



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

EMANUEL FONSECA MATIAS AGUIAR FEITOSA

**DIMENSIONAMENTO E ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE
DIFERENTES COMBINAÇÕES DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS
DE DRENAGEM URBANA EM LOTE DO MUNICÍPIO DE SANTA
RITA - PB**

JOÃO PESSOA
2018

EMANUEL FONSECA MATIAS AGUIAR FEITOSA

**DIMENSIONAMENTO E ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE
DIFERENTES COMBINAÇÕES DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS
DE DRENAGEM URBANA EM LOTE DO MUNICÍPIO DE SANTA
RITA - PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como pré-requisito para obtenção de grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Gustavo Barbosa Lima da Silva.

JOÃO PESSOA

2018

F676d Feitosa, Emanuel Fonseca Matias Aguiar

Dimensionamento e estimativa orçamentária de diferentes combinações de técnicas compensatórias de drenagem urbana em lote do município de Santa Rita - PB. /Emanuel Fonseca Matias Aguiar Feitosa – João Pessoa, 2018.

43 f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Lima Barbosa.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Técnicas compensatórias 2. Drenagem Urbana 3. escoamento superficial 4. Pavimento permeável 5. Trincheira de infiltração 6. Reservatório de detenção I. Título.

BS/CT/UFPB

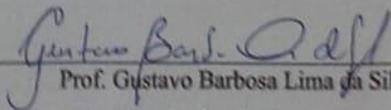
CDU: 2.ed. 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

EMANUEL FONSECA MATIAS AGUIAR FEITOSA

**Dimensionamento e Estimativa Orçamentária de Diferentes Combinações de Técnicas
Compensatórias de Drenagem Urbana em Lote do Município de Santa Rita - PB**

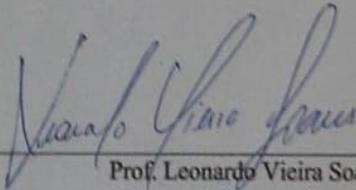
Trabalho de Conclusão de Curso em 12/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Prof. Gustavo Barbosa Lima da Silva

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

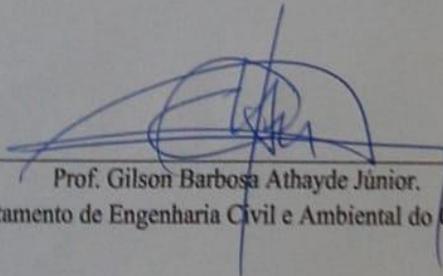
APROVADO



Prof. Leonardo Vieira Soares

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

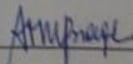
APROVADO



Prof. Gilson Barbosa Athayde Júnior.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof.ª Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga

Matricula Siape: 1668619

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

JOÃO PESSOA

2018

*Este trabalho é dedicado a todos que agem por
uma sociedade mais justa.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda a tranquilidade a mim concedida quando mais necessitei.

Ainda, agradeço a todos os amigos, por todos os momentos com eles vividos, que serviram de fortalecimento para o início do curso e a permanência no mesmo. Aos amigos, embora tenha havido algum momento de afastamento entre alguns de nós, os ótimos momentos com cada um vividos com toda certeza foram combustível para minha felicidade e força em momentos de dificuldade. Saber que posso contar com vocês é um presente diário que tenho pra vida toda. Primeiramente aos de infância: Vinícius, Thiago, Lívia, Paulo, Yanne, Pedro Vítor, Stanley, Rafael, Matthews, Josemir, Victória, Luíza, Rebecca e Elissandra. Ainda, aos amigos que fiz durante a universidade, igualmente importantes: Camila, Ramon, Afonso, Amanda, Diego, Ingrid, Carol, Guilherme, Rhuan, Matheus, Rodrigo, Luísa, Anna e Larissa.

Agradeço à minha família, que sempre me apoiou em todas as esferas possíveis e imagináveis. Não é à toa que se diz que os melhores amigos estão em casa. A meus pais, Francisco Eugênio e Arisdélia e à minha irmã Érica, obrigado por estarem lá por mim sempre.

Agradeço ao professor Gustavo, por suas disponibilidade e paciência e seu suporte oferecidos de forma incessante ao longo do trabalho.

Por fim, agradeço ao Governo do Brasil, pelo investimento necessário para que esta graduação se viabilizasse.

RESUMO

O trabalho consistiu na elaboração de diferentes combinações de técnicas compensatórias de drenagem urbana, bem como suas estimativas orçamentárias, para um lote no município de Santa Rita. Problemas advindos de enchente são cada vez mais corriqueiros, sendo esta considerada, em diversos estudos, como uma das mais fortes causas de desastres naturais. O estudo tratou da coleta de informações do lote em situação de pós-urbanização para quantificar o impacto que sua ocupação causaria em termos de vazão e, dessa forma, as combinações envolvendo dispositivos foram dimensionadas. Esses dispositivos foram pavimento permeável, trincheira de infiltração e reservatório de retenção. Para orçamento das combinações foi feito uso dos valores fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Índices e Custos da Construção Civil. Cabe destacar que a não obtenção dos dados geotécnicos do lote não permitiram maior precisão no dimensionamento e, conseqüentemente, também na orçamentação dos dispositivos. Os resultados sugeriram os usos das trincheiras de infiltração e dos reservatórios como alternativas mais interessantes financeiramente.

Palavras-chave: técnicas compensatórias, drenagem urbana, escoamento superficial, pavimento permeável, trincheira de infiltração, reservatório de retenção.

ABSTRACT

The study consisted in elaborating different combinations of low impact development techniques in urban drainage and an estimation of the probable budgets for such as well. The study location is situated in the city of Santa Rita. Flooding has been causing many problems lately and been mentioned in different studies as of the most powerful natural disaster causes. This study was based on how the area was occupied after urbanization, so that the impact on urban drainage system in terms of flow rate values was calculated. In this way, the dimensions of the different combinations contemplating the LID techniques were calculated and their cost estimated. These low impact development techniques were of three types: permeable pavement, infiltration trenches and detention reservoirs. SINAPI, a Brazilian system for recommending prices in services of the civil engineering, was used as database for the budget. It is valid to point out that geotechnical information of the site could not be provided and, in this way, the accuracy of the dimensions found for the LID techniques was probably not as good as expected. Yet, the results suggested that the infiltration trenches and the detention reservoirs could be pointed as more interesting alternatives, in an economic perspective.

Key-words: low impact development techniques, urban drainage, stormwater runoff, permeable pavement, infiltration trenches, detention reservoirs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Impactos da urbanização em etapas do ciclo hidrológico - adaptado de FISRWG (1998)

Figura 02 – Variação de hidrograma após urbanização Fonte: http://pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/SAU_Drenagem_urbana_Recife_2015.pdf.

Figura 03 – Seção transversal genérica de um pavimento permeável. Fonte: URBONAS E STAHRÉ (1993) *apud* IPH (2005).

Figura 04 – Seção transversal genérica de uma trincheira de infiltração. Fonte: CIRIA (1996) *apud* IPH(2005).

Figura 05 – Cortes representativos de um reservatório de detenção genérico. Fonte: adotado de exposição de aula – (LIMA, 2017).

Figura 06 – Localização em satélite do lote de estudo.

Figura 07 – *Layout* arquitetônico previsto para o Hospital X.

Figura 08 – Caminho adotado para o escoamento em situação anterior ao empreendimento (da esquerda para a direita).

Figura 09 – Caminho adotado para o escoamento em situação posterior ao empreendimento (indicado na cor *cyan*).

Figura 10 – Indicação da área em gráfico correspondente ao volume de dimensionamento do dispositivo de detenção. Fonte: adotado de exposição de aula – (LIMA, 2017).

Figura 11 – *Layout* – proposta 1.

Figura 12 – *Layout* – proposta 2.

Figura 13 – *Layout* – proposta 3.

Figura 14 – *Layout* – proposta 4.

Figura 15 – *Layout* – proposta 5.

Figura 16 – *Layout* – proposta 6.

Figura 17 – *Layout* – proposta 7.

Figura 18 – *Layout* – proposta 8.

Figura 19 – *Layout* – proposta 9.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas (TUCCI, 2005)

Tabela 02 – Condicionantes para dispositivos de infiltração

Tabela 03 – Classificação da ocupação do solo

Tabela 04 – Classificação das propostas

Tabela 05 – Custos – pavimento permeável

Tabela 06 – Custos – trincheira de infiltração

Tabela 07 – Custos – reservatório

Tabela 08 – Cálculo para quantitativo – pavimento permeável

Tabela 09 – Cálculo para quantitativo – trincheira de infiltração

Tabela 10 – Cálculo para quantitativo – reservatório

Tabela 11 – Valores para geração das vazões

Tabela 12 – Dimensionamento resumido - trincheiras

Tabela 13 – Identificação das trincheiras por proposta

Tabela 14 – Dimensionamento resumido - reservatórios

Tabela 15 – Resumo orçamentário das propostas

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE TABELAS	10
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Breve Histórico da Drenagem Urbana	16
3.2 A Urbanização e Seus Impactos	18
3.3 Números Dos Impactos Da Urbanização Sobre A Drenagem	20
3.4 Técnicas Compensatórias De Drenagem Urbana	21
3.4.1 Pavimentos permeáveis	23
3.4.1.1 Pavimentos permeáveis de blocos de concreto vazados	24
3.4.2 Trincheiras de infiltração	24
3.4.3 Bacias de detenção	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
4.2 GERAÇÃO DAS VAZÕES	28
4.2.1 Considerações sobre a geração das vazões	29
4.3 CONTROLE DO ESCOAMENTO	31
4.3.1 Dimensionamento	31
4.3.1.1 Pavimento permeável	32
4.3.1.2 Trincheira de infiltração	34

4.3.1.3 Reservatório de detenção	36
4.3.2 Considerações finais sobre os dispositivos	38
4.4 ESTIMATIVAS ORÇAMENTÁRIAS	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
5.1 GERAÇÃO DAS VAZÕES	42
5.2 CONTROLE DO ESCOAMENTO	42
5.2.1 Pavimento permeável.....	46
5.2.2 Trincheira de infiltração	46
5.2.3 Reservatório de detenção	47
5.3 ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA.....	47
5.4 DISCUSSÕES	48
6 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICE A – DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO PERMEÁVEL.....	53
APÊNDICE B – DIMENSIONAMENTO DAS TRINCHEIRAS	54
APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS	65
APÊNDICE D – ORÇAMENTOS – PROPOSTAS	76

1 INTRODUÇÃO

A cidade, tal como a conhecemos hoje, começou a ganhar contornos claros após o advento da Revolução Industrial. Esse processo de mudança do perfil de distribuição da população desenvolveu-se muito rapidamente, trazendo vários problemas de ocupação do solo urbano. Em pouco mais de 200 anos, as cidades cresceram e se modificaram mais que em qualquer outro período da história (MIGUEZ *et al.*, 2016).

A solução encontrada para minimizar o problema do saneamento recaiu na captação, na condução e na descarga rápida dos esgotos e águas pluviais. Surge, então, o conceito higienista associado à drenagem urbana (ANDOH e IWUGO, 2002 *apud* MIGUEZ *et al.*, 2016).

Segundo Miguez *et al* (2016), nessa concepção, a água precisa ser conduzida de forma rápida para fora da bacia, de modo que se mantenham sob controle as condições de saúde pública. Essa sistemática ataca a consequência indesejável (a concentração de um excesso de água nas calhas ou condutos principais), porém é responsável pela transferência dos problemas de alagamento para os trechos situados rio abaixo. Não há uma consideração integrada do sistema e com o aumento de áreas impermeáveis na bacia e o conseqüente aumento dos volumes de água escoados, o sistema de drenagem fica comprometido. Dessa forma, investimentos adicionais para adequar a rede de drenagem às novas vazões são necessárias e, ao longo do tempo, insustentáveis.

De acordo com Andoh e Iwugo (2002) *apud* Miguez *et al.* (2016), a concepção higienista permaneceu em evidência até a década de 1970, quando as cidades começaram a sofrer com grandes enchentes. Percebeu-se que a canalização como ação isolada passou a ser responsável por transferir os problemas de cheia mais do que solucioná-los. Uma abordagem sustentável para os sistemas de drenagem tornou-se um importante desafio.

As técnicas compensatórias ou sustentáveis são diferentes das utilizadas pela engenharia convencional que privilegiam o afastamento rápido das águas pluviais. O controle do escoamento superficial é realizado o mais próximo possível do local onde a precipitação atinge o solo (controle de escoamento na fonte) (BRASIL, 2012).

Segundo O Manual de Drenagem de Porto Alegre (IPH, 2005), o controle na fonte pode usar diferentes dispositivos, que são capazes de manter a vazão de saída do lote ou loteamento em valor igual ou até menor que a vazão de pré-desenvolvimento. Os dispositivos que podem ser usados são os que:

- Aumentam a área de infiltração, através de valas, poços e bacias de infiltração, trincheiras de infiltração ou bacias de percolação, pavimentos permeáveis e mantas de infiltração;
- Armazenam a água temporariamente em reservatórios locais.

Neste trabalho, serão consideradas as alternativas de pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração e reservatórios de armazenamento, de forma a manter a geração de escoamento de um lote já ocupado em condições antes de sua ocupação. Foram escolhidos esses dispositivos devido à maior familiaridade do autor com os mesmos. As propostas serão orçadas e comparadas entre si, de forma a fornecer subsídio econômico a uma eventual tomada de decisão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é propor diferentes soluções compensatórias para a drenagem de águas pluviais de um hospital na região metropolitana de João Pessoa, integrando dispositivos de infiltração e armazenamento.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos podem ser listados como:

- Quantificar o impacto decorrente da construção do empreendimento nas vazões superficiais geradas;
- Dimensionar diferentes combinações de dispositivos que se enquadram como técnicas compensatórias e sustentáveis de drenagem;
- Avaliar os custos associados à implantação das opções propostas de forma a identificar a solução mais econômica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Breve Histórico da Drenagem Urbana

“A necessidade de aproximação dos rios e o grande uso de irrigação forçaram algumas cidades a desenvolverem técnicas de drenagem e controle de inundações” (ACQUAFLUXUS, 2017, p. 17).

De acordo com Morris (1998) *apud* Guerreiro (2014), no vale do Rio Indo, por volta de 2150 a.C., em cidades como Harappa e Mohenjo-Daro, os sistemas de drenagem constituíam estruturas construídas com grande cuidado, visando ao transporte de águas de chuva e servidas e à proteção contra inundações devido ao degelo sazonal do Himalaia.

No período de dominação dos Etruscos na Itália (800 – 350 a.C.), já se construíam ruas e estradas com boas condições, porém, com a chegada dos Romanos ao poder, a complexidade dessas obras avançou muito, agregando aos projetos rodoviários um intrincado sistema de drenagem. Para atender às necessidades de drenagem urbana, uma complexa rede de escoamentos de canais abertos e tubulações subterrâneas foi construída, sistema também utilizado para transportar os esgotos das áreas de moradia de sua população. Em Roma, inclusive, já existiam obras de modificação dos cursos d’água (BURIAN e EDWARDS, 2002).

Os recursos relacionados à drenagem urbana empregados no Império Romano merecem, de fato, grande destaque. O avanço das técnicas de drenagem, entretanto, viria a ser comprometido nos séculos seguintes ao fim daquele que foi um dos mais importantes impérios já existentes no mundo.

A queda de Roma determinou a perda da importância das cidades, e durante todo o período da Idade Média, o processo de urbanização ficou estagnado e os centros urbanos sofreram uma grande decadência. Práticas de saneamento se deterioraram nesse período, em comparação com as práticas do Império Romano, sendo as ruas não pavimentadas e os canais superficiais usados indiscriminadamente como a única forma de disposição e transporte de todos os efluentes, pluviais e sanitários (CHOCAT *et al.*, 2001).

Passando para o século XVII, segundo Miguez *et al.* (2016), cidades como Paris e Lisboa faziam uso de sistemas de esgoto cloacal. É possível afirmar que a situação sanitária na Europa no momento era comparável à do Império Romano.

