ 17.71	3.00	53.13
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	2.24	630.81	R\$ 281.45	2.01	565.68	R\$ 281.45	1.65	464.26	R\$ 281.45	1.18	333.48
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	2.24	309.61	R\$ 138.14	2.01	277.65	R\$ 138.14	1.65	227.86	R\$ 138.14	1.18	163.67
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	134.48	853.93	R\$ 6.35	120.59	765.77	R\$ 6.35	98.97	628.47	R\$ 6.35	71.09	451.43
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	134.48	1,155.17	R\$ 8.59	120.59	1,035.90	R\$ 8.59	98.97	850.16	R\$ 8.59	71.09	610.67
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 3,346.26				R\$ 3,001.56				R\$ 2,465.24	R\$ 1,774.87

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 10 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR1 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVAÇÃO MECÂNICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATÉ 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	5.05	10.36	R\$ 2.05	4.33	8.87	R\$ 2.05	3.43	7.02	R\$ 2.05	2.31	4.73
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.59	9.09	R\$ 1.98	3.93	7.79	R\$ 1.98	3.11	6.17	R\$ 1.98	2.10	4.16
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.59	85.02	R\$ 18.51	3.93	72.80	R\$ 18.51	3.11	57.66	R\$ 18.51	2.10	38.85
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	6.57	96.95	R\$ 14.75	5.93	87.51	R\$ 14.75	5.06	74.63	R\$ 14.75	3.79	55.97
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	5.40	95.63	R\$ 17.71	4.40	77.92	R\$ 17.71	3.20	56.67	R\$ 17.71	1.80	31.88
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇÃO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.80	505.46	R\$ 281.45	1.55	436.23	R\$ 281.45	1.24	348.70	R\$ 281.45	0.84	236.20
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.80	248.09	R\$ 138.14	1.55	214.11	R\$ 138.14	1.24	171.15	R\$ 138.14	0.84	115.93
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	107.75	684.24	R\$ 6.35	93.00	590.53	R\$ 6.35	74.34	472.04	R\$ 6.35	50.35	319.74
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	107.75	925.61	R\$ 8.59	93.00	798.84	R\$ 8.59	74.34	638.55	R\$ 8.59	50.35	432.53
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,683.01				R\$ 2,317.18				R\$ 1,855.16	R\$ 1,262.55

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 10 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZR2 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVAÇÃO MECÂNICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATÉ 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	4.13	8.47	R\$ 2.05	3.96	8.11	R\$ 2.05	3.27	6.71	R\$ 2.05	2.05	4.21
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	4.13	8.18	R\$ 1.98	3.60	7.12	R\$ 1.98	2.97	5.89	R\$ 1.98	1.87	3.69
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	4.13	76.50	R\$ 18.51	3.60	66.57	R\$ 18.51	2.97	55.06	R\$ 18.51	1.87	34.54
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	5.52	81.40	R\$ 14.75	5.59	82.39	R\$ 14.75	4.90	72.26	R\$ 14.75	3.46	51.10
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.70	83.24	R\$ 17.71	3.90	69.07	R\$ 17.71	3.00	53.13	R\$ 17.71	1.50	26.57
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇÃO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.53	431.41	R\$ 281.45	1.42	400.46	R\$ 281.45	1.18	333.48	R\$ 281.45	0.74	209.57
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.53	211.74	R\$ 138.14	1.42	196.55	R\$ 138.14	1.18	163.67	R\$ 138.14	0.74	102.86
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	91.97	584.00	R\$ 6.35	85.37	542.11	R\$ 6.35	71.09	451.43	R\$ 6.35	44.68	283.70
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	91.97	790.01	R\$ 8.59	85.37	733.34	R\$ 8.59	71.09	610.67	R\$ 8.59	44.68	383.77
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,297.52				R\$ 2,128.29				R\$ 1,774.87	R\$ 1,122.58