Ainda de acordo com Miguez *et al.* (2016), a partir do século XIX, as cidades de todo o mundo foram fortemente alteradas por conta da Revolução Industrial. O núcleo original das cidades não comportava a necessidade de aumento de moradias, as ruas eram demasiado estreitas, a malha urbana cresceu de forma desordenada e, mais uma vez, a questão do

saneamento voltou a ser crítica. Houve graves problemas de saúde pública e epidemias, a exemplo dos vários surtos de cólera na década de 1830. A solução encontrada recaiu na captação, condução e descarga rápida dos esgotos e águas pluviais, originando o conceito higienista de drenagem urbana.

Com o surgimento desse conceito, esgotos e águas pluviais eram conduzidos em um mesmo conduto, formando um sistema ao qual damos o nome de sistema unitário de esgotos. Em meados do século XX, de acordo com Acquaflexus (2017), percebeu-se que, com tal sistema, a qualidade das fontes de abastecimento de água havia sido comprometida. Decidiu-se, então, criar o sistema separador absoluto, que separava a água da chuva do sistema de esgotamento sanitário. Nessa época, também já se iniciavam investimentos em obras para amortecimento dos escoamentos pluviais, a fim de reduzir os crescentes volumes de água nos sistemas de drenagem.

Ainda segundo Acquaflexus (2017), a forte urbanização com conseqüente impermeabilização culminaria no agravamento das cheias, deterioração das vazões de estiagem e degradação da qualidade da água. O surgimento e crescimento da concepção de “desenvolvimento sustentável”, principalmente depois da ECO-92, a preservação do ambiente natural torna-se objetivo obrigatório.

Essa visão, baseada no conceito de drenagem sustentável, surge como uma quebra no antigo paradigma de aceleração dos escoamentos pluviais, e estabelece que os sistemas de drenagem devem ser projetados para minimizar os impactos da urbanização sobre os padrões naturais de escoamento, considerando aspectos quantitativos e qualitativos, para atingir objetivos técnicos, sociais, econômicos e políticos, sem transferir custos no tempo e no espaço (MIGUEZ e MAGALHÃES, 2010).

Tucci (2005) resume a abordagem acerca da drenagem urbana ao longo da história de acordo com a Tabela 01.

Tabela 01 – Fases do desenvolvimento das águas urbanas (TUCCI, 2005)

Fase	Características	Consequências
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

3.2 A Urbanização e Seus Impactos

Uma bacia hidrográfica natural tem o comportamento definido pelo ciclo hidrológico natural e apresenta, geralmente, uma configuração equilibrada e harmônica, com bosques protegendo o escoamento em encostas, vegetação ciliar protegendo as margens dos rios, os processos de infiltração favorecendo a recarga dos lençóis e garantindo uma vazão de base. Os escoamentos gerados na bacia, sendo eles superficiais, subsuperficiais e subterrâneos, chegam até os rios, que podem ser considerados como a síntese dos territórios a ele conectados (CIRF, 2006).

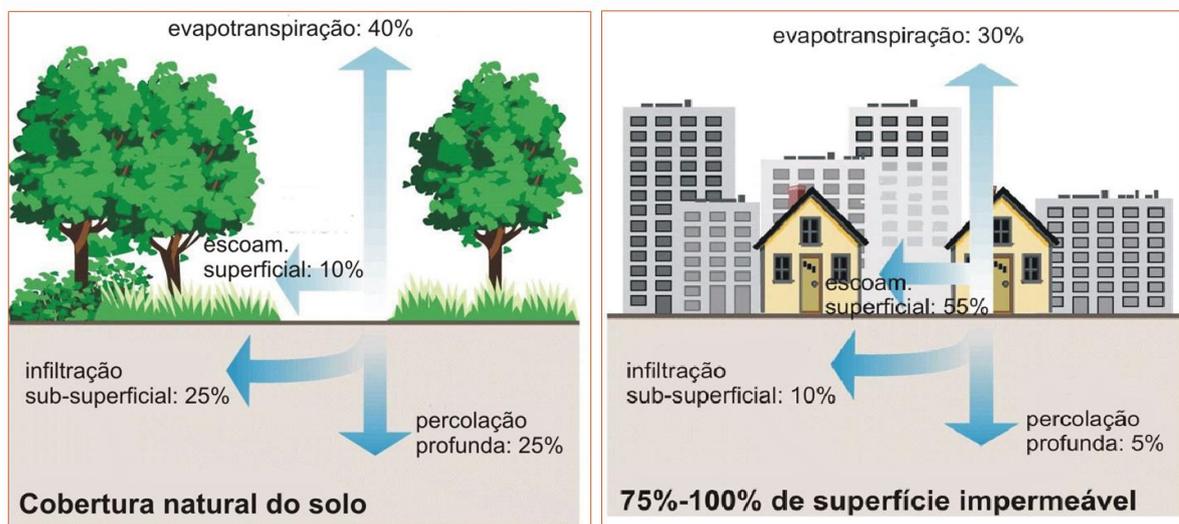
Nas cidades, as modificações advindas do processo de ocupação do solo tendem a contribuir para a degradação dos recursos naturais. A redução da cobertura vegetal é a primeira ação que o processo de ocupação produz. O desmatamento modifica o ciclo hidrológico de diversas formas: reduz a evapotranspiração, elimina a proteção do solo contra a erosão e a compactação, reduz a capacidade de infiltração do solo e elimina a interceptação vegetal (MIGUEZ *et al.*, 2016).

Os serviços de terraplanagem nivelam o terreno, eliminando as depressões naturais e diminuem a velocidade do escoamento e providenciam o armazenamento provisório para a água da chuva infiltrar ou evaporar (DIETZ, 2006).

A retirada do solo e da camada de húmus superficial e a compactação do subsolo reduzem ou eliminam o percurso de recarga das águas subterrâneas, reduzindo também a capacidade do solo de reter umidade e retornar água para a atmosfera através da evapotranspiração. A água que infiltraria e reabasteceria as águas subterrâneas é rapidamente transformada em escoamento superficial (DIETZ, 2006).

A Figura 01 resume genericamente as consequências da urbanização em algumas etapas do ciclo hidrológico.

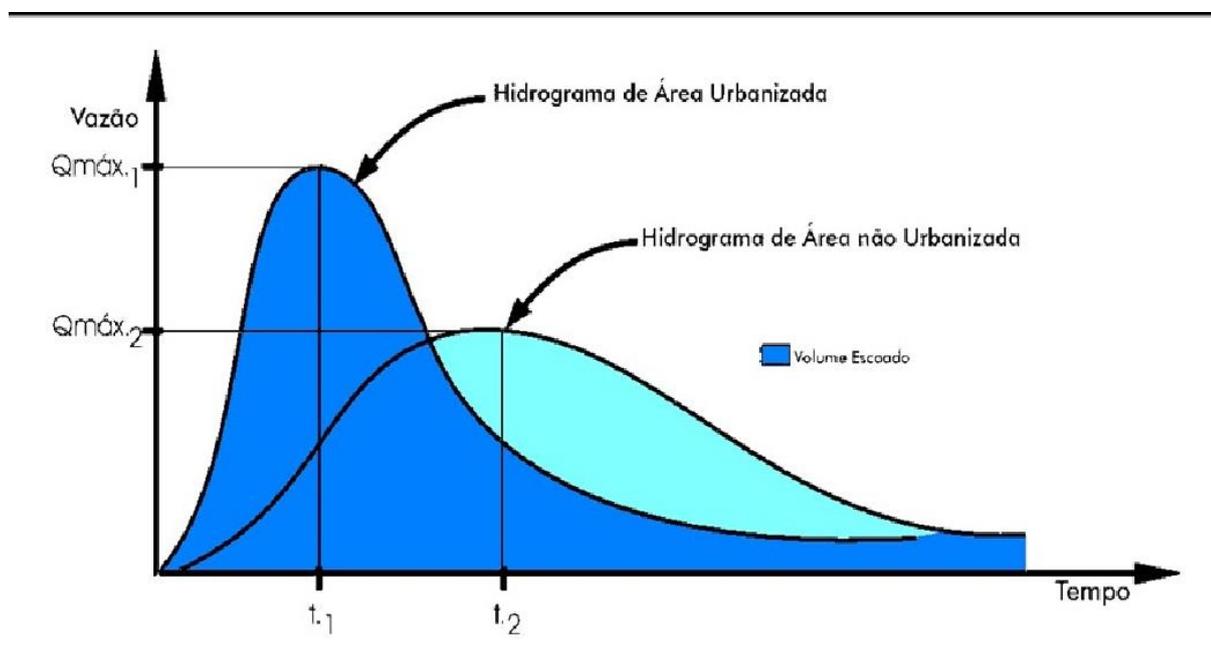
Figura 01 – Impactos da urbanização em etapas do ciclo hidrológico - adaptado de FISRWG (1998)



Para Tucci (1997), os principais impactos provocados pela urbanização nas redes de drenagem são o escoamento superficial, redução da evapotranspiração, redução do escoamento subterrâneo, rebaixamento do lençol freático, aumento da produção de material sólido proveniente da limpeza de ruas e da armazenagem inadequada do lixo pela população.

A Figura 02 ilustra a variação da geração de escoamento superficial em uma bacia após certo período de urbanização.

Figura 02 – Variação de hidrograma após urbanização



Fonte: http://pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/SAU_Drenagem_urbana_Recife_2015.pdf.

3.3 Números Dos Impactos Da Urbanização Sobre A Drenagem

As enchentes são consequências de dois processos, que podem acontecer isolada ou simultaneamente: enchentes em áreas ribeirinhas e urbanização. A primeira decorre das enchentes naturais que atingem a população que ocupa os leitos dos rios, por falha do planejamento do uso do solo, enquanto que a segunda resulta do processo de alteração do uso do solo (TUCCI, 2007).

Estudos, em geral, demonstram que o número de grandes inundações vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Essa tendência pode ser relacionada ao aumento significativo da população urbana.

De acordo com Freeman (1999) *apud* Miguez *et al* (2016), 60% das perdas de vida humanas e 30% das perdas econômicas causadas por desastres naturais ocorrem devido a enchentes.

No Brasil, as enchentes atingiram, de 2008 a 2012, segundo o IBGE, 1543 municípios, o que corresponde a 27,7% do total.

Convém destacar de acordo com reportagem da Revista Época (2016), que a urbanização nos países subdesenvolvidos caracterizou-se, sobretudo, pelo caráter acelerado em que foi realizada. Essa urbanização, além de ter acontecido de forma extremamente rápida, foi realizada sem o devido controle das administrações governamentais, de forma que os problemas urbanos se multiplicaram em face da incapacidade dos governos de fornecer infraestrutura básica para grandes aglomerados urbanos.

Essa visão de que a solução para as enchentes urbanas encontra-se no transporte das águas pluviais da forma mais rápida possível está ultrapassada e não condiz com a complexa realidade do meio urbano. Uma alternativa a esse cenário é a utilização de medidas não convencionais (GUERREIRO, 2014).

3.4 Técnicas Compensatórias De Drenagem Urbana

De acordo com Baptista (2005), as tecnologias compensatórias buscam neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, com benefícios para a qualidade de vida e preservação ambiental. Essas medidas consideram os impactos da urbanização de forma global, tomando a bacia hidrográfica como área de estudo e buscam compensar os efeitos da urbanização controlando na fonte os excedentes de água

Segundo o IPH (2005), os dispositivos que podem ser usados para tal finalidade podem ser de dois tipos:

- De infiltração: valas, poços e bacias de infiltração, trincheiras de infiltração ou bacias de percolação, pavimentos permeáveis e mantas de infiltração;
- De armazenamento temporário: reservatórios, bacias de detenção e retenção.

Ainda de acordo com o IPH (2005), a tabela 02, a seguir, resume alguns condicionantes para o uso de dispositivos de infiltração.

Tabela 02 – Condicionantes para dispositivos de infiltração

Dispositivo	Características	Vantagens	Desvantagens	Condicionantes físicos para a utilização da estrutura
Pavimentos permeáveis	Superfícies construídas de concreto, asfalto ou concreto vazado, com alta capacidade de infiltração	Permite infiltração da água. O decreto permite reduzir a área impermeável do escoamento que drena para o plano em 80% .	Não deve ser utilizado para ruas com tráfego intenso e/ou de carga pesada, pois a sua eficiência pode diminuir	Profundidade no período chuvoso maior que 1,20m. A camada impermeável deve estar a mais de 1,20m de profundidade. A taxa de infiltração no solo quando saturado não deve ser menor que 7,60mm/h.
Poços de infiltração, trincheiras de infiltração e bacias de percolação	Volume gerado no interior do solo que permite armazenar a água e infiltrar	Redução do escoamento superficial e amortecimento em função do armazenamento	Pode reduzir a eficiência ao longo do tempo dependendo da quantidade de material sólido que drena para a água.	Profundidade no período chuvoso maior que 1,20m. A camada impermeável deve estar a mais de 1,20m de profundidade. A taxa de infiltração no solo quando saturado não deve ser menor que 7,60mm/h. Para o caso de bacias de percolação, a condutividade hidráulica saturada não deve ser menor que 2.10-5m/s

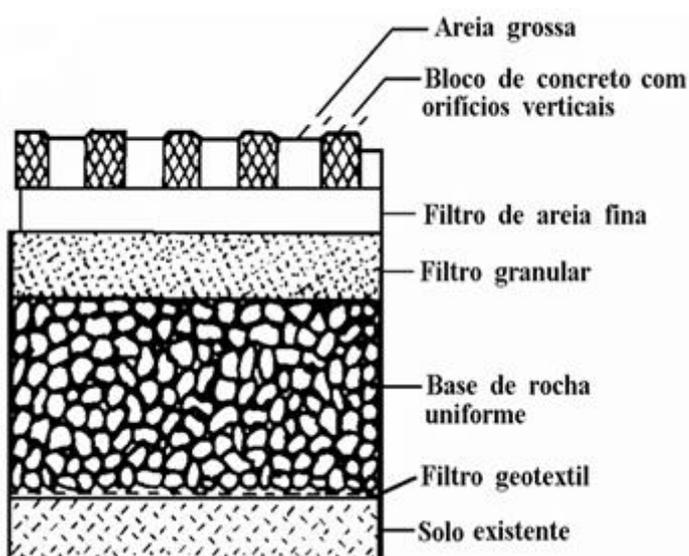
3.4.1 Pavimentos permeáveis

O uso de pavimentos permeáveis cria uma superfície que permite a infiltração, através de uma superfície permeável, para um reservatório localizado sob a superfície do terreno antes da infiltração, de fato, no solo (URBONAS e STAHERE, 1993 *apud* MIGUEZ *et al.*, 2014).

Além de permitir maior infiltração, um outro benefício dos pavimentos permeáveis é o retardo da chegada da água ao subleito, evitando a erosão (ACQUAFLUXUS, 2017).

Esse dispositivo consiste da utilização de concreto/pavimento poroso ou blocos de concreto vazados em sua camada superior, uma camada de base (normalmente brita) e uma manta geotêxtil para impedir a migração de material entre camadas, conforme Figura 03. Outros materiais como anéis de plástico para a camada base ou reservatório podem também ser aplicados (SOUZA *et al.*, 2012).

Figura 03 – Seção transversal genérica de um pavimento permeável.



Fonte: URBONAS E STAHERE (1993) *apud* IPH (2005).

Podemos destacar três tipos de pavimentos permeáveis (URBONAS e STAHERE, 1993 *apud* PINTO, 2014):

- Pavimentos de blocos de concreto vazados, preenchidos com material granular, como areia ou com vegetação rasteira, grama;
- Concreto permeável;
- Asfalto poroso.

3.4.1.1 Pavimentos permeáveis de blocos de concreto vazados

Os blocos de concreto vazados são estruturas de concreto com orifícios que permitem a passagem da água para os reservatórios subterrâneos. O preenchimento entre os orifícios pode ser realizado com areia, cascalhos de menores diâmetros ou tufo de grama (UDFCD, 2002).

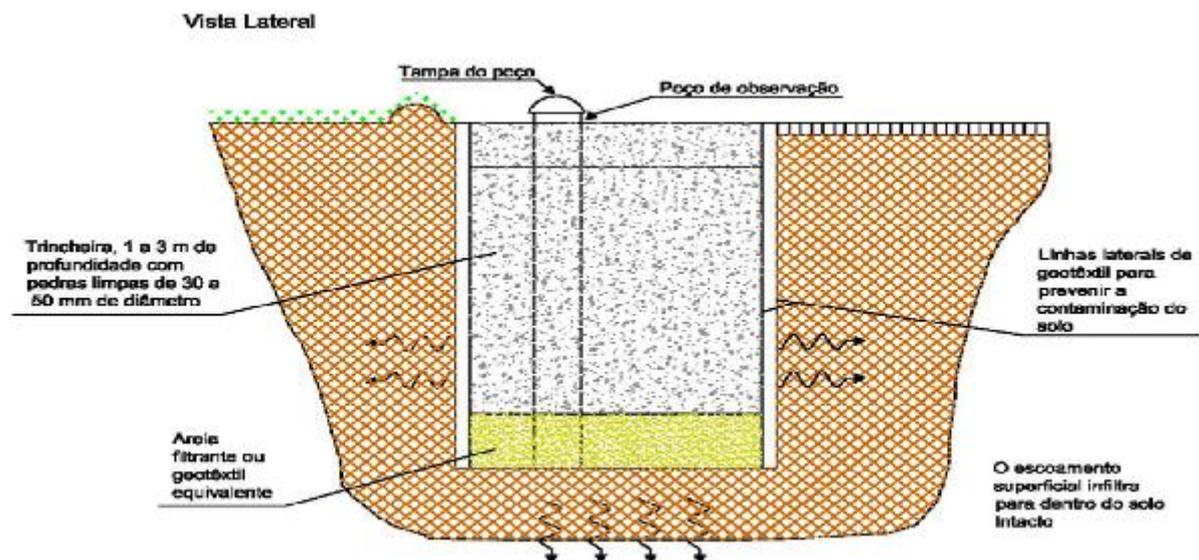
Estudos mostram que os pavimentos permeáveis com revestimento de bloco vazado, por terem aberturas maiores que as do asfalto poroso, são mais eficientes na retenção de água. As partes vazadas dos blocos funcionam como um reservatório, onde mesmo que a chuva exceda a capacidade de infiltração do pavimento, existe um armazenamento da chuva excedente (ACIOLI, 2005).

3.4.2 Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são estruturas longitudinais construídas para captar as águas pluviais, provenientes do escoamento superficial, e facilitar sua infiltração (ACQUAFLUXUS, 2017).

Tais estruturas são constituídas por valetas preenchidas por seixos (brita ou outro material granular), com uma porosidade em torno de 35%. Uma manta de geotêxtil é colocada envolvendo o material de enchimento, sendo recoberta por uma camada de seixos. Além da função estrutural, o geotêxtil impede a entrada de finos na estrutura, reduzindo o risco de colmatagem, podendo ainda funcionar como filtro (BALADES *et al.*, 1998 *apud* PINTO, 2014). A Figura 04, a seguir, apresenta a seção transversal genérica uma estrutura desse tipo.

Figura 04 – Seção transversal genérica de uma trincheira de infiltração.



Fonte: CIRIA (1996) *apud* IPH(2005).

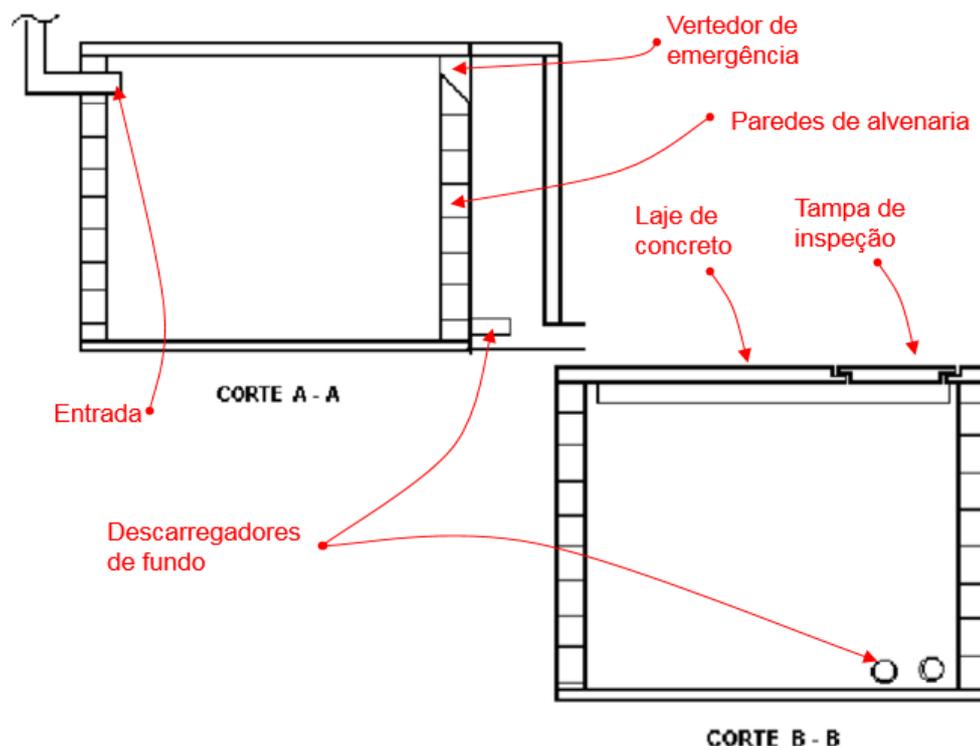
3.4.3 Bacias de detenção

Os dispositivos que favorecem a reservação dos escoamentos abrangem o conceito mais significativo de soluções não convencionais de drenagem urbana. Essa solução visa reduzir o pico das enchentes por amortecimento das ondas de cheia, alcançada pelo armazenamento parcial do volume escoado (MARQUES *et al.*, 2015). Dois cortes de um reservatório de detenção genérico podem ser visualizados na Figura 05.

Entretanto, além do objetivo de controle da vazão máxima, segundo MIGUEZ *et al.* (2016), os dispositivos podem também ser usados para controle do volume e para controle de material sólido. O primeiro é utilizado quando a água da chuva é controlada e tratada antes que aporte em um corpo hídrico, enquanto que o segundo ocorre para proteção do próprio sistema de drenagem, caso a quantidade de sedimentos produzida seja significativa.

O uso integrado desse tipo de reservatório junto a parques pode permitir um bom ambiente recreacional. Uma prática comum consiste em dimensionar uma área com lâmina de água para escoar uma cheia frequente, e planejar a área de extravasamento com paisagismo e campos de esporte para as cheias acima da cota referente ao risco mencionado (MIGUEZ *et al.*, 2016).

Figura 05 – Cortes representativos de um reservatório de detenção genérico.



Fonte: adotado de exposição de aula – (LIMA, 2017).

4 METODOLOGIA

O trabalho teve como primeira etapa a busca pela determinação dos valores de vazão para as condições de pré-emprego, com o terreno em estado natural, e pós-emprego, com a área urbanizada.

Em seguida, foram elaboradas diferentes combinações entre as técnicas compensatórias de drenagem e dimensionados os dispositivos em cada uma dessas combinações, de forma que a área, já urbanizada, gerasse em escoamento o mesmo valor de vazão encontrado para a situação de pré-ocupação. Nas combinações sugeridas, buscou-se respeitar ao máximo o *layout* projetado para o empreendimento.

De posse dos valores de dimensionamento dos dispositivos em cada uma das propostas, procedeu-se à orçamentação de cada combinação. Para tal, foi feito uso dos preços unitários disponibilizados pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Para a viabilidade do estudo em questão, foram utilizados os *softwares AutoCad e Excel*. O primeiro permitiu, a partir do projeto arquitetônico, a coleta de dados da área em situação de pós-ocupação e tornou possível o conhecimento das limitações físicas para o dimensionamento dos dispositivos de técnicas compensatórias; o segundo foi usado para todos os cálculos, tendo início após a coleta de dados do terreno, incluindo a etapa de geração das vazões e se estendendo ao dimensionamento dos dispositivos e posteriormente suas orçamentações.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O lote, objeto deste estudo, corresponde a um terreno em que foi construído um hospital no município de Santa Rita, no estado da Paraíba, ocupando área de 26.083,84m². O nome do hospital não será revelado em virtude de pedido feito pelas entidades que forneceram os materiais para que este estudo fosse possível. Dessa forma, o empreendimento será referido neste trabalho como Hospital X.

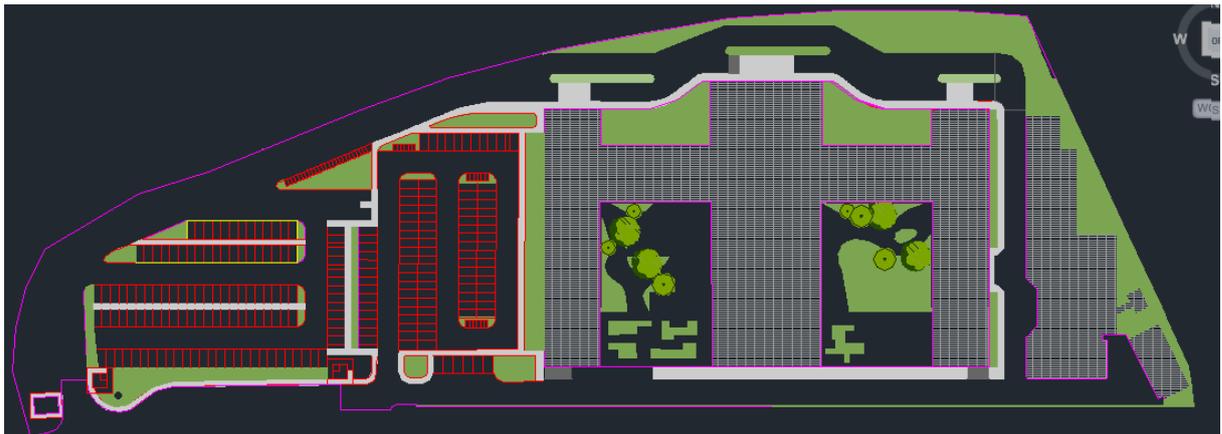
O município encontra-se na bacia do Rio Paraíba, mais precisamente na sub-bacia do Baixo Paraíba e cabe destaque ao considerável espaço ocupado pelo lote, que, em situação de pós-urbanização, pode gerar impactos significativos para a drenagem urbana.

A identificação do lote pode ser visualizada na Figura 06, em imagem obtida a partir do *software Google Earth*, em período em que a obra encontrava-se ainda no início. O *layout* projetado para o lote, após construção do hospital, pode ser visto na Figura 07.

Figura 06 – Localização em satélite do lote de estudo.



Figura 07 – *Layout* arquitetônico previsto para o Hospital X.



As áreas presentes, segundo o projeto arquitetônico, puderam então ser classificadas e quantificadas, de acordo com a Tabela 03.

Tabela 03 – Classificação da ocupação do solo

Tipo de ocupação	Área (m ²)	Percentual
Telhado	6869,99	26,34
Estacionamento e vias	10737,74	41,17
Permeável	8476,11	32,50

4.2 GERAÇÃO DAS VAZÕES

O modelo chuva-vazão utilizado para a determinação das vazões de pré e pós-ocupação foi o método racional. Esse modelo é amplamente utilizado na obtenção de vazões de pequenas bacias e considerado adequado para aquelas de até 2km² (IPH, 2005). O valor em vazão é encontrado pela Equação 1, como segue:

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

em que:

Q: vazão máxima (m³/s);

C_e: coeficiente de escoamento superficial;

i: intensidade da precipitação (mm/h);

A: área da bacia (km²).

Sendo essa equação utilizada para determinação das vazões nas duas situações de ocupação, serão responsáveis pela diferença entre os valores a cobertura do lote e a declividade do terreno. Ambos mudam em decorrência da instalação do empreendimento e influenciarão nos valores do tempo de concentração do lote, que por sua vez acarretarão diferentes valores de intensidade da precipitação. A cobertura do lote ainda afetará o valor encontrado para o coeficiente de escoamento superficial. A área é o único componente da equação que não se altera.

A intensidade da precipitação foi encontrada por meio da equação 2. Trata-se da curva intensidade-duração-frequência (curva IDF) da cidade de Santa Rita proposta pela autora Gonçalves, 2011 (IPH, 2011).

$$i = \frac{2009 * Tr^{0,17}}{(t+17,5)^{0,84}} \quad (2)$$

Na expressão, *i* refere-se à intensidade da precipitação em mm/h, *Tr* ao tempo de retorno em anos e *t* à duração da precipitação em minutos.

A duração da precipitação deve ser de valor no mínimo igual ao tempo de concentração da bacia (TUCCI, 2000), pois considera-se que a partir desse momento, toda a área envolvida passa a contribuir para a geração da vazão.

Tal valor foi encontrado para ambas as situações (pré e pós-ocupação) por meio do método americano da Soil Conservation Service (método SCS), conforme a equação 3.

$$t = \frac{5,474*(n*L)^{0,8}}{P24^{0,5} * S^{0,4}} \quad (3)$$

Nesta equação, t é o tempo de concentração em minutos, n é o número de Manning, L o trecho do comprimento em metros, $P24$ trata-se da lâmina precipitada, em mm, considerando uma precipitação de 24 horas de duração de acordo com a curva IDF utilizada. Por fim, S refere-se à declividade do trecho.

4.2.1 Considerações sobre a geração das vazões

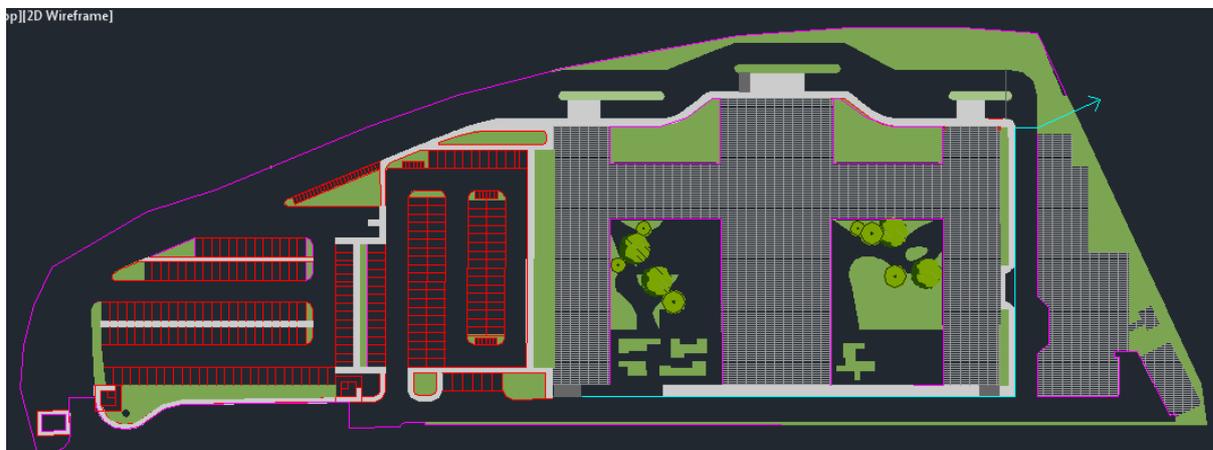
O tempo de retorno utilizado foi de 5 anos, que pode ser considerado razoável, uma vez que em projetos de microdrenagem, este valor pode variar entre 2 e 10 anos (IPH, 2005).

Para o cálculo do tempo de concentração da bacia, fez-se necessário supor caminhos para o escoamento da água precipitada sobre o lote. As figuras 08 e 09 ilustram tais caminhos, respectivamente, para a situação anterior e para aquela posterior ao empreendimento.

Figura 08 – Caminho adotado para o escoamento em situação anterior ao empreendimento (da esquerda para a direita).



Figura 09 – Caminho adotado para o escoamento em situação posterior ao empreendimento (indicado na cor *cyan*).



Para a figura 08, foi utilizado o *software Google Earth*, no ano de 2005, em que se permitiu o valor da extensão do traçado, bem como a identificação topográfica dos pontos inicial e final.

Para a situação de pós-empreendimento, foi usado o projeto arquitetônico e, de posse da altimetria de vários pontos do terreno, traçou-se o caminho considerado como provavelmente o mais demorado para o escoamento dentro do lote.