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 10 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZA1 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	6.18	12.67	R\$ 2.05	5.34	10.94	R\$ 2.05	4.33	8.87	R\$ 2.05	2.96	6.07
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	5.62	11.13	R\$ 1.98	4.85	9.61	R\$ 1.98	3.93	7.79	R\$ 1.98	2.69	5.33
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	5.62	104.04	R\$ 18.51	4.85	89.83	R\$ 18.51	3.93	72.80	R\$ 18.51	2.69	49.80
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	7.48	110.38	R\$ 14.75	6.81	100.47	R\$ 14.75	5.93	87.51	R\$ 14.75	4.56	67.27
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	7.00	123.97	R\$ 17.71	5.80	102.72	R\$ 17.71	4.40	77.92	R\$ 17.71	2.60	46.05
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	2.17	611.45	R\$ 281.45	1.89	532.44	R\$ 281.45	1.55	436.23	R\$ 281.45	1.07	302.31
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	2.17	300.11	R\$ 138.14	1.89	261.33	R\$ 138.14	1.55	214.11	R\$ 138.14	1.07	148.38
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	130.35	827.72	R\$ 6.35	113.51	720.76	R\$ 6.35	93.00	590.53	R\$ 6.35	64.45	409.23
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	130.35	1,119.71	R\$ 8.59	113.51	975.01	R\$ 8.59	93.00	798.84	R\$ 8.59	64.45	553.59
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 3,243.75				R\$ 2,825.68				R\$ 2,317.18	R\$ 1,610.59
ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 10 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZA2 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	4.33	8.87	R\$ 2.05	4.03	8.26	R\$ 2.05	3.25	6.67	R\$ 2.05	2.20	4.52
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	3.93	7.79	R\$ 1.98	3.66	7.26	R\$ 1.98	3.25	6.44	R\$ 1.98	2.10	4.16
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	3.93	72.80	R\$ 18.51	3.66	67.82	R\$ 18.51	3.25	60.23	R\$ 18.51	2.10	38.85
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	5.93	87.51	R\$ 14.75	5.66	83.44	R\$ 14.75	4.69	69.23	R\$ 14.75	3.60	53.17
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	4.40	77.92	R\$ 17.71	4.00	70.84	R\$ 17.71	3.40	60.21	R\$ 17.71	1.80	31.88
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	1.55	436.23	R\$ 281.45	1.45	407.69	R\$ 281.45	1.21	341.70	R\$ 281.45	0.81	228.19
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	1.55	214.11	R\$ 138.14	1.45	200.10	R\$ 138.14	1.21	167.71	R\$ 138.14	0.81	112.00
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	93.00	590.53	R\$ 6.35	86.91	551.89	R\$ 6.35	72.84	462.56	R\$ 6.35	48.64	308.90
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	93.00	798.84	R\$ 8.59	86.91	746.57	R\$ 8.59	72.84	625.73	R\$ 8.59	48.64	417.86
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 2,317.18				R\$ 2,166.44				R\$ 1,823.07	R\$ 1,222.08

ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA PARA TEMPO DE RETORNO 10 ANOS															
Residência Unifamiliar - R1 - Zona ZT3 - Microrreservatório de Amortecimento				Q_100%			Q_75%			Q_50%			Q_25%		
Item	SINAPI NOV/18	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	R\$ 2.05	6.81	13.95	R\$ 2.05	6.04	12.39	R\$ 2.05	5.05	10.36	R\$ 2.05	3.58	7.34
2	94099	PREPARO DO FUNDO DA VALA, COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5M E MENOR QUE 2,5M EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m²	R\$ 1.98	6.19	12.25	R\$ 1.98	5.49	10.88	R\$ 1.98	4.59	9.09	R\$ 1.98	3.25	6.44
3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 18.51	6.19	114.53	R\$ 18.51	5.49	101.69	R\$ 18.51	4.59	85.02	R\$ 18.51	3.25	60.23
4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 14.75	7.95	117.26	R\$ 14.75	7.38	108.79	R\$ 14.75	6.57	96.95	R\$ 14.75	5.22	76.93
5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM LAJES	m²	R\$ 17.71	7.90	139.91	R\$ 17.71	6.80	120.43	R\$ 17.71	5.40	95.63	R\$ 17.71	3.40	60.21
6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 281.45	2.38	669.14	R\$ 281.45	2.13	598.46	R\$ 281.45	1.80	505.46	R\$ 281.45	1.29	363.72
7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 138.14	2.38	328.42	R\$ 138.14	2.13	293.73	R\$ 138.14	1.80	248.09	R\$ 138.14	1.29	178.52
8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6.35	142.65	905.82	R\$ 6.35	127.58	810.14	R\$ 6.35	107.75	684.24	R\$ 6.35	77.54	492.37
9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8.59	142.65	1,225.35	R\$ 8.59	127.58	1,095.92	R\$ 8.59	107.75	925.61	R\$ 8.59	77.54	666.05
10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	und	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57	R\$ 22.57	1.00	22.57
						R\$ 3,549.21				R\$ 3,175.00				R\$ 2,683.01	R\$ 1,934.38