Dessa forma, os valores de comprimento, em metros, e da inclinação, em ambos os casos foram alcançados. E eles foram de 243m e 0,0535m/m para a condição anterior à urbanização e de 214m e 0,0146m/m para a posterior.

Os valores do número de Manning adotados foram de 0,05 para a situação de pré-empreendimento e 0,011 para aquela de pós. Para a obtenção do primeiro valor, considerou-se o lote como “solo sem cultivo” e para o segundo como de superfície impermeabilizada de concreto. Esses valores foram adotados segundo o Manual de Drenagem de Porto Alegre (IPH,2005).

De posse desses valores, foi possível o cálculo dos tempos de concentração e, posteriormente, das intensidades de precipitação para ambos os casos.

Para a determinação do coeficiente de escoamento superficial, foi adotado o valor de 0,2 para a situação de pré-ocupação, sendo o lote enquadrado como área sem melhoramento. Já para a situação de pós, fez-se o cálculo da média ponderada entre os valores referentes a cada um dos tipos de superfície presentes na Tabela 03, sendo os valores adotados de 0,85 para telhado, 0,875 para estacionamento (feito de concreto) e 0,075 para parte permeável (grama).

Convém destacar que todos os valores usados para os coeficientes foram de valores intermediários aos sugeridos segundo o Manual de Drenagem de Porto Alegre (IPH, 2005).

4.3 CONTROLE DO ESCOAMENTO

De posse dos valores de vazão, procedeu-se a diferentes combinações entre os dispositivos de técnicas compensatórias de drenagem urbana, com a intenção de que o lote, uma vez urbanizado, gerasse a mesma vazão encontrada para a situação anterior à sua ocupação.

Os dispositivos utilizados foram: pavimento permeável, trincheira de infiltração e reservatório de detenção. As combinações feitas foram de quatro tipos, sendo estas: pavimento permeável e reservatório, trincheira de infiltração e reservatório, os três dispositivos conjuntamente e, por fim, apenas a utilização do reservatório. A primeira combinação foi feita em duas diferentes propostas, a segunda em três e a terceira também em três. A quarta combinação, obviamente, em apenas uma proposta, totalizando nove propostas. As propostas dentro da mesma combinação de dispositivos variaram entre si quanto às áreas drenadas para cada dispositivo. A tabela 04 resume as propostas quanto aos dispositivos que as compõem e as áreas drenadas para cada dispositivo.

Tabela 04 – Ordenamento das propostas.

Proposta	Área (m ²)			Σ
	Pavimento permeável	Trincheira de infiltração	Reservatório de detenção	
1	1957,03	-	24126,81	26083,84
2	2974,45	-	23109,39	26083,84
3	-	3996,2	22087,64	26083,84
4	-	3307,11	22776,73	26083,84
5	-	7303,31	18780,53	26083,84
6	2974,45	3307,11	19802,28	26083,84
7	2664,19	4385,87	19033,78	26083,84
8	1538,2	6320,58	18225,06	26083,84
9	-	-	26083,84	26083,84

4.3.1 Dimensionamento

O dimensionamento dos dispositivos de infiltração (pavimento permeável e trincheira) seguiu o método da curva envelope. Este método baseia-se na aplicação direta dos dados de caracterização do local de colocação do dispositivo e da curva IDF. São, dessa forma, determinados os volumes de entrada e de saída do dispositivo, tendo, este, que dispor de capacidade para armazenar o máximo valor da diferença entre tais volumes. (URBONAS e STAHRÉ, 1993 *apud* IPH, 2005). Pode-se, entretanto, determinar, em vez do máximo volume

a ser armazenado, a máxima profundidade a ser adotada. (CIRIA, 1996 *apud* IPH, 2005). Este procedimento é utilizado, neste trabalho, no dimensionamento do pavimento permeável.

O dimensionamento do reservatório de detenção seguiu o modelo simplificado de McCuen. Assim sendo, para obtenção do volume do dispositivo, geram-se dois hidrogramas, correspondentes às situações de vazão de entrada e de saída do reservatório, sendo o volume de dimensionamento a área que se encontra entre os respectivos gráficos (MCCUEEN, 1989 *apud* TUCCI, 2005).

4.3.1.1 Pavimento permeável

O pavimento deve ser dimensionado para atender aos critérios estrutural e de drenagem. Considerou-se, entretanto, neste trabalho, que os pavimentos não exerceriam grande função estrutural (foram utilizadas apenas vagas de estacionamento), além de que fugiria do foco deste estudo a avaliação de aspectos estruturais. Dessa forma, foi considerado o dimensionamento para critério de drenagem como definitivo.

A partir dos dados de coeficiente de infiltração, área drenada, porosidade efetiva do material de preenchimento do reservatório (tendo sido escolhido para tal o cascalho), intensidade e duração das precipitações consideradas, foi possível elaborar o dimensionamento. Foram utilizados dados hipotéticos de caracterização do solo, uma vez que este trabalho não inclui dentre seus objetivos a avaliação experimental de análise do solo, além de infelizmente não haver sido possível a coleta de tais informações.

Assim sendo, para o coeficiente de infiltração, o valor adotado foi de 9,53mm/h. Foi considerada a divisão proposta pelo método SCS, que classifica os solos em quatro tipos (A, B, C e D), sendo o solo tipo A o mais permeável e o tipo D o mais impermeável, este com alta porcentagem de argila e lençol freático próximo à superfície. Sabendo-se que o solo em questão tem baixa porcentagem de argila e o lençol não se encontra próximo à superfície (de acordo com o corpo técnico da empresa construtora do hospital), preferiu-se, por segurança, adotar o coeficiente de infiltração para solo saturado de valor intermediário às classificações B e C, segundo tabela presente no Manual de Drenagem de Porto Alegre (IPH, 2005).

O fator de segurança adotado foi de 5, valor recomendado para áreas superiores a 1000m² em estacionamentos. O valor adotado para a porosidade efetiva do cascalho foi de 40%. Ambos estes valores foram embasados também no Manual de Drenagem de Porto Alegre (IPH, 2005).

Procedendo-se ao cálculo do dimensionamento do dispositivo, destaca-se, mais uma vez, que o método demanda os valores dos volumes de entrada e saída do dispositivo, sendo a diferença entre esses valores o volume de armazenamento necessário. As equações 4, 5 e 6 resumem os respectivos cálculos.

$$V_{ap} = I * A_d * t \quad (4)$$

$$V_{inf} = q * A_b * t \quad (5)$$

$$V_{arm} = V_{ap} - V_{inf} \quad (6)$$

em que:

V_{ap} : volume que aporta ao reservatório (m³);

V_{inf} : volume que infiltra no solo (m³);

V_{arm} : volume de armazenamento (m³);

I : intensidade da precipitação (m/h);

A_d : área drenada pelo dispositivo (m²);

t : duração da precipitação (h);

A_b : área de base do pavimento (m²);

q : coeficiente de infiltração corrigido (m/h).

Pode-se, dizer, entretanto, que o volume armazenado pelo dispositivo também por ser descrito conforme a equação 7, a seguir:

$$V_{arm} = A_b * h * \phi \quad (7)$$

em que:

V_{arm} : volume de armazenamento (m³);

A_b : área de base do pavimento (m²);

h : altura da camada drenante (m);

ϕ : porosidade efetiva do material.

Cabe destacar que a área drenada e a área de base do pavimento têm o mesmo valor, pois considerou-se que o dispositivo deveria drenar apenas a precipitação que sobre ele incidisse. Dessa forma, igualando-se as equações 6 e 7 e isolando-se o termo h no primeiro membro, pode-se resumir o cálculo do dimensionamento, conforme a equação 8. Ressalta-se que para maior precisão do cálculo, as unidades que haviam sido descritas em metros foram convertidas para milímetros.

$$h = \frac{t}{\phi} * (R * I - q) \quad (8)$$

em que:

h: altura da camada drenante (mm);

t: duração da precipitação (h);

ϕ : porosidade efetiva do material;

R: relação entre área drenada e área do pavimento;

I: intensidade da precipitação (mm/h);

q: coeficiente de infiltração corrigido (mm/h).

Em consequência do que foi explicado no parágrafo anterior, destaca-se que o valor de R usado foi 1. Dessa forma, restou encontrar diversos valores para a intensidade, a partir da curva IDF citada neste trabalho. Foram identificados, assim sendo, diversos valores, adotando-se um intervalo de 15 minutos, até que se conhecesse o máximo valor atingido para a altura da camada drenante.

O tempo de esvaziamento do reservatório foi calculado de acordo com a equação 9. O Manual de Drenagem de Porto Alegre (IPH, 2005) sugere que esse tempo não supere a duração de 12 horas. Entretanto, SCHUELER (1987) *apud* PINTO (2014) adotou o valor de 72 horas, valor, dessa forma, utilizado como limite neste trabalho.

$$tes = \frac{\phi}{q} * hmax \quad (9)$$

em que:

t: tempo de esvaziamento (h);

ϕ : porosidade efetiva do material;

hmax: altura máxima encontrada para o reservatório (mm);

q: coeficiente de infiltração corrigido (mm/h).

4.3.1.2 Trincheira de infiltração

Os dados utilizados para o dimensionamento da trincheira foram: condutividade hidráulica saturada inicial do solo de 400mm/h (ou 0,00011m/s), a ser corrigido por um fator de segurança igual a 2.

O valor de 400mm/h foi adotado em consequência de valores fornecidos pela PLANEJ, empresa júnior de Engenharia Civil da UFPB. A partir de ensaios em campo realizados pela empresa, pode-se dizer que solos permeáveis apresentam em média uma condutividade

hidráulica saturada de 1000mm/h, enquanto que impermeáveis, 300). Apesar de se saber que o solo do local de estudo não é realmente impermeável, adotou-se, por segurança, o valor de 400mm/h.

O material de preenchimento foi o mesmo utilizado no item anterior (calcário) e, dessa forma, o valor da porosidade efetiva foi o mesmo, de 40%. Os valores adotados para coeficiente de escoamento superficial foram os mesmos citados no tópico 3.2.

Adotou-se uma determinada área a ser drenada para a trincheira e calculou-se o coeficiente de escoamento superficial da área drenada. Então, tomaram-se os valores de intensidade e duração da precipitação, fazendo uso da curva IDF, de forma semelhante ao que foi feito no dimensionamento do pavimento. Dessa forma, pôde-se gerar diferentes valores de volume que aportariam à trincheira, conforme a equação 10, a seguir:

$$Ve = 1,25 * Ce * I * t * Ad \quad (10)$$

em que:

Ve: volume que aporta à trincheira (m³);

Ce: coeficiente de escoamento superficial;

I: intensidade da precipitação (m/h);

t: duração da precipitação (h);

Ad: área drenada para a trincheira (m²).

Como demanda o método da curva envelope, faz-se necessário o cálculo do volume de saída, para que seja possível o dimensionamento. Entretanto, esse volume, no caso da trincheira, depende da área lateral da mesma, que por sua vez, depende das dimensões da trincheira. Dessa forma, faz-se necessário uma estimativa inicial arbitrária das dimensões do dispositivo.

Uma vez que as dimensões do dispositivo foram estimadas, procedeu-se ao cálculo do volume de saída, pela equação 11.

$$Vs = k * \frac{Ainf}{2} * 3600 * t \quad (11)$$

em que:

Vs: volume de saída do dispositivo (m³);

k: coeficiente de condutividade hidráulica corrigido (m/s);

Ainf: área lateral da trincheira (m²);

t: duração da precipitação (h).

A divisão da área na fórmula anterior por 2 corresponde a uma medida de segurança, em que se considera que a infiltração da água no solo se dá apenas por metade da área lateral.

Em seguida, para cada duração de precipitação envolvida, fez-se a diferença entre os respectivos valores de volumes de entrada e de saída e tomou-se o maior. Por fim, aplicou-se a esse volume a porosidade efetiva do material de preenchimento da trincheira e encontrou-se o volume de dimensionamento do dispositivo, conforme a equação 12.

$$V_{disp} = \frac{\max(V_e - V_s)}{\phi} \quad (12)$$

em que:

V_{disp} : volume do dispositivo;

V_e : volume que aporta à trincheira (m^3);

V_s : volume de saída do dispositivo (m^3);

ϕ : porosidade efetiva do material.

É necessário ainda comparar o volume encontrado para o dispositivo ao volume adotado inicialmente, que por sua vez foi oriundo de dimensões arbitrárias das dimensões imaginadas para a trincheira.

Caso o volume inicial seja inferior, redimensiona-se a trincheira e repete-se o procedimento. Caso seja consideravelmente superior, também faz-se necessário o redimensionamento. O processo é finalizado quando as dimensões da trincheira geram um volume ligeiramente superior àquele necessário para o dispositivo.

4.3.1.3 Reservatório de detenção

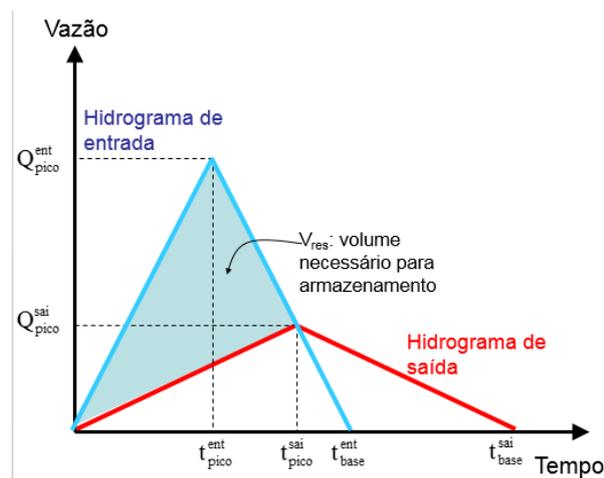
Assim como o pavimento, o reservatório também deve ser dimensionado de forma a atender os critérios estrutural e de drenagem. Fugiria do foco do trabalho, entretanto, o estudo dos aspectos estruturais do dispositivo. Ateve-se, dessa forma, ao dimensionamento apenas para fins de drenagem.

Para obtenção do volume necessário para detenção, faz-se necessário utilizar os dados de vazões de entrada e de saída do reservatório, bem como o tempo de concentração para a vazão de entrada.

O método considera para as vazões de entrada e saída a representação em hidrogramas simplificados, em formato de triângulos isósceles, em que o pico desses hidrogramas acontece no momento em que o tempo de concentração da bacia é alcançado.

A figura 10 ilustra a área do gráfico que corresponde ao volume indicado para o dispositivo em função das variáveis citadas e a equação 13 resume analiticamente como encontrar este valor.

Figura 10 – Indicação da área em gráfico correspondente ao volume de dimensionamento do dispositivo de detenção



Fonte: adotado de exposição de aula – (LIMA, 2017).

$$V_{res} = Q_{ent} * t * 60 * \left(1 - \frac{Q_{sai}}{Q_{ent}}\right) \quad (13)$$

em que:

V_{res} : volume do reservatório (m^3);

Q_{ent} : vazão de entrada do reservatório (m^3/s);

t : tempo de concentração para a vazão de entrada (min);

Q_{sai} : vazão de saída do reservatório (m^3/s).

Neste trabalho, foram consideradas a vazão de pós-urbanização como a vazão de entrada do reservatório e a vazão de pré-urbanização como a de saída. Dessa forma, o tempo de concentração adotado foi o mesmo encontrado para o lote em situação posterior à sua ocupação. O cálculo para tais valores já foi citado neste trabalho no tópico 3.2.

Convém destacar, entretanto, que os valores de vazão de entrada do reservatório, quando este combinado a qualquer um dos dispositivos de infiltração, foram os valores de vazão encontrados para o lote em situação posterior à urbanização, descontados da vazão absorvida pela infiltração.

4.3.2 Considerações finais sobre os dispositivos

Os pavimentos permeáveis considerados foram do tipo de blocos de concreto vazados, uma vez considerado que seu desempenho no amortecimento de vazões de pico se sobressai sobre os demais (CASTRO, 2013 *apud* PINTO, 2014).

Para este dispositivo, cabe ainda destacar os valores de:

- 6cm de espessura para os blocos de concreto;
- 2,5cm de espessura para o filtro de brita;

Quanto às dimensões das trincheiras, buscou-se respeitar ao máximo o arranjo físico proposto pelo projeto arquitetônico e a profundidade foi fixada em 1,5m.

Na execução do reservatório, considerou-se a colocação de um lastro de concreto para sua posterior disposição. O reservatório foi considerado como de concreto armado: ambas as lajes e as paredes do dispositivo. Foi considerado para a estimativa de dimensionamento, o concreto como de $f_{ck} = 20\text{MPa}$ e o aço CA-50, de diâmetro igual a 8mm. A profundidade do reservatório foi fixada em 3m.

4.4 ESTIMATIVAS ORÇAMENTÁRIAS

Para o orçamento dos dispositivos, foram adotados serviços presentes no SINAPI, sistema mantido pela Caixa Econômica Federal em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Os preços obtidos foram relativos àqueles com desoneração e referentes ao mês de Janeiro de 2018.

As tabelas 05, 06 e 07 referem-se, respectivamente, ao pavimento, à trincheira e ao reservatório, elencando quais custos os compõem e seus valores.

As tabelas 08, 09 e 10 obedecem à mesma ordem das anteriores, destacando as fórmulas utilizadas para o cálculo dos quantitativos de cada custo em cada dispositivo.

Tabela 05 – Custos – pavimento permeável

Pavimento permeável			
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário
74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M ³ , DMT 50 a 200M	m ³	R\$ 4,19
92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m ²	R\$ 44,61
88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m ³	R\$ 64,28
73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15
73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81

Tabela 06 – Custos – trincheira de infiltração

Trincheira			
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário
89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05
73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15
73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81

Tabela 07 – Custos – reservatório

Reservatório			
89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05
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	m ²	R\$ 1,75
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIEIS, ESPESSURA DE 5CM.	m ²	R\$ 16,99
90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m ²	R\$ 13,03
90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE LAJES	m ²	R\$ 15,62
94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m ³	R\$ 260,92
92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m ³	R\$ 121,22
92793	ORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM	kg	R\$ 6,29
92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29
6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05

Tabela 08 – Cálculo para quantitativo – pavimento permeável

Pavimento permeável			
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Cálculo
74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M ³ , DMT 50 a 200M	m ³	(0,06m + 0,025m + altura da camada drenante) x Área
92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m ²	Área
88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m ³	0,025m x Área
73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	h x Área
73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	2 x Área

Tabela 09 – Cálculo para quantitativo – trincheira de infiltração

Trincheira de infiltração			
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Cálculo
89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	L x B x H
73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	L x B x H
73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	B x L + 2 x H x B + 2 x H x L

Tabela 10 – Cálculo para quantitativo – reservatório

Reservatório			
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Cálculo
89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	$(L + 0,5) \times (B + 0,5) \times (H + 0,5)$
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	m ²	$(L + 0,5) \times (B + 0,5)$
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m ²	$(L + 0,5) \times (B + 0,5)$
90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m ²	$L \times H \times 2 \times 2 + B \times H \times 2 \times 2$
90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO LAJES	m ²	$B \times L \times 2 \times 2$
94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m ³	$L \times B \times 2 \times 0,15 + L \times H \times 2 \times 0,15 + B \times H \times 2 \times 0,15$
92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m ³	$L \times B \times 2 \times 0,15 + L \times H \times 2 \times 0,15 + B \times H \times 2 \times 0,15$
92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	60 x VOL. CONCRETO
92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	60 x VOL. CONCRETO
6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	1

Na tabela 8, o termo área refere-se à área em que se propõe a colocação do pavimento permeável. O termo h refere-se, por sua vez, à altura de dimensionamento encontrada para a camada drenante.

Nas tabelas 9 e 10, os termos L, B e H referem-se, respectivamente, ao comprimento, à largura e à profundidade dos dispositivos. Convém destacar que foi considerada uma taxa de armação de 60kg por metro cúbico de concreto, valor sugerido por Mattos para fins de orçamento em reservatórios de concreto, quando não se conhece seu dimensionamento estrutural (MATTOS, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 GERAÇÃO DAS VAZÕES

Os tempos de concentração obtidos para as situações de pré-ocupação e de pós foram, respectivamente, de 11,03 e 5,0 minutos.

Dessa forma, fazendo-se uso da curva IDF e após determinação dos coeficientes de escoamento, obtiveram-se os resultados, conforme a tabela 11.

Tabela 11 – Valores para geração das vazões

	Pré-ocupação	Pós-ocupação
i (mm/h)	158,25	193,18
ce	0,200	0,608
A (km ²)	0,02608384	0,02608384
Q (m ³ /s)	0,230	0,850

É bem perceptível como a urbanização interfere no ciclo hidrológico e na drenagem urbana. A redução do tempo de concentração do lote para pouco mais da metade, bem como o aumento em quase quatro vezes da vazão escoada tornam claro o impacto da intervenção humana no ciclo original do lote.

5.2 CONTROLE DO ESCOAMENTO

As nove propostas elaboradas envolveram diferentes combinações dos dispositivos, bem como o uso individualizado de apenas um deles (o reservatório, na nona proposta). Os *layouts* das propostas podem ser visualizados das figuras 11 à 19.

Figura 11 – *Layout* – proposta 1



Figura 12 – *Layout* – proposta 2

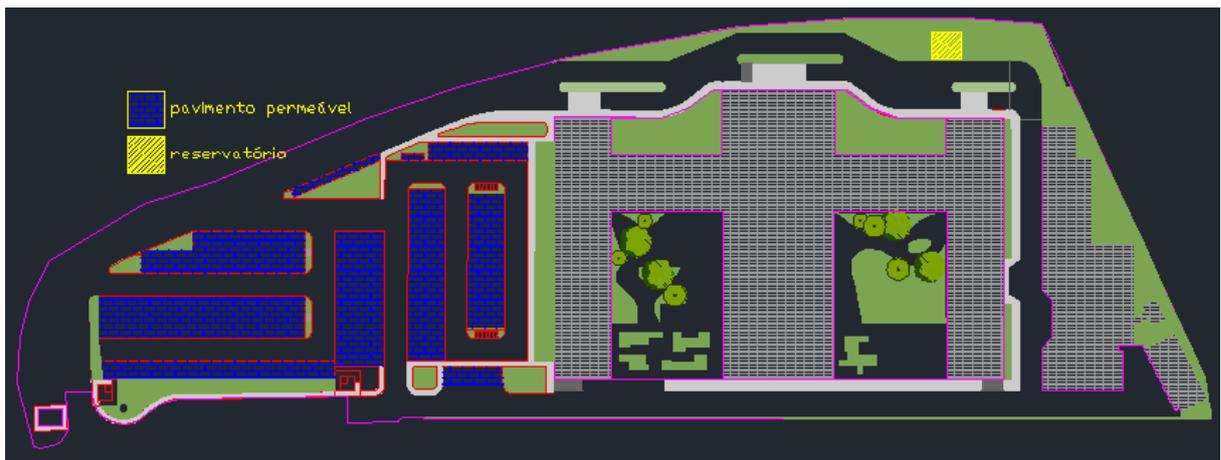


Figura 13 – *Layout* – proposta 3

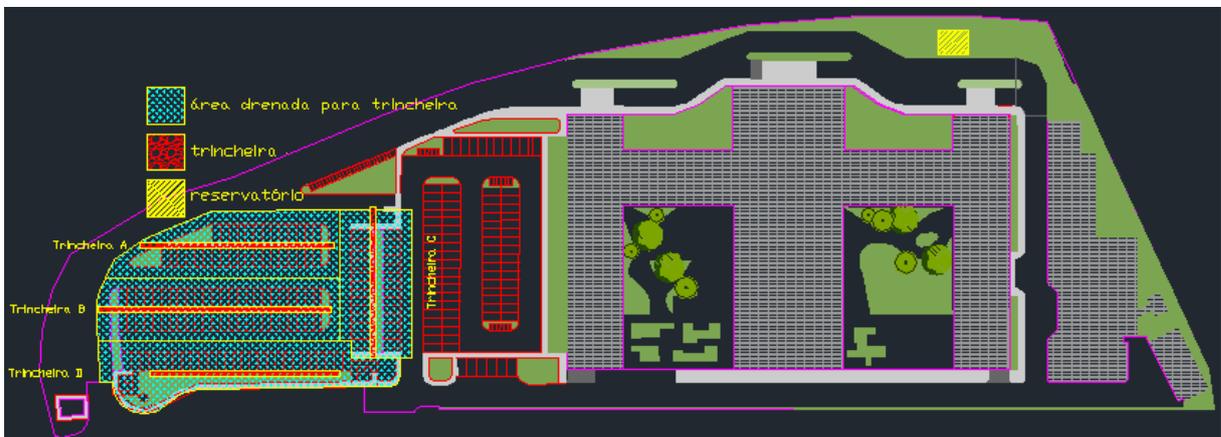


Figura 14 – Layout – proposta 4

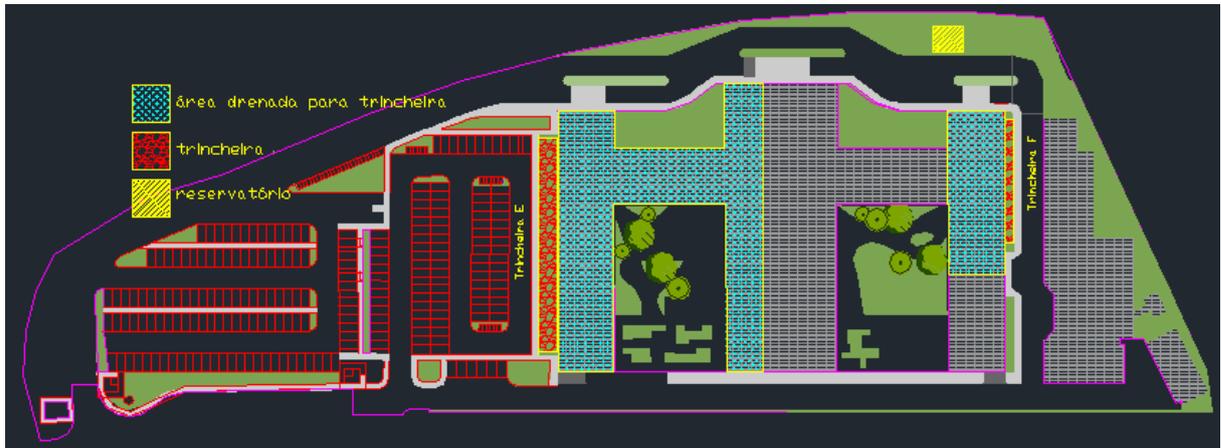


Figura 15 – Layout – proposta 5

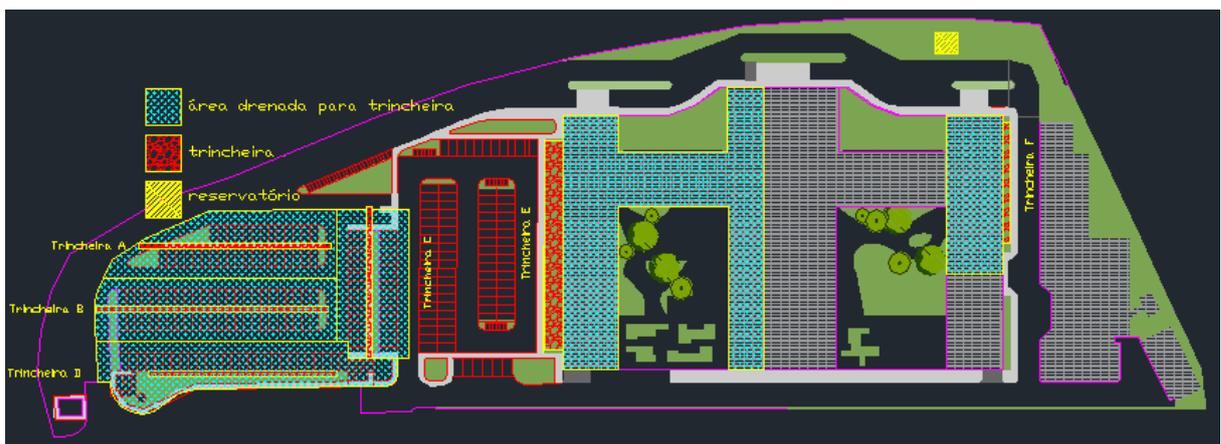


Figura 16 – Layout – proposta 6

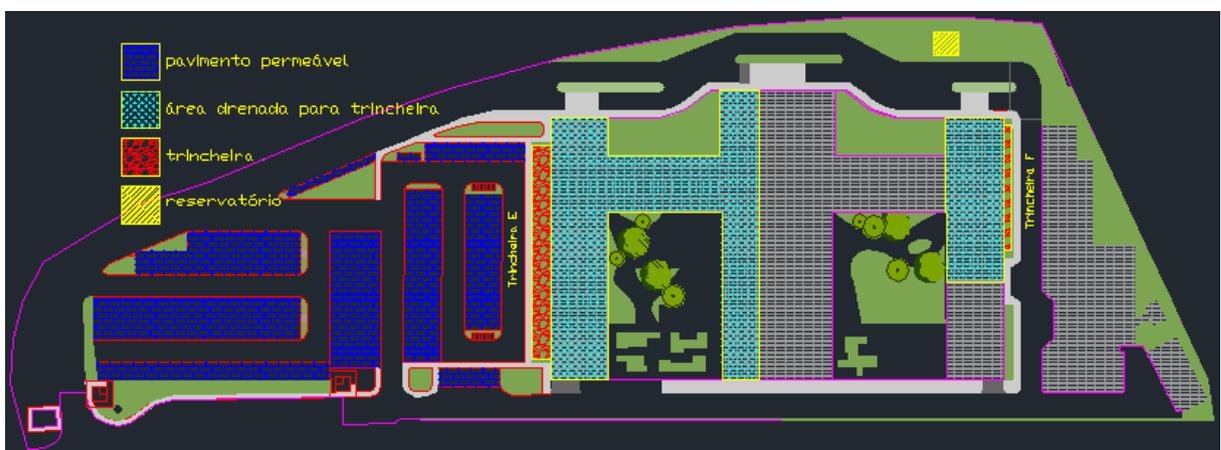


Figura 17 – *Layout* – proposta 7

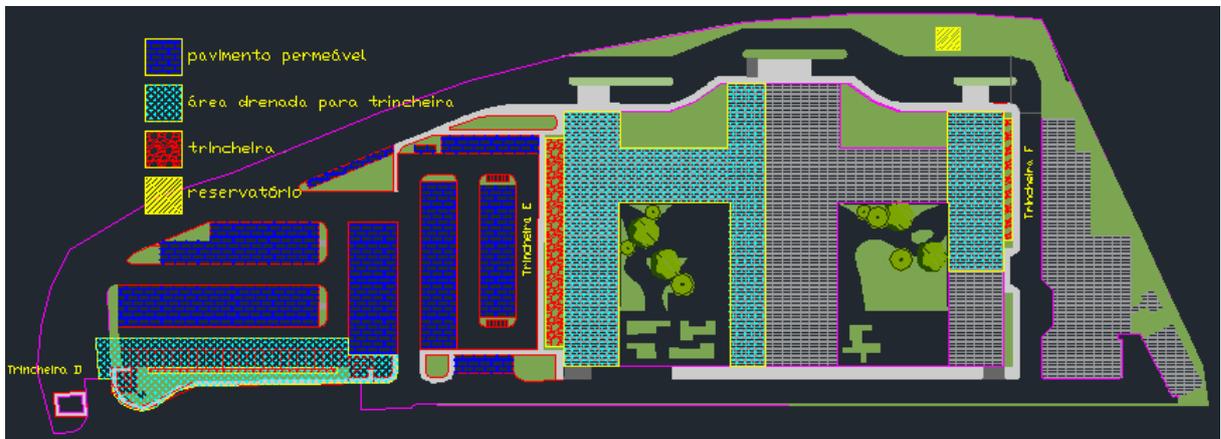


Figura 18 – *Layout* – proposta 8

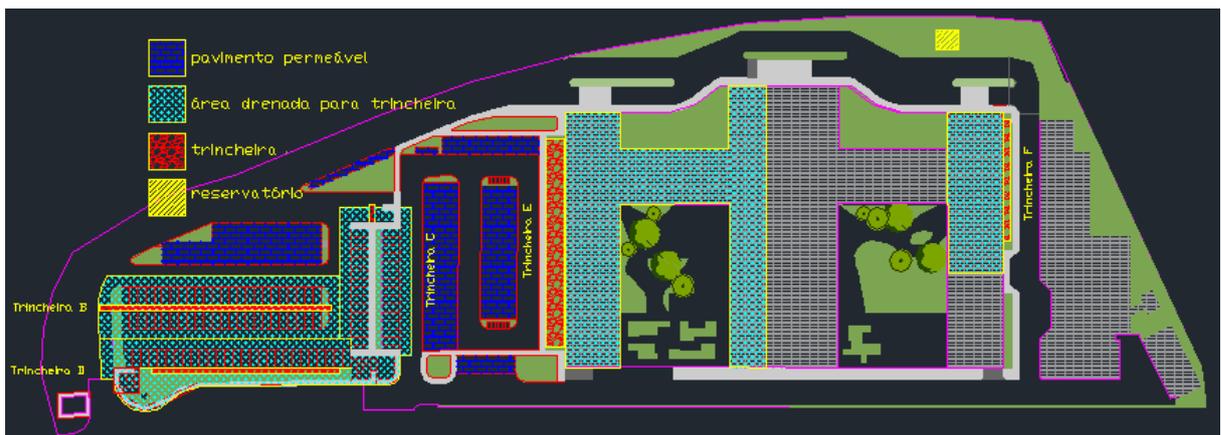
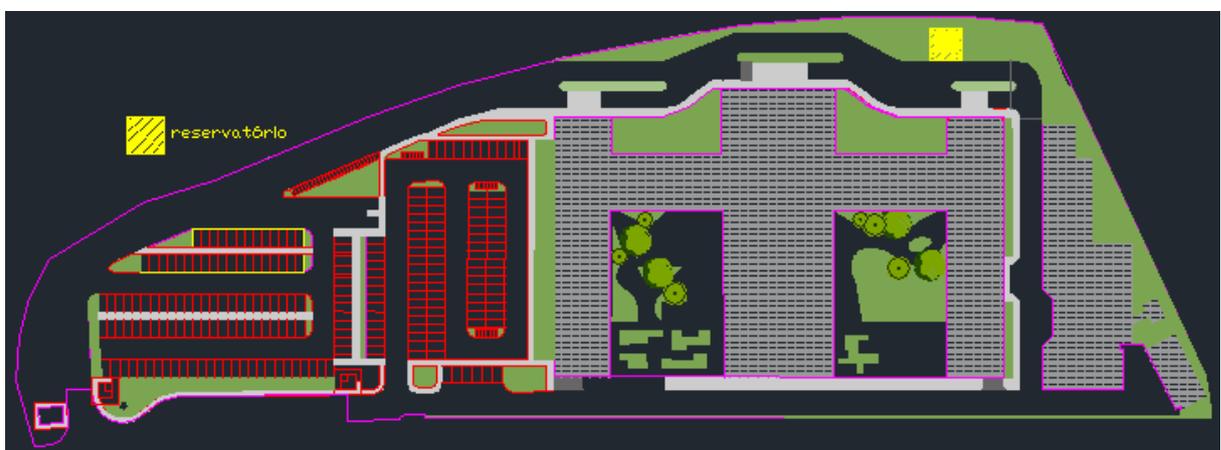


Figura 19 – *Layout* – proposta 9



5.2.1 Pavimento permeável

Fazendo-se uso dos valores e procedimento citados no tópico 3.3.1.1, procedeu-se à planilha de dimensionamento do pavimento permeável, disponível no Apêndice A. Faz-se necessário ressaltar que, uma vez que a área de base do pavimento era sempre a mesma área drenada para o dispositivo, o valor da relação entre essas áreas foi sempre igual a 1.

O valor máximo encontrado de 251,875mm foi arredondado para 260mm (26cm), para fins de facilidade de execução.

O tempo encontrado de esvaziamento da camada drenante foi de 53h, valor aceito, uma vez que situa-se abaixo do limite estabelecido de 72h.

5.2.2 Trincheira de infiltração

Foram elaboradas para as propostas, ao todo, seis diferentes trincheiras (identificadas como A, B, C, D, E e F). A tabela 12 resume as trincheiras de acordo com as áreas por ela drenadas e suas dimensões finais. Os dimensionamentos detalhados encontram-se disponíveis no Apêndice B.

Tabela 12 – Dimensionamento resumido - trincheiras

Trincheira	Área drenada (m ²)	Dimensões (m)		
		L	B	H
A	982,73	52,5	1,5	1,5
B	1151,48	63,5	1,5	1,5
C	783,23	41,5	1,5	1,5
D	1078,76	51,5	1,5	1,5
E	2565,02	57	5	1,5
F	742,09	33,5	2	1,5

As propostas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 tiveram parte de suas áreas drenadas para trincheiras. Tais áreas foram resultado de uma combinação de duas ou mais das trincheiras presentes na tabela 12.

A tabela 13 resume estas combinações, indicando a área total cedida à infiltração por meio destes dispositivos nas respectivas propostas. Os *layouts* das propostas, já apresentados no trabalho, confirmam os dados fornecidos na seguinte tabela.

Tabela 13 – Identificação das trincheiras por proposta

Proposta	Trincheiras utilizadas	Área total drenada (m ²)
3	A, B, C e D	3996,20
4	E e F	3307,11
5	A, B, C, D, E e F	7303,31
6	E e F	3307,11
7	D, E e F	4385,87
8	B, C, D, E e F	6320,58

5.2.3 Reservatório de detenção

Presente em todas as propostas, os dimensionamentos deste dispositivo se encontram no Apêndice C. Na tabela 14, encontram-se, por proposta, a área drenada para o reservatório, bem como a vazão de entrada no mesmo e suas dimensões.

Tabela 14 – Dimensionamento resumido - reservatórios

Proposta	Área drenada (m ²)	Vazão de entrada (m ³ /s)	Dimensões (m)		
			L	B	H
1	24126,21	0,76	8	6,75	3
2	23109,39	0,72	7	7	3
3	22087,64	0,69	7,25	6,5	3
4	22776,73	0,72	7	7	3
5	18780,53	0,55	6	5,5	3
6	19802,28	0,58	6	6	3
7	19033,78	0,56	6	5,5	3
8	18225,06	0,52	6	5	3
9	26083,84	0,85	8	8	3

Presente em todas as propostas, o dimensionamento deste dispositivo de encontra no Apêndice C. Na tabela 14, encontram-se, por proposta, a área drenada para o reservatório, bem como a vazão de entrada no mesmo e suas dimensões.

5.3 ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA

O orçamento completo encontra-se no Apêndice D. A tabela 15 apresenta, em síntese, os custos totais por dispositivo e proposta.

Tabela 15 – Resumo orçamentário das propostas

Proposta	Custo (R\$)			
	Pavimento permeável	Trincheira de infiltração	Reservatório de detenção	Σ
1	R\$ 141.576,44	R\$ -	R\$ 45.428,05	R\$ 187.004,49
2	R\$ 215.179,14	R\$ -	R\$ 42.031,18	R\$ 257.210,32
3	R\$ -	R\$ 32.467,18	R\$ 40.798,27	R\$ 73.265,45
4	R\$ -	R\$ 34.183,90	R\$ 42.031,18	R\$ 76.215,08
5	R\$ -	R\$ 66.651,08	R\$ 31.030,26	R\$ 97.681,34
6	R\$ 215.179,14	R\$ 34.183,90	R\$ 33.133,84	R\$ 282.496,88
7	R\$ 192.734,16	R\$ 42.184,56	R\$ 31.030,26	R\$ 265.948,98
8	R\$ 111.277,23	R\$ 58.495,57	R\$ 28.926,66	R\$ 198.699,46
9	R\$ -	R\$ -	R\$ 51.894,45	R\$ 51.894,45

5.4 DISCUSSÕES

Na tabela 12, pode-se perceber que a trincheira D drena uma área superior à trincheira A, embora seu comprimento seja inferior (a largura e a profundidade são as mesmas). Tal fato provavelmente decorre de maior presença de área permeável (grama) na área drenada pela trincheira D.

Analisando-se as tabelas 14 e 15, tendo em vista as propostas 3 e 4, percebe-se que a proposta 3 gera menos vazão ao reservatório e ainda assim se configura como opção mais vantajosa monetariamente. Tal fato decorre, provavelmente, de as trincheiras da proposta 4 terem sido colocadas sobre área de grama, revelando-se, assim, como opção menos vantajosa.

Nota-se, pela tabela 14, a dificuldade que os dispositivos de infiltração têm em, por si só, reduzirem a vazão de pós-urbanização ao valor natural de pré-ocupação. As vazões de entrada nos reservatórios, já descontadas as vazões que infiltram pelos dispositivos, encontram-se distantes do valor de escoamento natural do lote, de 0,23m³/s.

Observando-se as tabelas 14 e 15, atendo-se às propostas 1 e 2, cabe destaque ao fato de que, ao se diminuir a área drenada para o reservatório (decorrente de maior presença de pavimento permeável na proposta 2), o custo sobe consideravelmente. Este fato confirma a ideia de Pereira (2014), de que o pavimento permeável, do ponto de vista econômico, trata-se de uma alternativa mais custosa que o reservatório de detenção para obtenção da mesma eficiência.

Nas mesmas tabelas, analisando-se as propostas 2 e 4, percebe-se que, embora elas gerem a mesma vazão para o reservatório, a proposta 4 é consideravelmente menos onerosa. A opção 4 conta, além do reservatório, apenas com trincheiras, enquanto que a opção 2, com pavimento permeável.

Permanecendo nas tabelas 14 e 15, quando se comparam as alternativas 5 e 6, nota-se que a proposta 5 gera menos vazão para o reservatório que a opção 6 e, ainda assim, é mais viável financeiramente. A proposta 5 é composta, além do reservatório, apenas por trincheiras, enquanto a que proposta 6, pelo uso dos três dispositivos de forma conjunta.

Finalmente, quanto às propostas 6, 7 e 8, quanto maior a participação das trincheiras em detrimento do uso do pavimento permeável, mais econômica a proposta se torna. Esta observação confirma a ideia dos parágrafos anteriores, de que a trincheira apresentou melhor desempenho financeiro que o pavimento.

A opção 9 (apenas reservatório) apresenta-se como alternativa mais vantajosa financeiramente. De fato, em termo de custo por vazão controlada, o reservatório se destaca como a opção mais viável em todos os cenários.

Faz-se necessário, entretanto, destacar algumas desvantagens. O custo de drenagem dentro do lote para o reservatório é maior quanto menos infiltração houver. Este fato é destacado por Nakazone (2005), de que os dispositivos de infiltração reduzem os custos de rede, como por exemplo, com o uso de tubulações de menor diâmetro.

Além disso, cabe destaque ao fato de que, embora capaz de controlar a vazão, o reservatório não diminui o volume de escoamento de pós-ocupação. Por seu próprio funcionamento, há apenas uma redistribuição das vazões no tempo, a fim de que se reduza a vazão de pico. A quantidade escoada, entretanto, não é diminuída.

Por fim, o uso do reservatório não proporciona a recarga do lençol freático. O não abastecimento do lençol trata-se de um dos principais impactos negativos sobre o ciclo hidrológico gerado pela urbanização e o reservatório de retenção não é capaz de atenuar este problema.

6 CONCLUSÕES

Através do projeto arquitetônico fornecido para este trabalho, foi possível estabelecer, com precisão, dados importantes para a etapa de geração de vazões. Para tal, cabe destaque às superfícies de cobertura do solo em condição de pós-ocupação, bem como a declividade do lote, por meio de cotas topográficas presentes no projeto.

Não foi possível, entretanto, a obtenção de dados do estudo geotécnico do lote. Dessa forma, embora o terreno tenha sido identificado e o projeto arquitetônico fornecido, foi necessário adotar valores de considerável importância ao longo do trabalho.

Entretanto, os dimensionamentos e orçamentos calculados permitiram a observação de pontos importantes, já citados no tópico anterior. Alguns deles confirmaram o que já fora proposto por estudos técnicos anteriores.

Dentre as oito primeiras propostas sugeridas, cabe destaque àquelas em que a infiltração contou com participação única ou preponderante das trincheiras. As opções 3, 5 e 8, dessa forma, surgem como alternativas mais interessantes, em que há considerável redução da vazão que aporta ao reservatório, com custo total mais sugestivo que o presente nas demais.

A opção 9 também merece destaque, sendo a mais interessante do ponto de vista financeiro, considerando apenas os gastos com dispositivos de técnicas compensatórias, excetuando-se, portanto, os demais gastos de drenagem, como tubulação, por exemplo.

Por fim, destaca-se a importância da presença de dispositivos de infiltração em lotes após urbanização, para que haja redução dos potenciais volumes escoados, bem como a garantia de certa vazão para abastecimento dos lençóis freáticos. Dessa forma, embora a opção 9 surja como possivelmente a mais viável financeiramente, para o meio ambiente, não se destaca como a melhor opção.

Espera-se que este estudo tenha contribuído para de, alguma forma, impulsionar o conhecimento em drenagem urbana, em especial, em técnicas de controle de escoamento na fonte. Faz-se necessário que ideias mais complexas de combinação otimizada dos dispositivos estejam presentes nas pesquisas do tema. Assim, o incentivo ao uso das técnicas compensatórias ganhará força, fato que se torna cada vez mais necessário frente às más consequências hidrológicas causadas pela urbanização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, Laura Albuquerque. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte.** 2005.

ACQUAFLUXUS. **Drenagem Sustentável.** COPPE, UFRJ. 2017.

BAPTISTA, M.B. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana.** 1 ed. Porto Alegre: ABRH. 2005.

BRASIL. **Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e de Manejo de Águas Pluviais.** Ministério das Cidades. Manual Técnico. 2012.

BURIAN, Steven; EDWARDS, Findlay. **Historical Perceptions of Urban Drainage. Ninth International Conference on Urban Drainage.** Setembro - 2012.

CHOCAT, B *et. al.*. **Urban Drainage Redefined: from stormwater removal to integrated management.** Revista Water Science and Technology, v.43, n.5, 2001.

DIETZ, M.E. **Low Impact Development Practises. Revista Water, air and soil pollution.** Novembro - 2007.

GUERREIRO, R. **Práticas de microdrenagem sustentáveis para a redução do escoamento superficial urbano.** 2014. Monografia. Universidade de São Paulo, 2014.

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

MARQUES, A.S. *et. al.* **Sistema de Baixo Custo para Aquecimento de Água Utilizando Mangueiras de Polietileno par Aplicação em Unidades de Cozinha de Detenção.** XV Safety, Health and Environment World Congress. Porto – Portugal. Julho – 2015.

MATTOS, ALDO D. **Como orçar construção de cisternas.** Revista Construção Mercado. 2009. Disponível em <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/99/reservatorios-de-agua-veja-passo-a-passo-como-calcular-as-quantidades-298838-1.aspx>. Acesso em maio de 2018.

MIGUEZ, M. G.; MAGALHAES, L.P. **Urban Flood Control, Simulation and Management - an Integrated Approach.** Revista InTech. Maio – 2010.

PINTO, HKRF. **Otimização econômica de técnicas compensatórias em drenagem urbana.** Monografia. Universidade Federal da Paraíba. 2014.

REZENDE, C.; HELLER, L. **O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces.** Belo Horizonte. Editora UFMG. 2008.

SANTOS, A.R. **Deslizamentos e enchentes: culpar a chuva mais uma vez?** Disponível em: <<https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/03>>. Acesso abril de 2018.

TUCCI, CEM *et. al.* **Controle da Drenagem Urbana no Brasil: Avanços e Mecanismos para sua Sustentabilidade.** XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo. 2007.

TUCCI, CEM. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ministério das Cidades. Dezembro – 2005.

_____. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ministério das Cidades. Dezembro – 2005.

_____. **Água no Meio Urbano.** Livro Água Doce. Novembro – 1997.

APÊNDICE A – DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO PERMEÁVEL

t (min)	t (h)	I (mm/h)	IRt/σ	qt/σ	h (mm)	h max (mm)
15	0,25	141,848	88,655	1,191	87,464	251,875
30	0,5	103,129	128,912	2,383	126,529	
45	0,75	81,897	153,556	3,574	149,982	
60	1	68,358	170,896	4,765	166,131	
75	1,25	58,918	184,118	5,956	178,162	
90	1,5	51,930	194,739	7,148	187,592	
105	1,75	46,534	203,586	8,339	195,248	
120	2	42,231	211,155	9,530	201,625	
135	2,25	38,713	217,761	10,721	207,040	
120	2	42,231	211,155	9,530	201,625	
135	2,25	38,713	217,761	10,721	207,040	
150	2,5	35,779	223,621	11,913	211,708	
165	2,75	33,292	228,885	13,104	215,781	
180	3	31,155	233,663	14,295	219,368	
195	3,25	29,297	238,038	15,486	222,552	
210	3,5	27,666	242,074	16,678	225,397	
225	3,75	26,221	245,821	17,869	227,952	
240	4	24,932	249,317	19,060	230,257	
255	4,25	23,774	252,596	20,251	232,344	
270	4,5	22,727	255,683	21,443	234,240	
285	4,75	21,777	258,600	22,634	235,967	
300	5	20,909	261,367	23,825	237,542	
315	5,25	20,114	263,997	25,016	238,981	
330	5,5	19,382	266,505	26,208	240,298	
345	5,75	18,706	268,902	27,399	241,503	
360	6	18,080	271,198	28,590	242,608	
375	6,25	17,498	273,401	29,781	243,619	
390	6,5	16,955	275,519	30,973	244,546	
405	6,75	16,448	277,558	32,164	245,395	
420	7	15,973	279,525	33,355	246,170	
435	7,25	15,527	281,425	34,546	246,879	
450	7,5	15,107	283,263	35,738	247,525	
465	7,75	14,712	285,042	36,929	248,113	
480	8	14,338	286,767	38,120	248,647	
495	8,25	13,985	288,440	39,311	249,129	
510	8,5	13,650	290,066	40,503	249,564	
525	8,75	13,332	291,647	41,694	249,953	
540	9	13,030	293,185	42,885	250,300	
555	9,25	12,743	294,683	44,076	250,607	
570	9,5	12,469	296,143	45,268	250,876	
585	9,75	12,208	297,568	46,459	251,109	
600	10	11,958	298,958	47,650	251,308	
615	10,25	11,720	300,316	48,841	251,474	
630	10,5	11,491	301,643	50,033	251,610	
645	10,75	11,272	302,940	51,224	251,717	
660	11	11,062	304,210	52,415	251,795	
675	11,25	10,861	305,453	53,606	251,847	
690	11,5	10,667	306,671	54,798	251,873	
705	11,75	10,480	307,864	55,989	251,875	
720	12	10,301	309,034	57,180	251,854	
735	12,25	10,128	310,181	58,371	251,810	
750	12,5	9,962	311,307	59,563	251,745	
765	12,75	9,801	312,412	60,754	251,659	
780	13	9,646	313,498	61,945	251,553	
795	13,25	9,496	314,564	63,136	251,428	
810	13,5	9,351	315,612	64,328	251,284	
825	13,75	9,211	316,642	65,519	251,123	
840	14	9,076	317,655	66,710	250,945	
855	14,25	8,945	318,652	67,901	250,751	

APÊNDICE B – DIMENSIONAMENTO DAS TRINCHEIRAS

B1 – TRINCHEIRA A;

- B1 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- B1 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo;
- B1 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira;
- B1 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira;
- B1 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

B2 – TRINCHEIRA B;

- B2 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- B2 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo;
- B2 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira;
- B2 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira;
- B2 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

B3 – TRINCHEIRA C;

- B3 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- B3 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo;
- B3 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira;
- B3 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira;
- B3 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

B4 – TRINCHEIRA D;

- B4 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- B4 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo;
- B4 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira;
- B4 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira;
- B4 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

B5 – TRINCHEIRA E;

- B5 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- B5 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo;
- B5 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira;

- B5 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira;
 B5 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

B6 – TRINCHEIRA F;

- B1 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
 B1 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo;
 B1 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira;
 B1 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira;
 B1 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

B1 – TRINCHEIRA A;

B1 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento.

		Área correspondente (m ²)
Ce (área 1)	0,875	824,61
Ce (área 2)	0,075	79,37
Ce final		0,740

B1 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo.

Adren (m ²)	982,73
Ce final	0,740
K (m/s)	0,000111
Fator de segurança	2
Kcorr (m/s)	5,55556E-05
Porosidade	0,4

B1 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira.

d (min)	i(m/h)	Ve (m³)
15	0,141848	32,248
30	0,103129	46,891
45	0,081897	55,855
60	0,068358	62,162
75	0,058918	66,972
90	0,051930	70,835
105	0,046534	74,053
120	0,042231	76,806
135	0,038713	79,209
150	0,035779	81,341
165	0,033292	83,255
180	0,031155	84,993
195	0,029297	86,585
210	0,027666	88,053

B1 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira.

L (arbitrado - m)	H (m)	B (m)	Vinic. Disp (m³)	Ainf (m²)
52,5	1,5	1,5	118,13	162

B1 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

Ve (m³)	Vs (m³)	Ve-Vs (m³)	Maximo Volume Nec.	Vnec (m³)
32,248	4,05	28,198	46,722	116,8
46,891	8,1	38,791		
55,855	12,15	43,705		
62,162	16,2	45,962		
66,972	20,25	46,722		
70,835	24,3	46,535		
74,053	28,35	45,703		
76,806	32,4	44,406		
79,209	36,45	42,759		
81,341	40,5	40,841		
83,255	44,55	38,705		
84,993	48,6	36,393		
86,585	52,65	33,935		
88,053	56,7	31,353		

B2 – TRINCHEIRA B

B2 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento.

		Área correspondente (m ²)
Ce (área 1)	0,875	1005,67
Ce (área 2)	0,075	50,56
Ce final	0,767	

B2 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo.

Adren (m²)	1151,48
Ce final	0,767
K (m/s)	0,000111
Fator de segurança	2
Kcorr (m/s)	5,55556E-05
Porosidade	0,4

B2 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira.

d (min)	i(m/h)	Ve (m³)
15	0,141848	39,175
30	0,103129	56,963
45	0,081897	67,853
60	0,068358	75,515
75	0,058918	81,357
90	0,051930	86,051
105	0,046534	89,960
120	0,042231	93,304
135	0,038713	96,224
150	0,035779	98,813
165	0,033292	101,139
180	0,031155	103,250
195	0,029297	105,184
210	0,027666	106,967

B2 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira.

L (arbitrado - m)	H (m)	B (m)	Vinic. Disp (m³)	Ainf (m²)
63,5	1,5	1,5	142,88	195

B2 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

Ve (m³)	Vs (m³)	Ve-Vs (m³)	Maximo Volume Nec.	Vnec (m³)
39,175	4,875	34,300	56,982	142,460
56,963	9,75	47,213		
67,853	14,625	53,228		
75,515	19,5	56,015		
81,357	24,375	56,982		
86,051	29,25	56,801		
89,960	34,125	55,835		
93,304	39	54,304		
96,224	43,875	52,349		
98,813	48,75	50,063		
101,139	53,625	47,514		
103,250	58,5	44,750		
105,184	63,375	41,809		
106,967	68,25	38,717		
108,622	73,125	35,497		

B3 – TRINCHEIRA C

B3 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento.

		Área correspondente (m ²)
Ce (área 1)	0,875	653,95
Ce (área 2)	0,075	67,03
Ce final	0,737	

B3 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo.

Adren (m²)	783,23
Ce final	0,737
K (m/s)	0,000111
Fator de segurança	2
Kcorr (m/s)	5,55556E-05
Porosidade	0,4

B3 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira.

d (min)	i(m/h)	Ve (m³)
15	0,141848	25,587
30	0,103129	37,206
45	0,081897	44,319
60	0,068358	49,323
75	0,058918	53,139
90	0,051930	56,205
105	0,046534	58,758
120	0,042231	60,943
135	0,038713	62,850
150	0,035779	64,541
165	0,033292	66,060
180	0,031155	67,439
195	0,029297	68,702
210	0,027666	69,867

B3 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira.

L (arbitrado - m)	H (m)	B (m)	Vinic. Disp (m³)	Ainf (m²)
41,5	1,5	1,5	93,38	129

B3 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

Ve (m³)	Vs (m³)	Ve-Vs (m³)	Maximo Volume Nec.	Vnec (m³)
25,587	3,225	22,362	37,014	92,54
37,206	6,45	30,756		
44,319	9,675	34,644		
49,323	12,9	36,423		
53,139	16,125	37,014		
56,205	19,35	36,855		
58,758	22,575	36,183		
60,943	25,8	35,143		
62,850	29,025	33,825		
64,541	32,25	32,291		
66,060	35,475	30,585		
67,439	38,7	28,739		
68,702	41,925	26,777		
69,867	45,15	24,717		

B4 – TRINCHEIRA D

B4 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento.

		Área correspondente (m ²)
Ce (área 1)	0,875	798,3
Ce (área 2)	0,075	203,21
Ce final	0,662	

B4 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo.

Adren (m²)	1078,76
Ce final	0,662
K (m/s)	0,000111
Fator de segurança	2
Kcorr (m/s)	5,55556E-05
Porosidade	0,4

B4 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira.

d (min)	i(m/h)	Ve (m³)
15	0,141848	31,639
30	0,103129	46,006
45	0,081897	54,801
60	0,068358	60,989
75	0,058918	65,707
90	0,051930	69,498
105	0,046534	72,655
120	0,042231	75,356
135	0,038713	77,714
150	0,035779	79,805
165	0,033292	81,684
180	0,031155	83,389
195	0,029297	84,950
210	0,027666	86,391

B4 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira.

L (arbitrado - m)	H (m)	B (m)	Vinic. Disp (m³)	Ainf (m²)
51,5	1,5	1,5	115,88	159

B4 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

Ve (m³)	Vs (m³)	Ve-Vs (m³)	Maximo Volume Nec.	Vnec (m³)
31,639	3,975	27,664	45,832	114,58
46,006	7,95	38,056		
54,801	11,925	42,876		
60,989	15,9	45,089		
65,707	19,875	45,832		
69,498	23,85	45,648		
72,655	27,825	44,830		
75,356	31,8	43,556		
77,714	35,775	41,939		
79,805	39,75	40,055		
81,684	43,725	37,959		
83,389	47,7	35,689		
84,950	51,675	33,275		
86,391	55,65	30,741		

B5 – TRINCHEIRA E

B5- 1 – Determinação do coeficiente de escoamento.

		Área correspondente (m ²)
Ce (área 1)	0,85	2280,02
Ce (área 2)	-	-
Ce final	0,756	

B5 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo.

Adren (m²)	2565,02
Ce final	0,756
K (m/s)	0,000111
Fator de segurança	2
Kcorr (m/s)	5,55556E-05
Porosidade	0,4

B5 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira.

d (min)	i(m/h)	Ve (m³)
15	0,141848	85,907
30	0,103129	124,916
45	0,081897	148,797
60	0,068358	165,599
75	0,058918	178,412
90	0,051930	188,704
105	0,046534	197,277
120	0,042231	204,611
135	0,038713	211,013
150	0,035779	216,691
165	0,033292	221,791
180	0,031155	226,421
195	0,029297	230,661
210	0,027666	234,572

B5 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira.

L (arbitrado - m)	H (m)	B (m)	Vinic. Disp (m³)	Ainf (m²)
57	1,5	5	427,5	186

B5 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

Ve (m³)	Vs (m³)	Ve-Vs (m³)	Maximo Volume Nec.	Vnec (m³)
85,907	4,65	81,257	170,641	426,6
124,916	9,3	115,616		
148,797	13,95	134,847		
165,599	18,6	146,999		
178,412	23,25	155,162		
188,704	27,9	160,804		
197,277	32,55	164,727		
204,611	37,2	167,411		
211,013	41,85	169,163		
216,691	46,5	170,191		
221,791	51,15	170,641		
226,421	55,8	170,621		
230,661	60,45	170,211		
234,572	65,1	169,472		

B6 – TRINCHEIRA F

B6- 1 – Determinação do coeficiente de escoamento.

		Área correspondente (m ²)
Ce (área 1)	0,85	675,09
Ce (área 2)	-	-
Ce final	0,773	

B6 – 2 – Dados a serem utilizados no cálculo.

Adren (m²)	742,09
Ce final	0,773
K (m/s)	0,000111
Fator de segurança	2
Kcorr (m/s)	5,55556E-05
Porosidade	0,4

B6 – 3 – Cálculo dos volumes que aportariam à trincheira.

d (min)	i(m/h)	Ve (m³)
15	0,141848	25,436
30	0,103129	36,986
45	0,081897	44,057
60	0,068358	49,032
75	0,058918	52,826
90	0,051930	55,873
105	0,046534	58,412
120	0,042231	60,583
135	0,038713	62,479
150	0,035779	64,160
165	0,033292	65,670
180	0,031155	67,041
195	0,029297	68,296
210	0,027666	69,454

B6 – 4 – Dimensões finais encontradas para a trincheira.

L (arbitrado - m)	H (m)	B (m)	Vinic. Disp (m³)	Ainf (m²)
33,5	1,5	2	100,5	106,5

B6 – 5 – Cálculo do volume final necessário à trincheira.

Ve (m³)	Vs (m³)	Ve-Vs (m³)	Maximo Volume Nec.	Vnec (m³)
25,436	2,6625	22,774	39,898	99,75
36,986	5,325	31,661		
44,057	7,9875	36,070		
49,032	10,65	38,382		
52,826	13,3125	39,513		
55,873	15,975	39,898		
58,412	18,6375	39,774		
60,583	21,3	39,283		
62,479	23,9625	38,516		
64,160	26,625	37,535		
65,670	29,2875	36,383		
67,041	31,95	35,091		
68,296	34,6125	33,684		
69,454	37,275	32,179		

APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

C1 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 1;

C1 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;

C1 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;

C1 – 3 – Determinação do volume do reservatório;

C1 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C2 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 2;

C2 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;

C2 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;

C2 – 3 – Determinação do volume do reservatório;

C2 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C3 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 3;

C3 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;

C3 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;

C3 – 3 – Determinação do volume do reservatório;

C3 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C4 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 4;

C4 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;

C4 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;

C4 – 3 – Determinação do volume do reservatório;

C4 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C5 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 5;

C5 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;

C5 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;

C5 – 3 – Determinação do volume do reservatório;

C5 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C6 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 6;

- C6 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- C6 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;
- C6 – 3 – Determinação do volume do reservatório;
- C6 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C7 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 7;

- C7 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- C7 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;
- C7 – 3 – Determinação do volume do reservatório;
- C7 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C8 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 8;

- C8 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- C8 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;
- C8 – 3 – Determinação do volume do reservatório;
- C8 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C9 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 8;

- C9 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento;
- C9 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório;
- C9 – 3 – Determinação do volume do reservatório;
- C9 – 4 - Dimensões finais do reservatório.

C1 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 1

C1 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	0	6869,99
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	1890	8847,74
grama	0,075	8476,11	67,03	8409,08
Ce final	0,589		Σ	24126,81

C1 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,589
A (km ²)	0,02412681
Q (m ³ /s)	0,760

C1 – 3 – Determinação do volume do reservatório

Q _{ent.}	0,760
Q _{sai.}	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	159

C1 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
8,00	6,75	3,00	162,00

C2 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 2

C2 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	0	6869,99
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	2907,42	7830,32
grama	0,075	8476,11	67,03	8409,08
Ce final	0,576		Σ	23109,39

C2 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,576
A (km ²)	0,02310939
Q (m ³ /s)	0,720

C2 – 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,720
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	147

C2 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
7,00	7,00	3,00	147,00

C3 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 3

C3 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	0	6869,99
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	3518,78	7218,96
grama	0,075	8476,11	477,42	7998,69
Ce final	0,578		Σ	22087,64

C3 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,578
A (km ²)	0,02208764
Q (m³/s)	0,690

C3 – 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,690
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m³)	138

C3 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
7,25	6,50	3,00	141,38

C4 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 4

C4 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	2955,11	3914,88
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	-	10737,74
grama	0,075	8476,11	352	8124,11
Ce final	0,585		Σ	22776,73

C4 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,585
A (km ²)	0,02277673
Q (m ³ /s)	0,720

C4 – 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,720
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	147

C4 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
7,00	7,00	3,00	147,00

C5 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 5

C5 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	2955,11	3914,88
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	3518,78	7218,96
grama	0,075	8476,11	829,42	7646,69
Ce final	0,544		Σ	18780,53

C5 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,544
A (km ²)	0,01878053
Q (m ³ /s)	0,550

C5 – 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,550
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	96

C5 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
6,00	5,50	3,00	99,00

C6 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 6

C6 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto (m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	2955,11	3914,88
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	2907,42	7830,32
grama	0,075	8476,11	419,03	8057,08
Ce final	0,545		Σ	19802,28

C6 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,545
A (km ²)	0,01980228
Q (m ³ /s)	0,580

C6 – 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,580
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	105

C6 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
6,00	6,00	3,00	108,00

C7 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 7

C7 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	2955,11	3914,88
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	3395,46	7342,28
grama	0,075	8476,11	699,49	7776,62
Ce final	0,543		Σ	19033,78

C7 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,543
A (km ²)	0,01903378
Q (m ³ /s)	0,560

C7– 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,560
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	99

C7 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
6,00	5,50	3,00	99,00

C8 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 8

C8 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

Tipo de superfície	Ce	Área em projeto(m ²)	Parte cedida à infiltração (m ²)	Área que contribui pro reservatório (m ²)
telhado	0,85	6869,99	2955,11	3914,88
concreto (estacionamento)	0,875	10737,74	4153,62	6584,12
grama	0,075	8476,11	750,05	7726,06
Ce final	0,530		Σ	18225,06

C8 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

Novo cenário pós - ocupação	
i (mm/h)	193,18
ce	0,530
A (km ²)	0,01822506
Q (m ³ /s)	0,520

C8– 3 – Determinação do volume do reservatório

Qent. (m ³ /s)	0,520
Qsai. (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	87

C8 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
6,00	5,00	3,00	90,00

C9 – RESERVATÓRIO - PROPOSTA 9

C9 – 1 – Determinação do coeficiente de escoamento

$$C_e = 0,608.$$

C9 – 2 – Determinação da vazão que aporta ao reservatório

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,85.$$

C9– 3 – Determinação do volume do reservatório

Q _{ent.} (m ³ /s)	0,850
Q _{sai.} (m ³ /s)	0,23
tent.c.	5,00
Volarm. (m ³)	186

C9 – 4 - Dimensões finais do reservatório

L(m)	B(m)	H(m)	V(m ³)
8,00	8,00	3,00	192,00

APÊNDICE D – ORÇAMENTOS – PROPOSTAS

D1 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 1;

D2 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 2;

D3 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 3;

D4 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 4;

D5 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 5;

D6 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 6;

D7 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 7;

D8 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 8;

D9 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 9;

D1 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 1

Proposta 1						
1.0	Pavimento permeável					R\$ 141.576,44
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1.1	74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M³, DMT 50 a 200M	m³	R\$ 4,19	684,9605	R\$ 2.869,98
1.2	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m²	R\$ 44,61	1957,03	R\$ 87.303,11
1.3	88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m³	R\$ 64,28	48,92575	R\$ 3.144,95
1.5	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	508,8278	R\$ 25.517,71
1.6	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	3914,06	R\$ 22.740,69
2.0	Reservatório					R\$ 45.428,05
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	215,6875	R\$ 1.520,60
2.2	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\$ 1,75	61,625	R\$ 107,84
2.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	61,625	R\$ 1.047,01
2.4	90997	FÓRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	177	R\$ 2.306,31
2.5	90998	FÓRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	216	R\$ 3.373,92
2.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	29,475	R\$ 7.690,62
2.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	29,475	R\$ 3.572,96
2.8	92793	ORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM	kg	R\$ 6,29	1768,5	R\$ 11.123,87
2.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1768,5	R\$ 14.660,87
2.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$ 24,05
					Σ	R\$ 187.004,49

D2 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 2

Proposta 2						
1.0	Pavimento permeável					R\$ 215.179,14
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1.1	74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M³, DMT 50 a 200M	m³	R\$ 4,19	1041,0575	R\$ 4.362,03
1.2	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m²	R\$ 44,61	2974,45	R\$ 132.690,21
1.3	88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m³	R\$ 64,28	74,36125	R\$ 4.779,94
1.5	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	773,357	R\$ 38.783,85
1.6	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	5948,9	R\$ 34.563,11
2.0	Reservatório					R\$ 42.031,18
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	196,875	R\$ 1.387,97
2.2	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\$ 1,75	56,25	R\$ 98,44
2.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIER, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	56,25	R\$ 955,69
2.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	168	R\$ 2.189,04
2.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	196	R\$ 3.061,52
2.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2:7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	27,3	R\$ 7.123,12
2.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	27,3	R\$ 3.309,31
2.8	92793	ORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM	kg	R\$ 6,29	1638	R\$ 10.303,02
2.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1638	R\$ 13.579,02
2.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$ 24,05
					Σ	R\$ 257.210,32

D3 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 3

Proposta 3						
1.0	Trincheira A					R\$ 8.155,51
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	118,125	R\$ 832,78
1.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	118,125	R\$ 5.923,97
1.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	240,75	R\$ 1.398,76
2.0	Trincheira B					R\$ 9.858,80
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	142,875	R\$ 1.007,27
2.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	142,875	R\$ 7.165,18
2.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	290,25	R\$ 1.686,35
3.0	Trincheira C					R\$ 6.452,21
3.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	93,375	R\$ 658,29
3.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	93,375	R\$ 4.682,76
3.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	191,25	R\$ 1.111,16
4.0	Trincheira D					R\$ 8.000,66
4.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	115,875	R\$ 816,92
4.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	115,875	R\$ 5.811,13
4.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	236,25	R\$ 1.372,61
5.0	Reservatório					R\$ 40.798,27
5.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	189,875	R\$ 1.338,62
5.2	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\$ 1,75	54,25	R\$ 94,94
5.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	54,25	R\$ 921,71
5.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	165	R\$ 2.149,95
5.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	188,5	R\$ 2.944,37
5.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	26,5125	R\$ 6.917,64
5.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	26,5125	R\$ 3.213,85
5.8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6,29	1590,75	R\$ 10.005,82
5.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1590,75	R\$ 13.187,32
5.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$ 24,05
					Σ	R\$ 73.265,45

D4 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 4

Proposta 4						
1.0	Trincheira E					R\$ 27.427,25
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	431,25	R\$ 3.040,31
1.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	431,25	R\$ 21.627,19
1.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	475	R\$ 2.759,75
2.0	Trincheira F					R\$ 6.756,65
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	100,5	R\$ 708,53
2.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	100,5	R\$ 5.040,08
2.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	173,5	R\$ 1.008,04
3.0	Reservatório					R\$ 42.031,18
3.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	196,875	R\$ 1.387,97
3.2	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\$ 1,75	56,25	R\$ 98,44
3.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	56,25	R\$ 955,69
3.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	168	R\$ 2.189,04
3.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	196	R\$ 3.061,52
3.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	27,3	R\$ 7.123,12
3.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	27,3	R\$ 3.309,31
3.8	92793	ORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM	kg	R\$ 6,29	1638	R\$ 10.303,02
3.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1638	R\$ 13.579,02
3.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$ 24,05
					Σ	R\$ 76.215,08

D5 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 5

Proposta 5						
1.0	Trincheira A					R\$ 8.155,51
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	118,125	R\$ 832,78
1.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	118,125	R\$ 5.923,97
1.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	240,75	R\$ 1.398,76
2.0	Trincheira B					R\$ 9.858,80
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	142,875	R\$ 1.007,27
2.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	142,875	R\$ 7.165,18
2.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	290,25	R\$ 1.686,35
3.0	Trincheira C					R\$ 6.452,21
3.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	93,375	R\$ 658,29
3.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	93,375	R\$ 4.682,76
3.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	191,25	R\$ 1.111,16
4.0	Trincheira D					R\$ 8.000,66
4.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	115,875	R\$ 816,92
4.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	115,875	R\$ 5.811,13
4.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	236,25	R\$ 1.372,61
5.0	Trincheira E					R\$ 27.427,25
5.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	431,25	R\$ 3.040,31
5.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	431,25	R\$ 21.627,19
5.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	475	R\$ 2.759,75
6.0	Trincheira F					R\$ 6.756,65
6.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	100,5	R\$ 708,53
6.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	100,5	R\$ 5.040,08
6.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	173,5	R\$ 1.008,04
7.0	Reservatório					R\$ 31.030,26
7.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	136,5	R\$ 962,33
7.2	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\$ 1,75	39	R\$ 68,25
7.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIEIS, ESPESURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	39	R\$ 662,61
7.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	138	R\$ 1.798,14
7.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	132	R\$ 2.061,84
7.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	20,25	R\$ 5.283,63
7.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	20,25	R\$ 2.454,71
7.8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6,29	1215	R\$ 7.642,35
7.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1215	R\$ 10.072,35
7.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$ 24,05
					Σ	R\$ 97.681,34

D6 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 6

Proposta 6							
1.0	Pavimento permeável					R\$	215.179,14
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	
1.1	74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M ³ , DMT 50 a 200M	m ³	R\$ 4,19	1041,0575	R\$	4.362,03
1.2	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m ²	R\$ 44,61	2974,45	R\$	132.690,21
1.3	88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m ³	R\$ 64,28	74,36125	R\$	4.779,94
1.5	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	773,357	R\$	38.783,85
1.6	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	5948,9	R\$	34.563,11
2.0	Trincheira E					R\$	27.427,25
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	431,25	R\$	3.040,31
2.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	431,25	R\$	21.627,19
2.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	475	R\$	2.759,75
3.0	Trincheira F					R\$	6.756,65
3.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	100,5	R\$	708,53
3.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	100,5	R\$	5.040,08
3.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	173,5	R\$	1.008,04
4.0	Reservatório					R\$	33.133,84
4.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	147,875	R\$	1.042,52
4.2	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	m ²	R\$ 1,75	42,25	R\$	73,94
4.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIER, ESPESSURA DE 5CM.	m ²	R\$ 16,99	42,25	R\$	717,83
4.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m ²	R\$ 13,03	144	R\$	1.876,32
4.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m ²	R\$ 15,62	144	R\$	2.249,28
4.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m ³	R\$ 260,92	21,6	R\$	5.635,87
4.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m ³	R\$ 121,22	21,6	R\$	2.618,35
4.8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6,29	1296	R\$	8.151,84
4.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1296	R\$	10.743,84
4.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$	24,05
						Σ	R\$ 282.496,88

D7 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 7

Proposta 7							
1.0	Pavimento permeável					R\$	192.734,16
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	
1.1	74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M ³ , DMT 50 a 200M	m ³	R\$ 4,19	932,4665	R\$	3.907,03
1.2	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m ²	R\$ 44,61	2664,19	R\$	118.849,52
1.3	88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m ³	R\$ 64,28	66,60475	R\$	4.281,35
1.5	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	692,6894	R\$	34.738,37
1.6	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	5328,38	R\$	30.957,89
2.0	Trincheira D					R\$	8.000,66
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	115,875	R\$	816,92
2.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	115,875	R\$	5.811,13
2.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	236,25	R\$	1.372,61
3.0	Trincheira E					R\$	27.427,25
3.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	431,25	R\$	3.040,31
3.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	431,25	R\$	21.627,19
3.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	475	R\$	2.759,75
4.0	Trincheira F					R\$	6.756,65
4.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	100,5	R\$	708,53
4.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m ³	R\$ 50,15	100,5	R\$	5.040,08
4.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M ²	m ²	R\$ 5,81	173,5	R\$	1.008,04
5.0	Reservatório					R\$	31.030,26
5.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M ³ /111HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M ³ , DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m ³	R\$ 7,05	136,5	R\$	962,33
5.2	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	m ²	R\$ 1,75	39	R\$	68,25
5.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m ²	R\$ 16,99	39	R\$	662,61
5.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m ²	R\$ 13,03	138	R\$	1.798,14
5.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m ²	R\$ 15,62	132	R\$	2.061,84
5.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m ³	R\$ 260,92	20,25	R\$	5.283,63
5.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m ³	R\$ 121,22	20,25	R\$	2.454,71
5.8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6,29	1215	R\$	7.642,35
5.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1215	R\$	10.072,35
5.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$	24,05
						Σ	R\$ 265.948,98

D8 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 8

Proposta 8							
1.0	Pavimento permeável					R\$	111.277,23
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total	
1.1	74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347HP E CAÇAMBA DE 6M³, DMT 50 a 200M	m³	R\$ 4,19	538,37	R\$	2.255,77
1.2	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA DE 6 CM	m²	R\$ 44,61	1538,2	R\$	68.619,10
1.3	88549	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE BRITA 2-DRENOS E FILTROS	m³	R\$ 64,28	38,455	R\$	2.471,89
1.5	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	399,932	R\$	20.056,59
1.6	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	3076,4	R\$	17.873,88
2.0	Trincheira B					R\$	9.858,80
2.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	142,875	R\$	1.007,27
2.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	142,875	R\$	7.165,18
2.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	290,25	R\$	1.686,35
3.0	Trincheira C					R\$	6.452,21
3.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	93,375	R\$	658,29
3.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	93,375	R\$	4.682,76
3.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	191,25	R\$	1.111,16
4.0	Trincheira D					R\$	8.000,66
4.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	115,875	R\$	816,92
4.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	115,875	R\$	5.811,13
4.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	236,25	R\$	1.372,61
5.0	Trincheira E					R\$	27.427,25
5.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	431,25	R\$	3.040,31
5.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	431,25	R\$	21.627,19
5.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	475	R\$	2.759,75
6.0	Trincheira F					R\$	6.756,65
6.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	100,5	R\$	708,53
6.2	73883/003	EXECUÇÃO DE DRENO FRANCÊS COM CASCALHO	m³	R\$ 50,15	100,5	R\$	5.040,08
6.3	73881/001	EXECUÇÃO DE DRENO COM MANTA GEOTÊXTIL 200G/M²	m²	R\$ 5,81	173,5	R\$	1.008,04
7.0	Reservatório					R\$	28.926,66
7.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	125,125	R\$	882,13
7.2	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\$ 1,75	35,75	R\$	62,56
7.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERES, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	35,75	R\$	607,39
7.4	90997	FÓRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	132	R\$	1.719,96
7.5	90998	FÓRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	120	R\$	1.874,40
7.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	18,9	R\$	4.931,39
7.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	18,9	R\$	2.291,06
7.8	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM.	kg	R\$ 6,29	1134	R\$	7.132,86
7.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	1134	R\$	9.400,86
7.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$	24,05
					Σ	R\$	198.699,46

D9 – ORÇAMENTO - PROPOSTA 9

Proposta 9						
Item	Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
1.0	Reservatório					R\$ 51.894,45
1.1	89885	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1A CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8M³/11HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14M³, DMT DE 0,2KM E VELOCIDADE MÉDIA DE 4KM/H	m³	R\$ 7,05	252,875	R\$ 1.782,77
1.2	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\$ 1,75	72,25	R\$ 126,44
1.3	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIIERS, ESPESSURA DE 5CM.	m²	R\$ 16,99	72,25	R\$ 1.227,53
1.4	90997	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 13,03	192	R\$ 2.501,76
1.5	90998	FÔRMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO EM FACES INTERNAS DE PAREDES	m²	R\$ 15,62	256	R\$ 3.998,72
1.6	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$ 260,92	33,6	R\$ 8.766,91
1.7	92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	m³	R\$ 121,22	33,6	R\$ 4.072,99
1.8	92793	ORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8 MM	kg	R\$ 6,29	2016	R\$ 12.680,64
1.9	92917	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO CA-50, DE 8MM - MONTAGEM	kg	R\$ 8,29	2016	R\$ 16.712,64
1.10	6171	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	undd	R\$ 24,05	1	R\$ 24,05
					Σ	R\$ 51.894,45